



**РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД О КАДАСТРЕ**

**антропогенных выбросов из источников**

**и абсорбции поглотителями**

**парниковых газов**

**не регулируемых Монреальским протоколом**

**за 1990 – 2006 гг.**

**Национальный доклад о кадастре разработан и представляется в соответствии с обязательствами Российской Федерации согласно Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу к Рамочной конвенции ООН об изменении климата**

*Федеральные органы исполнительной власти, принимавшие участие в разработке Национального доклада:*

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;  
Министерство природных ресурсов Российской Федерации;  
Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации;  
Министерство транспорта Российской Федерации;  
Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации;  
Федеральная служба государственной статистики.

*Организационное руководство разработкой доклада осуществлялось Управлением научных программ, международного сотрудничества и информационных ресурсов Росгидромета. Методическое руководство, подготовка и редактирование доклада осуществлялось ГУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН».*

*Авторы-составители:*

*Нахутин А.И., к.ф.-м.н., Гитарский М.Л., д.б.н., Карабань Р.Т., к.с.-х.н.,  
Романовская А.А., к.б.н., Гинзбург В.А., к.г.н., Грабар В.А., Имшенник Е.В., Коротков В.Н.,  
к.б.н., Израэль Ю.А., проф., д.ф.-м.н., академик РАН.*

*В докладе использованы материалы Института угля и углехимии Сибирского отделения РАН и Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН.*

**Контактные данные уполномоченных федеральных органов власти  
и организаций**

***Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей  
среды (Росгидромет)***

123995, г. Москва, Д-242, ГСП-5, Нововаганьковский переулок, д. 12

Тел.: 7 495 255-1467; 7 495 252-0708

Факс: 7 495 255-2216

Национальный координатор РКИК ООН в Российской Федерации,

Руководитель Росгидромета Александр Иванович Бедрицкий

Электронная почта: [bedr@mecom.ru](mailto:bedr@mecom.ru)

***Государственное учреждение «Институт глобального климата и экологии  
Росгидромета и РАН» (ГУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)***

107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20-Б

Тел.: 7 495 169-2411; 7 495 169-2430

Факс: 7 495 160-0831

Директор Юрий Антониевич Израэль

Электронная почта: [Yu.Izrael@g23.relcom.ru](mailto:Yu.Izrael@g23.relcom.ru)

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Резюме.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Введение .....</b>	<b>10</b>
1.1 Национальные условия, имеющие отношение к разработке кадастра парниковых газов Российской Федерации.....	10
1.2 Организация и разработка национального кадастра Российской Федерации. Национальная система оценки. Методология и источники данных. Управление и контроль качества.....	12
1.3 Ключевые категории.....	16
1.4 Состав доклада о кадастре .....	19
Литература и источники данных .....	19
<b>2. Тенденции изменения выбросов и абсорбции парниковых газов .....</b>	<b>20</b>
2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов в Российской Федерации .....	20
2.2 Тенденции выбросов по секторам .....	22
2.3 Тенденции выбросов по газам .....	24
Литература и источники данных .....	24
<b>3. Энергетика (сектор 1 ОФД).....</b>	<b>25</b>
3.1 Обзор по сектору .....	25
3.2 Сжигание топлива (1.А) .....	27
3.3 Выбросы от утечек и испарения топлив (1.В).....	47
3.4 Выбросы от международного бункерного топлива (1.С1).....	68
Литература и источники данных .....	75
<b>4. Промышленные процессы (сектор 2 ОФД).....</b>	<b>77</b>
4.1 Обзор сектора .....	77
4.2 Продукция, производимая из минерального сырья (2.А) .....	78
4.3 Химическая промышленность (2.В).....	90
4.4 Металлургия (2.С).....	100
4.5 Другие производства (2.Д).....	107
4.6 Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.Е).....	110
4.7 Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы.....	113
Литература и источники данных .....	119
<b>5. Использование растворителей и другой продукции (сектор 3 ОФД) .....</b>	<b>121</b>
5.1 Обзор по сектору .....	121
5.2 Использование красителей (3.А) .....	121
5.3 Обезжиривание и химическая чистка (3.В) .....	121
5.4 Полиграфическая промышленность, использование клеев и адгезивов, бытовое использование растворителей и прочие виды использования растворителей (3.С)...	122
5.5 Прочие (3.Д) .....	123
Литература и источники данных .....	123

<b>6. Сельское хозяйство (сектор 4 ОФД) .....</b>	<b>124</b>
6.1 Обзор по сектору .....	124
6.2 Методология сбора данных о деятельности по сектору сельского хозяйства .....	125
6.3 Выбросы $\text{CH}_4$ при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (4A) .....	126
6.4 Выбросы $\text{CH}_4$ от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Ba) .....	129
6.5 Выбросы $\text{N}_2\text{O}$ от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Bb) .....	133
6.6 Рисоводство (4C) .....	136
6.7 Прямые выбросы $\text{N}_2\text{O}$ от сельскохозяйственных земель (4D1) .....	136
6.8 Навоз пастбищ и огороженных выпасов (4D2) .....	142
6.9 Косвенный выброс $\text{N}_2\text{O}$ от сельскохозяйственных земель (4D3) .....	142
6.10 Неопределенность оценок выбросов .....	142
6.11 Обеспечение и контроль качества .....	144
6.12 Пересчеты и планируемые усовершенствования .....	146
Литература и источники данных .....	147
<b>7. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (раздел 5 ОФД) .....</b>	<b>150</b>
7.1 Обзор по сектору .....	150
7.2 Характеристика источников и поглотителей парниковых газов .....	155
7.3 Методология сбора данных о деятельности по сектору лесного хозяйства .....	158
7.4 Методика расчетов, данные о деятельности, параметры и величины выбросов и их верификация .....	160
7.5 Неопределенность оценок выбросов и абсорбции и последовательность временных рядов .....	196
7.6 Обеспечение и контроль качества, пересчеты и планируемые усовершенствования .....	197
Литература и источники данных .....	198
<b>8. Отходы (сектор 6 ОФД) .....</b>	<b>203</b>
8.1 Обзор по сектору .....	203
8.2 Захоронение твердых бытовых отходов на свалках и полигонах (6.A) .....	204
8.3 Очистка сточных вод (6.B) .....	211
Литература и источники данных .....	217
<b>9. Пересчеты и усовершенствования .....</b>	<b>218</b>
Литература и источники данных .....	219
<b>10. Дополнительная информация согласно пункту 1 статьи 7 Киотского протокола .....</b>	<b>220</b>
10.1 Информация о российской системе оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов .....	220
10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2007 году .....	220
10.3 Расчет резерва периода выполнения обязательств Киотского протокола .....	226
<b>Приложение 1 .....</b>	<b>227</b>
<b>Приложение 2 .....</b>	<b>238</b>
<b>Приложение 3 .....</b>	<b>239</b>

## РЕЗЮМЕ

Российская Федерация ратифицировала Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) 4 ноября 1994 г.<sup>1</sup>. В 2004 году Российская Федерация ратифицировала Киотский протокол к РКИК ООН<sup>2</sup>. В результате ратификации Россией условия вступления протокола в действие, предусмотренные его статьей 25, были выполнены и 16 февраля 2005 г. Киотский протокол вступил в силу.

В 2006 г., в соответствии с требованиями Киотского протокола были созданы российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов (далее – система оценки) и российский реестр углеродных единиц<sup>3</sup>. Функции уполномоченного национального органа по системе оценки выполняет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Функции администратора российского реестра углеродных единиц выполняет ФГУП «Федеральный центр геоэкологических систем».

Росгидромет совместно с Минэкономразвития России, МПР России, Минпромэнерго России, Минтрансом России, Минсельхозом России, Минрегионом России, Росстатом и Ростехнадзором разработал порядок формирования и функционирования системы с указанием перечня данных государственной статистической отчетности и иных данных о процессах и видах деятельности, приводящих к антропогенным выбросам, а также информации о методах их сбора и обработки. В соответствии с вышеуказанным порядком<sup>4</sup>, перечисленные федеральные органы исполнительной власти должны обеспечить ежегодное представление в Росгидромет соответствующих данных и информации.

ГУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ИГКЭ), в соответствии с приказом Росгидромета (от 20 марта 2006 года № 63), осуществляет функции методического центра по оценке антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, а также выполняет работы по сбору, обработке и хранению исходных данных. Первичные данные о деятельности по источникам выбросов парниковых газов в энергетическом, промышленном, аграрном, лесном и других секторах экономики страны, а также необходимая методическая информация собираются ИГКЭ с использованием опубликованных данных государственной статистической отчетности, информационно-аналитических материалов министерств и ведомств, российских компаний, международных организаций, а также публикаций в научно-технической и производственной литературе. В ИГКЭ создана и функционирует аппаратно-программная база для обеспечения выполнения оценок антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов, хранения данных, ведения и представления Национального кадастра парниковых газов, архивирования данных и решения других необходимых в рамках этой работы задач.

Разработка и проведение национальной политики и мер по стабилизации выбросов парниковых газов тесно связаны с экономическим развитием страны. Мероприятия по ограничению антропогенных выбросов и увеличению поглощения парниковых газов должны, согласно обязательствам Российской Федерации по Киотскому протоколу, обеспечить не превышение в период 2008-2012 гг. совокупным антропогенным выбросом парниковых газов, включенных в Приложение А Киотского протокола, пятикратного выброса базового года<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 1994 г. № 34-ФЗ.

<sup>2</sup> Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 2004 г. № 128-ФЗ

<sup>3</sup> Распоряжения Правительства Российской Федерации соответственно от 1 марта 2006 г. № 278-р и от 20 февраля 2006 г. № 215-р.

<sup>4</sup> Утвержден Приказом Росгидромета от 30 июня 2006 года № 141, зарегистрирован в Минюсте России 29 сентября 2006 г., рег. № 8335.

<sup>5</sup> Российской Федерацией в качестве базового года для выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O выбран 1990 г., в качестве базового года для выбросов ГФУ, ПФУ и SF<sub>6</sub> выбран 1995 г.

С 1999 г. и по настоящее время происходит устойчивый рост российской экономики практически по всем ее основным показателям, сменивший экономический спад начала 90-х гг. В связи с этим возрастают и антропогенные выбросы парниковых газов.

В соответствии со статьей 12, пункт 1а РКИК ООН, российский Национальный кадастр включает информацию о следующих парниковых газах: диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ). В соответствии с обязательствами, действующими для Сторон, включенных в Приложение I к РКИК ООН, к которым относится Российская Федерация, Национальный кадастр включает также информацию по следующим газам с косвенным парниковым эффектом: оксиду углерода ( $\text{CO}$ ), оксидам азота ( $\text{NO}_x$ ) и неметановым летучим органическим соединениям (НМЛОС), а также по оксидам серы ( $\text{SO}_x$ ).

При разработке материалов Национального кадастра учитывались требования «Руководящих принципов для подготовки национальных сообщений Сторон, включенных в приложение I к Конвенции, часть I: руководящие принципы РКИК ООН для представления информации о годовых кадастрах» в том виде, как они содержатся в документе Вспомогательного органа РКИК ООН для консультирования по научным и техническим аспектам<sup>6</sup>.

Настоящий Национальный доклад о кадастре (НДК) включает материалы, характеризующие кадастровые данные за 1990-2006 гг. Кроме того, количественные данные кадастра содержатся в таблицах, соответствующих общей форме доклада (ОФД), представляемых в РКИК ООН в электронном формате.

Расчетные оценки выбросов и абсорбции парниковых газов, включенные в кадастр, выполнены для всех секторов и большинства категорий источников Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Методологическую базу национального кадастра парниковых газов составили руководства МГЭИК, национальные методические разработки и результаты отдельных научных исследований. Для пересчета выбросов парниковых газов в эквивалент диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ -экв.) использовались потенциалы глобального потепления МГЭИК 1995 г., основанные на климатическом воздействии парниковых газов за 100-летний период. Более подробная информация об использованных методиках и подходах приведена в соответствующих главах доклада.

Данные о совокупных антропогенных выбросах парниковых газов с территории Российской Федерации (в  $\text{CO}_2$ -экв.) за период с 1990 г. по 2006 г. включительно представлены в таблице Р.1. Приведенные в таблице величины включают выбросы и сток парниковых газов при землепользовании, изменениях в землепользовании и хозяйственной деятельности в лесах страны. Диоксиду углерода принадлежит ведущая роль в составе антропогенных выбросов парниковых газов с территории страны. Некоторое сокращение в последние годы доли  $\text{N}_2\text{O}$  в совокупном выбросе связано с уменьшением использования азотных удобрений в сельском хозяйстве. Вклад гидрофторуглеродов, перфторуглеродов и гексафторида серы в общий выброс относительно невелик (табл. Р.1, рис. Р.1).

В таблице Р.2 приведена динамика совокупных антропогенных выбросов парниковых газов по секторам МГЭИК (в  $\text{CO}_2$ -экв.) С 1990 по 1999 гг. в Российской Федерации происходило уменьшение выбросов парниковых газов во всех секторах<sup>7</sup> в связи с общей экономической ситуацией в стране. С 2000 по 2006 гг., в период роста экономики в сферах производства и потребления, наметилось их устойчивое увеличение. Но, несмотря на наблюдающийся в настоящее время рост, суммарная эмиссия парниковых газов в 2006 г. была еще значительно ниже уровня 1990 года. Распределение выбросов по секторам слабо изменялось на протяжении 1990-2006 гг. По абсолютной величине доминируют выбросы от

<sup>6</sup> Документ РКИК ООН FCCC/SBSTA/2004/8.

<sup>7</sup> Термины «энергетика», «промышленные процессы», «использование растворителей и другой продукции», «сельское хозяйство» и «отходы», используемые в настоящем докладе соответствуют определениям МГЭИК и не совпадают с традиционно употребляемыми в России определениями секторов (отраслей) экономики. В частности, к энергетическому сектору относятся – независимо от того в каких отраслях экономики это происходит, – сжигание всех видов топлива, а также технологические выбросы и утечки газообразных топливных продуктов в атмосферу.

энергетического сектора – в 1990 и 2006 гг. их доля в совокупном выбросе (взятом без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства) составила 81,4 % и 81,6 % соответственно (табл. Р.2, рис. Р.2). Для выбросов от землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства характерна высокая межгодовая изменчивость.

Суммарная эмиссия парниковых газов от энергетического, промышленного и аграрного секторов, а также от использования растворителей и при обращении с отходами в 2006 году составила 2 190,24 млн.т. CO<sub>2</sub>-экв. и оставалась значительно (на 34,2 %) ниже уровня базового года. Более подробный анализ динамики выбросов парниковых газов по секторам и категориям содержится в тексте доклада.

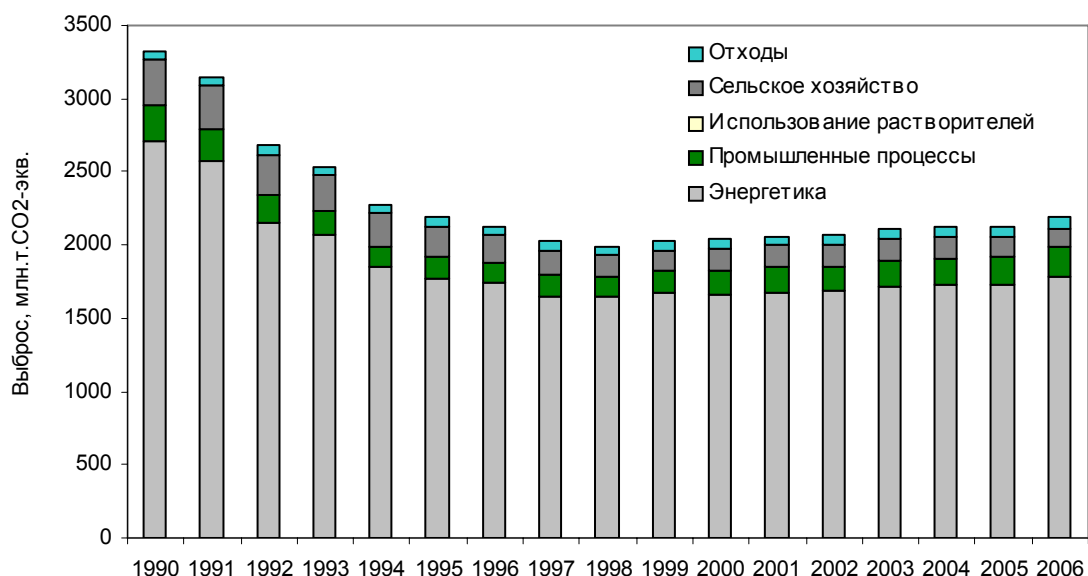


Рис. Р.1. Антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

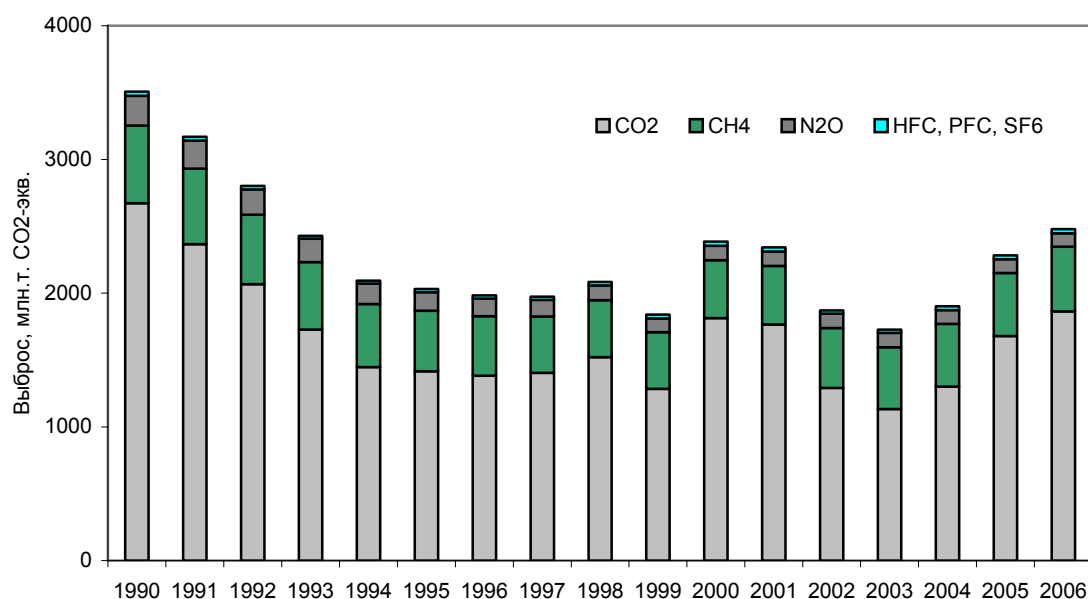


Рис. Р.2. Вклад отдельных парниковых газов в общий антропогенный выброс Российской Федерации (включая землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство)

Таблица Р.1

Динамика совокупных выбросов парниковых газов с территории Российской Федерации (млн. т. CO<sub>2</sub>-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO <sub>2</sub> , с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>																
2673,02	2366,44	2066,00	1726,99	1446,51	1415,34	1382,68	1405,34	1521,27	1284,24	1813,07	1765,45	1292,30	1132,89	1301,35	1678,80	1862,42
CO <sub>2</sub> , без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>																
2497,02	2347,73	1942,12	1839,71	1626,46	1572,31	1532,24	1456,75	1437,04	1473,02	1469,00	1488,11	1488,52	1518,40	1520,74	1521,33	1577,69
Метан (CH <sub>4</sub> ), с учетом ЗИЗЛХ																
581,67	565,25	519,96	505,79	471,25	453,11	446,26	420,17	426,35	423,32	434,04	437,17	445,96	463,49	467,80	472,06	483,72
Метан (CH <sub>4</sub> ), без учета ЗИЗЛХ																
578,04	563,45	518,32	503,95	469,95	452,26	441,73	418,25	420,15	421,21	430,74	435,27	442,72	458,11	466,39	470,49	480,94
Заись азота (N <sub>2</sub> O), с учетом ЗИЗЛХ																
221,37	208,79	190,02	173,54	154,42	139,85	130,30	123,12	109,83	103,67	107,45	107,92	108,99	105,92	104,24	101,60	100,95
Заись азота (N <sub>2</sub> O), без учета ЗИЗЛХ																
221,00	208,61	189,86	173,35	154,29	139,77	129,84	122,92	109,20	103,46	107,12	107,73	108,66	105,38	104,10	101,44	100,67
Гидрофторуглероды (ГФУ)																
14,80	14,51	10,97	6,55	6,09	6,92	6,11	7,90	9,34	10,20	12,60	12,28	9,13	8,13	12,24	13,32	13,59
Перфторуглероды (ПФУ)																
15,33	14,86	15,05	14,89	14,79	15,77	16,53	16,91	17,15	17,97	18,62	18,54	14,58	15,19	15,82	15,98	16,20
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )																
0,21	0,21	0,08	0,04	0,03	0,09	0,23	0,24	0,12	0,13	0,16	0,24	0,31	0,38	0,48	0,80	1,15
Всего, с учетом ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>																
3506,41	3170,06	2802,08	2427,80	2093,08	2031,08	1982,11	1973,68	2084,06	1839,53	2385,96	2341,62	1871,26	1725,99	1901,93	2282,56	2478,03
Всего, без учета ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>																
3326,40	3149,37	2676,40	2538,49	2271,59	2187,12	2126,69	2022,98	1993,00	2025,99	2038,25	2062,18	2063,92	2105,59	2119,77	2123,36	2190,24

<sup>1)</sup> Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.<sup>2)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от суммы по строкам в результате округления.



Таблица Р.2

Совокупные выбросы парниковых газов Российской Федерации по секторам МГЭИК (млн.т. CO<sub>2</sub>-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Энергетика																
2707,43	2580,70	2153,19	2067,47	1848,44	1772,53	1741,95	1650,84	1645,14	1669,87	1660,80	1679,84	1683,42	1721,93	1726,68	1730,80	1786,91
Промышленные процессы																
244,42	210,42	192,20	162,08	139,71	152,39	140,94	140,41	134,32	152,47	168,14	170,58	167,26	172,92	183,78	186,73	198,30
Использование растворителей и другой продукции																
0,56	0,53	0,52	0,51	0,52	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Сельское хозяйство																
309,42	295,15	271,27	251,27	227,34	204,53	187,02	174,09	154,79	142,65	146,27	147,34	147,31	143,08	139,81	134,22	131,48
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство																
180,01	20,69	125,68	-110,69	-178,51	-156,04	-144,57	-49,30	91,06	-186,47	347,71	279,44	-192,66	-379,60	-217,84	159,20	287,79
Отходы																
64,57	62,58	59,21	57,17	55,60	57,16	56,26	57,13	58,23	60,49	62,51	63,88	65,40	67,13	68,97	71,07	73,02
Всего <sup>1)</sup>																
3506,41	3170,06	2802,08	2427,80	2093,08	2031,08	1982,11	1973,68	2084,06	1839,53	2385,96	2341,62	1871,26	1725,99	1901,93	2282,56	2478,03

<sup>1)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от суммы по строкам в результате округления.

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## 1.1 Национальные условия, имеющие отношение к разработке кадастра парниковых газов Российской Федерации

Российская Федерация ратифицировала Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) 4 ноября 1994 г.<sup>8</sup>. В 2004 году Российская Федерация ратифицировала Киотский протокол к РКИК ООН<sup>9</sup>. В результате ратификации Россией условия вступления протокола в действие, предусмотренные его статьей 25, были выполнены и 16 февраля 2005 г. Киотский протокол вступил в силу.

В 2006 г., в соответствии с требованиями Киотского протокола были созданы российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов (далее – система оценки) и российский реестр углеродных единиц<sup>10</sup>. Функции уполномоченного национального органа по системе оценки выполняет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Функции администратора российского реестра углеродных единиц выполняет ФГУП «Федеральный центр геоэкологических систем».

Важнейшими обязательствами по РКИК ООН и Киотскому протоколу к ней для Российской Федерации, входящей в объединенную группу развитых стран и стран с переходной экономикой, являются:

- Разработка и проведение национальной политики и мер по смягчению антропогенных климатических изменений путем ограничения антропогенных выбросов и увеличения стоков парниковых газов, повышения эффективности использования энергии, содействия устойчивым методам ведения лесного и сельского хозяйства;
- Создание и обеспечение функционирования национальной системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов; регулярная подготовка и представление национальных кадастров антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов (к настоящему времени создана и функционирует);
- Создание и обеспечение функционирования национального реестра единиц (готовы начать операции после утверждения установленного количества выбросов РФ);
- Выявление наиболее уязвимых для климатических изменений регионов, сфер деятельности, природных, промышленных и других объектов; разработка и осуществление мер по адаптации отраслей экономики к изменениям климата;
- Расширение научных исследований, развитие образования и информирование общественности по проблемам изменения климата. Осуществление широкого международного сотрудничества по всем вопросам, связанным с РКИК ООН и Киотским протоколом.

Разработка и проведение национальной политики и мер по стабилизации выбросов парниковых газов тесно связаны с экономическим развитием страны. Мероприятия по ограничению антропогенных выбросов и увеличению стоков парниковых газов должны, согласно обязательствам РФ по Киотскому протоколу, обеспечить неперевышение в период 2008-2012 гг. совокупным антропогенным выбросом парниковых газов, включенных в Приложение А Киотского протокола, пятикратного выброса базового года.

В связи с этим необходимо отметить, что, начиная с 1999 г. и по настоящее время, происходит устойчивый рост российской экономики практически по всем ее основным показателям (Четвертое..., 2006, Российский..., 2006, Российский..., 2007), сменивший экономический спад начала и середины 90-х гг. Положительная динамика макроэкономических показателей свидетельствует об устойчивом социально-

<sup>8</sup> Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 1994 г. № 34-ФЗ.

<sup>9</sup> Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 2004 г. № 128-ФЗ

<sup>10</sup> Распоряжения Правительства Российской Федерации соответственно от 1 марта 2006 г. № 278-р и от 20 февраля 2006 г. № 215-р.

экономическом развитии страны (табл. 1.1). ВВП Российской Федерации увеличился в период 1999-2006 гг. на 58,1 %, а объем промышленного производства на 49,3 %. Рост производства первичных энергоресурсов и производства электроэнергии электростанциями в Российской Федерации показан в таблицах 1.2 и 1.3.

В период 2000-2006 гг. интенсивно развивались грузоперевозки. Суммарный грузооборот всех видов транспорта общего пользования за этот период возрос на 40,0 %; пассажирооборот уменьшился на 20,8 %. Трубопроводным транспортом в 2006 г. перевезено 489 млн.т. нефти и нефтепродуктов и 581 млн.т. газа.

Эксплуатационная длина путей сообщения общего пользования составляет: 85 тыс. км. железных дорог; 755 тыс. км. автомобильных дорог с твердым покрытием (включая дороги необщего пользования); 62 тыс. км. магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов.

Таблица 1.1

*Численность населения и индексы валового внутреннего продукта в Российской Федерации*

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Валовой внутренний продукт (в постоянных ценах, % к предыдущему году)							
106,4	110,0	105,1	104,7	107,3	107,2	106,4	106,7
Численность населения на конец года (млн. чел.)							
146,9	146,3	145,6	145,0	144,2	143,5	142,8	142,2

Таблица 1.2

*Производство первичных энергоресурсов (млн.т. условного топлива)*

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего, в том числе:	1 381	1 408	1 455	1 505	1 607	1 687	1 722	1 765
нефть, включая газовый конденсат	436	463	498	543	603	657	672	687
естественный газ	683	674	671	687	716	730	739	757
уголь	157	163	171	164	177	183	193	201
топливный торф (условной влажности)	1,2	0,7	1,0	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5
сланцы	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,1	-
дрова	5,1	5,4	5,2	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0
электроэнергия, вырабатываемая гидростанциями, атомными, геотермальными и ветровыми электростанциями	97,6	102	108	105	106	111	112	114

Таблица 1.3

*Производство электроэнергии электростанциями (млрд. кВт-час.)*

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Все электростанции, в том числе:	846	878	891	891	916	932	953	996
тепловые	563	582	578	585	608	609	629	664
гидроэлектростанции	161	165	176	164	158	178	175	175
атомные	122	131	137	142	150	145	149	156

Объем продукции сельского хозяйства в стране в период 1999-2006 гг. существенно возрос. Наибольшая достигнутая урожайность сельскохозяйственных культур за период 2000-2006 гг. составила для зерновых культур в целом 19,6 ц/га; масличных – 11,7; овощей – 179; картофеля – 130; для сена однолетних трав – 16,4 ц/га.

Российская Федерация занимает большую часть Восточной Европы и Северную Азию. Ее территория составляет 17 098,2 тыс. км<sup>2</sup> (первое место в мире). Наибольшая протяженность в меридиональном направлении – 4,0 тыс. км в широтном – 9,0 тыс. км. Россия омывается морями Северного Ледовитого океана (Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), Тихого океана (Берингово, Охотское, Японское), Атлантического океана (Балтийское, Черное, Азовское).

Территория России располагается в арктическом, субарктическом и – большая ее часть – в умеренном климатических поясах. Почти повсеместно климат континентальный. Средняя годовая температура подстилающей поверхности изменяется от +12÷14 °С на Северном Кавказе до -16÷ -14 °С в Республике Саха (Якутия). На огромной площади, составляющей более 67 % территории России, распространена вечная мерзлота или многолетнемерзлые породы (ММП). Площадь земель, покрытых лесной растительностью составляет 771,8 млн. га или более 45 % территории страны. Сельскохозяйственные угодья занимают 13 % территории России.

## **1.2 Организация и разработка национального кадастра Российской Федерации. Национальная система оценки. Методология и источники данных. Управление и контроль качества**

В целях реализации обязательств, вытекающих из Киотского протокола, и, в частности, из его статьи 5, пункт 1, Распоряжением Правительства Российской Федерации, от 1 марта 2006 г. № 278-р была создана российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой. Система оценки создана для:

- оценки объемов антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов;
- представления ежегодно, в соответствии с РКИК и Киотским протоколом, соответствующих данных в форме кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов;
- подготовки сообщений, представляемых Российской Федерацией в соответствии с РКИК и Киотским протоколом;
- информирования органов государственной власти и органов местного самоуправления, организаций и населения об объемах антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов;
- разработки мероприятий, направленных на ограничение (снижение) антропогенных выбросов из источников и (или) абсорбции поглотителями парниковых газов<sup>11</sup>.

Росгидромету поручено обеспечить функционирование системы и представление кадастра и другой необходимой в соответствии с РКИК и Киотским протоколом информации. Таким образом, Росгидромет выполняет функции уполномоченного национального органа по системе оценки.

Росгидромет совместно с Минэкономразвития России, МПР России, Минпромэнерго России, Минтрансом России, Минсельхозом России, Минрегионом России, Росстатом и Ростехнадзором разработал порядок формирования и функционирования системы с указанием перечня данных государственной статистической отчетности и иных данных, а также информации о методах их сбора и обработки. В соответствии с вышеназванным порядком (зарегистрирован в Минюсте России 29 сентября 2006 г. рег. № 8335),

---

<sup>11</sup> Обеспечение разработки мероприятий данными (оценками) выбросов и абсорбции парниковых газов.

перечисленные федеральные органы исполнительной власти должны обеспечить ежегодное представление в Росгидромет соответствующих данных и информации.

На Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН (ИГКЭ) возложены функции по сбору, обработке и хранению исходных данных, проведению оценок эмиссии и стока парниковых газов по категориям источников и секторам МГЭИК и подготовке проектов национальных докладов и других отчетных материалов для представления в органы РКИК и Киотского протокола и в заинтересованные органы государственной власти. Первичные данные о деятельности по источникам выбросов парниковых газов в энергетическом, промышленном, аграрном, лесном и других секторах экономики страны, а также необходимая методическая информация собираются ИГКЭ с использованием опубликованных данных федеральной статистики, информационно-аналитических материалов министерств и ведомств, российских компаний, международных организаций, а также публикаций в научно-технической и производственной литературе. В ИГКЭ создана аппаратно-программная база для обеспечения выполнения оценок антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов, хранения данных, ведения и представления национального кадастра парниковых газов, архивирования данных и решения других необходимых в рамках этой работы задач.

В соответствии с решением Третьей Конференции Сторон РКИК ООН и Статьей 5.2 Киотского протокола, инвентаризация антропогенных источников и стоков парниковых газов должна осуществляться на основе рекомендаций и методологий, разработанных МГЭИК. Согласно методологии МГЭИК, исходными данными о деятельности для выполнения расчетов являются материалы национальной или ведомственной статистической отчетности, а также конверсионные коэффициенты для пересчета данных о деятельности в величины эмиссии или поглощения парниковых газов. При отсутствии национальных данных о деятельности и конверсионных коэффициентов, допускается использование рекомендованных МГЭИК или представленных международными организациями величин (МГЭИК, 1997; МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003). В обобщенном виде схема подготовки национальной инвентаризации парниковых газов в Российской Федерации приведена на рисунке 1.1. Национальная инвентаризация парниковых газов построена по иерархическому принципу и состоит из нескольких уровней структурной организации, согласованные связи между которыми обеспечивают получение данных требуемой степени детализации и выполнение расчетов (рис. 1.1). Установлены источники данных и потоки информации, которые составляют основу для расчета национальной эмиссии парниковых газов от различных секторов экономики страны.

Схематическое описание процесса подготовки инвентаризации парниковых газов в Российской Федерации приведено на рисунке 1.2. Как видно из рисунка, подготовка инвентаризации включает блок сбора и первичной обработки данных о хозяйственной деятельности силами ответственных министерств и ведомств; преобразование поступивших данных в форматы, требуемые для расчета; анализ полноты информации, подготовку промежуточных данных для дальнейших расчетов; собственно расчетные оценки выбросов и поглощения парниковых газов, а также представление его результатов потребителям и органам РКИК ООН и Киотского протокола через секретариат РКИК. Значительный объем данных собирается с помощью запросов, посылаемых на предприятия – субъекты хозяйственной деятельности, в научно-исследовательские и другие организации. Разработка запросов осуществляется ИГКЭ, их рассылка – либо непосредственно ИГКЭ, либо профильными министерствами и ведомствами. В случае необходимости запросы могут быть посланы Росгидрометом в министерства и ведомства, не задействованные в национальной системе на постоянной основе. В отдельных случаях для получения информации используются экспертные оценки. Кроме того, ИГКЭ постоянно проводит анализ публикаций в научно-технической литературе с целью получения методической информации (коэффициенты эмиссии парниковых газов, параметры технологических процессов) а также и дополнительных данных о деятельности.



Рис. 1.1. Организация инвентаризации парниковых газов в России



Рис. 1.2. Схема оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов в России

ИГКЭ также осуществляет сбор, хранение, систематизацию и анализ информации по всем видам антропогенных источников и поглотителей парниковых газов, с упором на ключевые источники и поглотители. Информация сохраняется в базах данных на электронных и бумажных носителях. В настоящее время продолжается заполнение единой электронной базы исходных данных по деятельности, связанной с антропогенными выбросами и поглощением парниковых газов за период 1990-2007 гг.

Методическую основу инвентаризации составили Пересмотренные руководящие принципы МГЭИК 1996 г. (МГЭИК, 1997), Руководящие указания МГЭИК (МГЭИК, 2000, МГЭИК, 2003) и методические разработки, основанные на отечественном опыте проведения национальных инвентаризаций и материалах научных исследований. Более подробная информация о методологии расчета эмиссии и поглощения парниковых газов по отдельным секторам и категориям источников и поглотителей приведена в соответствующих главах настоящего доклада.

Порядок хранения и архивирования исходных данных, материалов оценок выбросов и абсорбции и отчетных материалов (электронные таблицы Общего формата представления данных, Национальные доклады о кадастре и другая документация) определяется специальным документом (Регламент..., 2007)

Важным компонентом работ являются мероприятия по верификации, контролю и оценке качества данных о деятельности и рассчитанных величин эмиссии и стока парниковых газов. Они осуществляются на постоянной основе. Процедура оценки и контроля качества носит многоступенчатый характер. Как следует из рисунка 1.2, ряд данных о деятельности поступают в ИГКЭ в уже обобщенном виде. Соответственно первичная оценка и контроль их качества выполняется по специальным внутриведомственным методикам организациями и ведомствами, ответственными за сбор и обобщение данных.

В свою очередь, ИГКЭ выполняет вторичную верификацию, контроль и проверку путем сопоставления сходных массивов данных, поступающих из разных источников и контроля однородности рядов данных. В случае несовпадения величин предпринимаются меры по уточнению и корректировке их значений.

Контроль и проверка качества данных инвентаризации парниковых газов выполняется в два этапа. На первом этапе проверяется правильность расчетов. Процедура включает проверку методологии, исходных данных и параметров, а также полученных результатов. Она выполняется в ИГКЭ силами ответственных исполнителей и экспертов, которые не принимали прямого участия в выполнении расчетов. Выявляются и своевременно исправляются ошибки, допущенные при вводе данных, использовании неправильных параметров и некорректных методов. Эта процедура регламентирована документом, учитывающим требования МГЭИК (Порядок..., 2007). На втором этапе обеспечивается независимая проверка инвентаризации. Проект национального доклада рассылается в ведомства, принимавшие участие в его подготовке. Поступающие замечания и предложения вносятся в текст доклада и, при необходимости, выполняется пересчет величин эмиссии и стока парниковых газов.

### 1.3 Ключевые категории

В соответствии с руководствами МГЭИК (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003) ключевые категории источников выбросов могут определяться двумя методами: методом уровня 1 и методом уровня 2. Метод уровня 1 предполагает, что к ключевым категориям относятся категории источников выбросов, вносящие наибольший вклад либо в общую величину выброса парниковых газов, либо в тренд (т.е. в тенденцию изменения) общего выброса относительно базового года. При этом принимается, что ключевыми являются все источники, суммарная доля которых в общем (выраженном в  $\text{CO}_2$ -эквиваленте) выбросе составляет 95% и все источники, суммарная доля которых в общем тренде выбросов (с базового по текущий год) составляет 95 %. При расчете по уровню 2 к ключевым категориям относят все категории, суммарный вклад которых в неопределенность (погрешность) расчета общего выброса составляет 90%. Более подробные сведения о методиках определения ключевых категорий приведены в руководствах (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003).

В данном кадастре приведены результаты определения ключевых категорий, выполненные в соответствии с методом уровня 1. Обобщенные результаты содержатся в таблицах 1.6 и 1.7. Более подробные данные по ключевым категориям приводятся в приложении 1 к настоящему докладу.

В соответствии с требованиями руководства (МГЭИК, 2003), анализ ключевых категорий проводился в двух вариантах. В таблице 1.6 приводятся результаты, полученные для случая, когда сектор «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» исключался из анализа, а в таблице 1.7 – результаты, полученные с учетом сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство». Как видно из таблиц, добавление в анализ категорий источников, относящихся к данному сектору, в зависимости от использованного критерия, либо не приводит к увеличению количества ключевых категорий, либо увеличивает это количество на 1-2 единицы. Поскольку ключевыми для кадастра считаются категории, попадающие в 95 % хотя бы по одному из критериев (величина и тренд), то общее количество ключевых категорий на 2005 г. составляет 21 категорию без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» и 22 категории с учетом этого сектора. Можно считать, что именно эти категории источников оказывают определяющее влияние на величину и динамику общего выброса парниковых газов в стране. В настоящее время наибольшие вклады как в величину общего выброса, так и в его тренд вносят источники, относящиеся к секторам «Энергетика» и «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» (табл. 1.7).

При рассмотрении результатов анализа ключевых источников следует иметь в виду, что, как для совокупного выброса парниковых газов в РФ, так и для большинства категорий источников, тренд выбросов в период 1990-2006 гг. не был монотонным: падение выбросов, характерное для начала периода, сменилось их ростом в последующие годы. (Как следует из данных, приведенных в разделе 2 настоящего доклада, абсолютный минимум общего выброса парниковых газов в России, без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство», приходится на 1998 г.)



Таблица 1.6

Ключевые категории источников выбросов без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

Источник	Газ	Ранг источника по уровню			Ранг источника по тренду	
		1990	2004	2005	2004	2005
Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	2	2	2	4	3
1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	4	3	3	3	4
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	3	4	4	2	2
1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	5	5	5	5	8
2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	8	6	6	7	9
1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	6	7	7	14	16
4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	7	8	8	12	12
1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	10	9	9		
4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	9	10	10	9	6
6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	16	11	11	6	7
1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	17	12	12	11	10
2.А.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	15	13	13	-	-
Стационарное сжигание - другие виды топлива	CO <sub>2</sub>	21	14	14	15	17
4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	11	15	15	13	13
1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18	16	16	20	20
2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	19	17	17	19	18
2.А.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO <sub>2</sub>	14	19	18	17	19
1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	20	18	19	+	+
2.С.3 Производство алюминия	ПФУ		21	20	18	+
4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	12	20	21	10	11
1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	13			8	5
1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	22			+	+
6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	+	+	+		
6.В.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	+	+	+		
2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23		+	+	+	14
1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	+			16	15
Количество ключевых источников		22	21	21	20	20

Знаком (+) отмечены категории, приближающиеся к ключевым.

Таблица 1.7

Ключевые категории источников выбросов с учетом сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

Источник	Газ	Ранг источника по уровню			Ранг источника по тренду	
		1990	2004	2005	2004	2005
Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	1	1	1	2	1
5.В.1.Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	4	3	2	3	3
Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	2	4	3	7	4
1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	5	5	4	5	5
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	3	6	5	4	2
5.А.1 Лесные земли	CO <sub>2</sub>	7	2	6	1	6
1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	6	7	7	13	9
2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	10	8	8	6	11
1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	8	9	9	9	20
4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	9	10	10		13
1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	12	11	11	+	
4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	11	12	12	15	7
6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	18	13	13	8	10
1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	19	14	14	11	14
2.А.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	17	15	15		
Стационарное сжигание - другие виды топлива	CO <sub>2</sub>	23	16	16	14	18
4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	13	17	17	+	15
1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	20	19	18	18	+
2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	21	20	19	17	21
2.А.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO <sub>2</sub>	16	+	20		19
1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	22	21	21	+	+
2.С.3 Производство алюминия	ПФУ		+	22	19	+
4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	14	+	+	16	12
1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	15			10	8
6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	+		+		
6.В.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	+	+	+	+	
2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23					16
1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	+				+
5.С.1 Постоянные луга и пастбища	CO <sub>2</sub>		18		12	
1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	+			+	17
Количество ключевых источников		23	21	22	19	21

Знаком (+) отмечены категории, приближающиеся к ключевым.

## 1.4 Состав доклада о кадастре

В настоящий доклад включены величины выбросов и абсорбции всех парниковых газов, указанных в Приложении А к Киотскому протоколу – диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гидрофторуглеродов (ГФУ), перфторуглеродов (ПФУ) и гексафторида серы ( $\text{SF}_6$ ), а также газов с косвенным парниковым эффектом – окислов азота ( $\text{NO}_x$ ) окиси углерода ( $\text{CO}$ ), и диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ). Расчеты произведены для всех секторов и большинства категорий источников МГЭИК. Для пересчета выбросов парниковых газов в эквивалент диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ -экв.) использовались<sup>12</sup> потенциалы глобального потепления (ПГП) МГЭИК 1995 г.<sup>13</sup>, основанные на климатическом воздействии парниковых газов за 100-летний период. Неантропогенные (природные) выбросы и абсорбция парниковых газов в докладе не рассматриваются. Более подробная информация о полноте охвата отдельных категорий источников по секторам приведена в соответствующих главах доклада.

В докладе содержатся оценки выбросов и абсорбции для всей территории РФ.

При разработке окончательного варианта доклада и таблиц Общего формата представления данных (таблицы ОФД) были учтены поправки и дополнения, возникшие в ходе рассмотрения Группой экспертов РКИК ООН Доклада об установленном количестве выбросов и национального кадастра РФ, содержащего данные за 1990-2004 гг.<sup>14</sup> В основном это касается данных и оценок за 1990 и 2004 гг. Некоторые замечания и предложения Группы экспертов, требующие более глубокой методической проработки, будут учтены при разработке следующих ежегодных кадастров.

В настоящее время выполнены оценки неопределенности для выбросов и абсорбции парниковых газов по части категорий источников. Эти оценки приведены в соответствующих разделах доклада. Планируется также разработка оценки неопределенности совокупного выброса парниковых газов.

По техническим причинам краткий расчетный баланс энергетических ресурсов, разработанный Росстатом, приведен не в приложении к докладу, а в основном тексте (подраздел 3.2.2, табл. 3.4).

В настоящем докладе также содержится дополнительная информация, предусмотренная для Российской Федерации статьей 7 Киотского протокола.

## Литература и источники данных

1. Четвертое национальное сообщение Российской Федерации. Издание официальное (Под ред. Ю.А. Израэля, А.И. Нахутина, С.М. Семенова и др.) -М.: АНО Метеоагентство Росгидромета, 2006, -164 с.
2. Российский статистический ежегодник. 2006. Стат. Сборник/Росстат. М., 2006. -806 с.
3. Российский статистический ежегодник. 2007. Стат. Сборник/Росстат. М., 2007. -826 с.
4. Регламент хранения и архивирования в ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН данных, относящихся к национальному кадастру антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов РФ. ИГКЭ. М., 2007.
5. Порядок обеспечения и контроля качества национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов РФ, разрабатываемого в ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН. ИГКЭ. М., 2007.
6. МГЭИК, 1997. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов 1996 г. Т. 1-3. МГЭИК-ОЭСР-МЭА. Париж, 1997.
7. МГЭИК, 2000. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. МГЭИК-ОЭСР-МЭА. Хайяма, 2000.
8. МГЭИК, 2003. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Хайяма, 2003.

<sup>12</sup> В соответствии с решениями Конференции Сторон РКИК ООН – см . документ Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам FCCC/SBSTA/2004/8.

<sup>13</sup> Представленные во Втором докладе об оценке МГЭИК.

<sup>14</sup> Доклады Группы экспертов содержится в документах РКИК ООН FCCC/IRR/2007/RUS от 18.02.2008 г. и FCCC/ARR/2006/RUS от 15.04.2008 г.

## 2. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫБРОСОВ И АБСОРБЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

В настоящую главу включены информация об общей динамике антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) шести основных парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за период с 1990 г. по 2006 г. Оценки эмиссии и поглощения парниковых газов были получены расчетным способом с использованием методологий МГЭИК и национальных методологий. Подробное описание использованных методов, данных и коэффициентов эмиссии, применительно к отдельным категориям источников и поглотителей парниковых газов приведено в разделах 3 – 8 настоящего доклада, в которых рассматриваются сектора кадастра<sup>15</sup>.

### 2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов в Российской Федерации

Данные о совокупных антропогенных выбросах парниковых газов в Российской Федерации (в CO<sub>2</sub>-экв.) за период с 1990 по 2006 гг. включительно представлены на рисунке 2.1 и в таблице 2.1. Как видно из рисунка 2.1, с 1990 года общий выброс значительно снизился (на 29,3 %). Представленный на рисунке тренд учитывает потоки CO<sub>2</sub> и других парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство», отличающиеся высокой (вплоть до изменения направления потока) межгодовой изменчивостью.

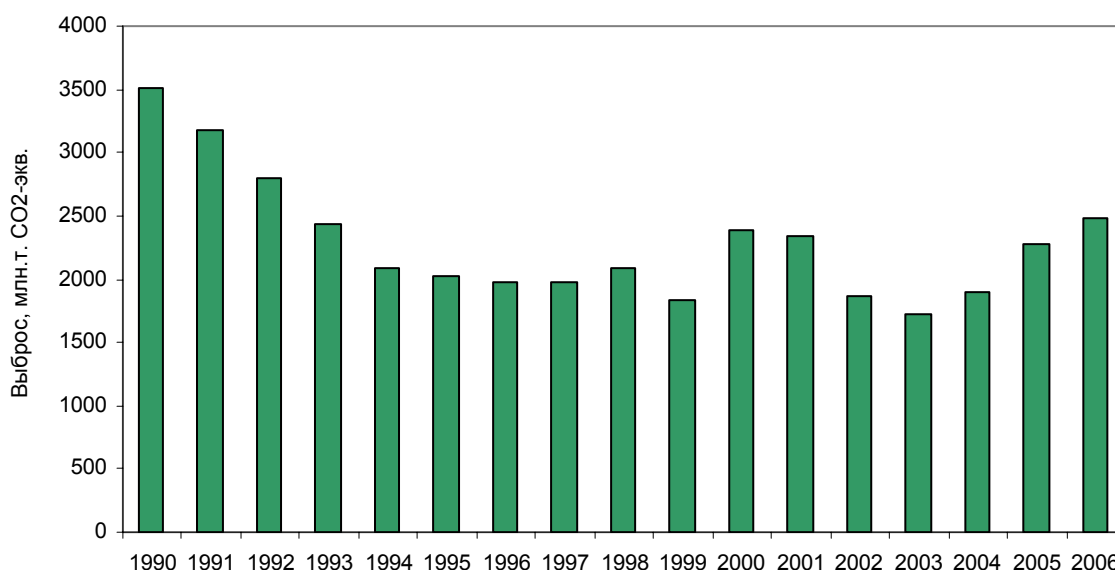


Рис. 2.1. Совокупный антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации с учетом землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

<sup>15</sup> Термины «энергетика», «промышленные процессы», «использование растворителей и другой продукции», «сельское хозяйство» и «отходы», используемые в настоящем докладе соответствуют определениям МГЭИК и не совпадают с традиционно употребляемыми в России определениями секторов (отраслей) экономики. В частности, к энергетическому сектору относятся – независимо от того в каких отраслях экономики они происходят, – сжигание всех видов топлива, а также технологические выбросы и утечки газообразных топливных продуктов в атмосферу.

Таблица 2.1

Динамика совокупных выбросов парниковых газов с территории Российской Федерации (млн. т. CO<sub>2</sub>-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO <sub>2</sub> , с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>																
2673,02	2366,44	2066,00	1726,99	1446,51	1415,34	1382,68	1405,34	1521,27	1284,24	1813,07	1765,45	1292,30	1132,89	1301,35	1678,80	1862,42
CO <sub>2</sub> , без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>																
2497,02	2347,73	1942,12	1839,71	1626,46	1572,31	1532,24	1456,75	1437,04	1473,02	1469,00	1488,11	1488,52	1518,40	1520,74	1521,33	1577,69
Метан (CH <sub>4</sub> ), с учетом ЗИЗЛХ																
581,67	565,25	519,96	505,79	471,25	453,11	446,26	420,17	426,35	423,32	434,04	437,17	445,96	463,49	467,80	472,06	483,72
Метан (CH <sub>4</sub> ), без учета ЗИЗЛХ																
578,04	563,45	518,32	503,95	469,95	452,26	441,73	418,25	420,15	421,21	430,74	435,27	442,72	458,11	466,39	470,49	480,94
Заись азота (N <sub>2</sub> O), с учетом ЗИЗЛХ																
221,37	208,79	190,02	173,54	154,42	139,85	130,30	123,12	109,83	103,67	107,45	107,92	108,99	105,92	104,24	101,60	100,95
Заись азота (N <sub>2</sub> O), без учета ЗИЗЛХ																
221,00	208,61	189,86	173,35	154,29	139,77	129,84	122,92	109,20	103,46	107,12	107,73	108,66	105,38	104,10	101,44	100,67
Гидрофторуглероды (ГФУ)																
14,80	14,51	10,97	6,55	6,09	6,92	6,11	7,90	9,34	10,20	12,60	12,28	9,13	8,13	12,24	13,32	13,59
Перфторуглероды (ПФУ)																
15,33	14,86	15,05	14,89	14,79	15,77	16,53	16,91	17,15	17,97	18,62	18,54	14,58	15,19	15,82	15,98	16,20
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )																
0,21	0,21	0,08	0,04	0,03	0,09	0,23	0,24	0,12	0,13	0,16	0,24	0,31	0,38	0,48	0,80	1,15
Всего, с учетом ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>																
3506,41	3170,06	2802,08	2427,80	2093,08	2031,08	1982,11	1973,68	2084,06	1839,53	2385,96	2341,62	1871,26	1725,99	1901,93	2282,56	2478,03
Всего, без учета ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>																
3326,40	3149,37	2676,40	2538,49	2271,59	2187,12	2126,69	2022,98	1993,00	2025,99	2038,25	2062,18	2063,92	2105,59	2119,77	2123,36	2190,24

<sup>1)</sup> Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.<sup>2)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от суммы по строкам в результате округления.

## 2.2 Тенденции выбросов по секторам

На рисунке 2.2 представлен, с разбивкой по секторам, выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство». Данные о динамике выбросов по всем секторам представлены в таблице 2.2.

Как видно из рисунка, с 1990 по 1998 гг. в Российской Федерации происходило уменьшение выбросов, затронувшее все секторы и связанное с общей экономической ситуацией в стране. В последующие годы, в период роста экономики наметилось устойчивое увеличение выбросов парниковых газов. В 2006 г. их выброс возрос на 9,9 % по сравнению с 1998 г. – годом с наименьшей величиной совокупного выброса парниковых газов. Распределение выбросов по секторам в течение 1990-2006 гг. изменялось сравнительно мало. По абсолютной величине доминируют выбросы от энергетического сектора (в 1990 и 2006 гг. их доля составила соответственно 81,4 % и 81,6 %). Уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора, в котором на протяжении 1998-2006 гг. роста выбросов не происходило (9,3 % и 6,0 % соответственно в 1990 и 2006 гг.). В отличие от других секторов, выбросы, связанные с отходами, превысили уровень базового года, достигнув в 2006 году 113,1 % от выбросов 1990 г.

Совокупный выброс парниковых газов в энергетическом, промышленном и аграрном секторе, а также при использовании растворителей и другой продукции и при обращении с отходами в 2006 году составил 2 190,24 млн.т. CO<sub>2</sub>-экв. и оставался значительно (на 34,2%) ниже уровня 1990 года. Следует отметить, что в целом темпы наблюдавшегося в последние годы роста выбросов были сравнительно невысокими, что связано как с общим повышением энергоэффективности, так и с происходившими в этот период структурными изменениями, в частности, с ростом доли непроизводственного сектора в экономике Российской Федерации (Четвертое..., 2006).

В свою очередь, динамика выбросов при землепользовании, изменениях в землепользовании и в лесном хозяйстве характеризуется высокой межгодовой изменчивостью, которая связана, прежде всего, с происходившими в течение ряда лет крупными лесными пожарами. На рисунке 2.3 представлен результирующий тренд выбросов парниковых газов, который определяется эмиссией от пахотных земель и лесных пожаров и поглощением диоксида углерода биомассой управляемых лесов страны. На рисунке эмиссия имеет положительный знак, а абсорбция (поглощение) – отрицательный.

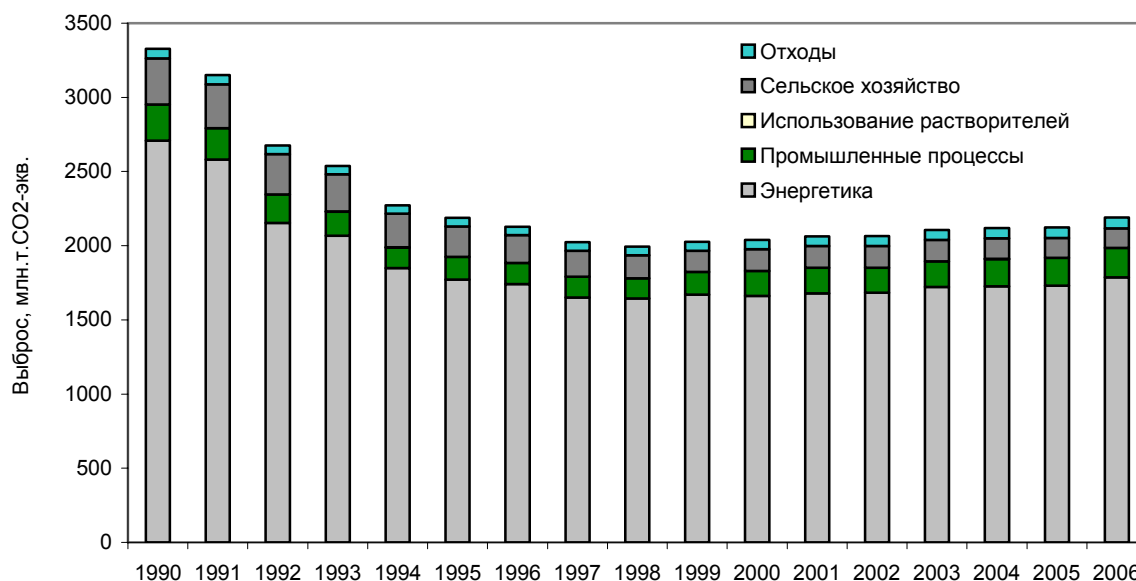


Рис. 2.2. Антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

Таблица 2.2

Выбросы парниковых газов Российской Федерации по секторам МГЭИК (млн. т. CO<sub>2</sub>-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Энергетика																
2707,43	2580,70	2153,19	2067,47	1848,44	1772,53	1741,95	1650,84	1645,14	1669,87	1660,80	1679,84	1683,42	1721,93	1726,68	1730,80	1786,91
Промышленные процессы																
244,42	210,42	192,20	162,08	139,71	152,39	140,94	140,41	134,32	152,47	168,14	170,58	167,26	172,92	183,78	186,73	198,30
Использование растворителей и другой продукции																
0,56	0,53	0,52	0,51	0,52	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Сельское хозяйство																
309,42	295,15	271,27	251,27	227,34	204,53	187,02	174,09	154,79	142,65	146,27	147,34	147,31	143,08	139,81	134,22	131,48
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство																
180,01	20,69	125,68	-110,69	-178,51	-156,04	-144,57	-49,30	91,06	-186,47	347,71	279,44	-192,66	-379,60	-217,84	159,20	287,79
Отходы																
64,57	62,58	59,21	57,17	55,60	57,16	56,26	57,13	58,23	60,49	62,51	63,88	65,40	67,13	68,97	71,07	73,02
Всего <sup>1)</sup>																
3506,41	3170,06	2802,08	2427,80	2093,08	2031,08	1982,11	1973,68	2084,06	1839,53	2385,96	2341,62	1871,26	1725,99	1901,93	2282,56	2478,03

<sup>1)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от суммы по строкам в результате округления.

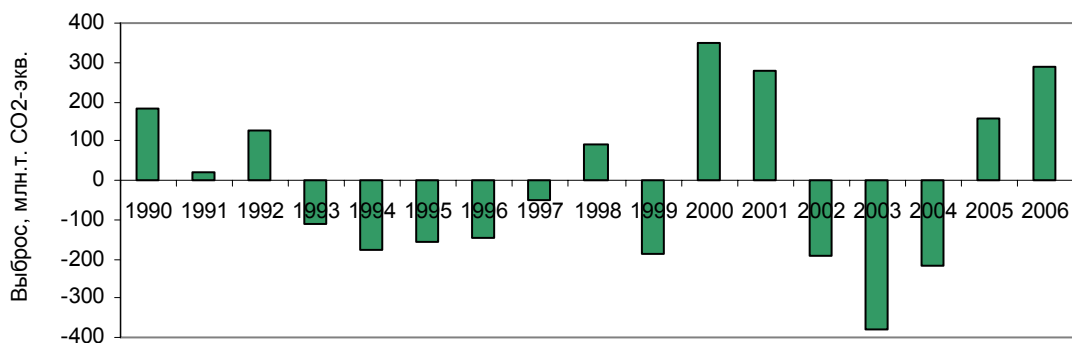


Рис. 2.3. Динамика антропогенной эмиссии и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»

Как следует из рисунка, в рассматриваемый период (1990-2006 гг.) антропогенные процессы (хозяйственная деятельность) в землепользовании и лесном хозяйстве, взятые в совокупности, приводили как к эмиссии, так и к поглощению парниковых газов. Выбросы наблюдались в 1990-1992 гг., когда в стране происходило достаточно интенсивное использование сельскохозяйственных земель и лесных ресурсов, а также 1998, 2000 и 2001 гг., выбросы за которые обусловлены лесными пожарами в сочетании со связанным с ними и продолжившимся в последующие годы усыханием поврежденных огнем древесных пород и кустарников. В 2005 и 2006 годах поглощение в данном секторе вновь сменилось выбросами.

### 2.3 Тенденции выбросов по газам

Вклад отдельных парниковых газов в их общий выброс иллюстрирует рисунок 2.4.

Как видно из рисунка, ведущая роль в эмиссии принадлежит CO<sub>2</sub>, источником которого служит, главным образом, энергетический сектор – сжигание ископаемого топлива, а также землепользование и лесное хозяйство. На втором месте находится CH<sub>4</sub> (нефтегазовая отрасль и добыча угля, относящиеся, согласно классификации МГЭИК, к энергетическому сектору, а также животноводство). Вклад гидрофторуглеродов, перфторуглеродов и гексафторида серы в совокупный выброс парниковых газов невелик. Некоторое сокращение доли N<sub>2</sub>O в совокупном выбросе, произошедшее на протяжении рассматриваемого периода, связано с уменьшением использования азотных удобрений в сельском хозяйстве.

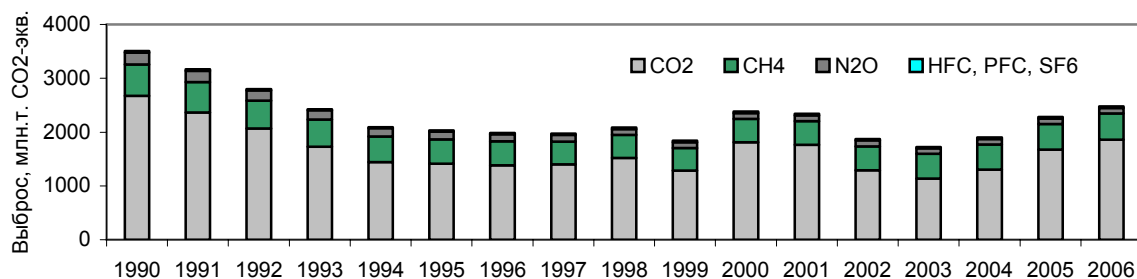


Рис. 2.4. Вклад отдельных парниковых газов в общий антропогенный выброс Российской Федерации

### Литература и источники данных

1. Четвертое национальное сообщение Российской Федерации. Издание официальное (Под ред. Ю.А. Израэля, А.И. Нахутина, С.М. Семенова и др.) -М.: АНО Метеоагентство Росгидромета, 2006, -164 с.



### 3. ЭНЕРГЕТИКА (СЕКТОР 1 ОФД)

#### 3.1 Обзор по сектору

Сектор «Энергетика» вносит наибольший вклад в общий антропогенный выброс парниковых газов России. В 1990 г. вклад сектора в совокупную антропогенную эмиссию парниковых газов (с учетом сектора «Землепользование, изменения землепользования и лесное хозяйство»), выраженную в  $\text{CO}_2$ -эквиваленте, составлял 77,2 %, а в 2006 г. он составил 72,1 %. Основные выбросы в этом секторе связаны со сжиганием добываемых в России видов природного топлива (нефть, природный и нефтяной (попутный) газ, уголь, и, в гораздо меньшей степени торф и горючие сланцы), а также продуктов их переработки (рис. 3.1).

Энергетический сектор является источником выбросов парниковых газов диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) и предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , летучих органических соединений неметанового ряда (НМЛОС) и  $\text{SO}_2$ ). В компонентном составе выбросов парниковых газов преобладает  $\text{CO}_2$  – на него в 2006 г. приходится 79,1 % всех выбросов по сектору. Вклады  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составляют 20,7 % и 0,2 % соответственно.

Согласно классификации МГЭИК, в секторе «Энергетика» представляются данные об эмиссии парниковых газов и предшественников озона от сжигания топлив (1.A), их утечек и испарения (1.B), а также справочные данные об использовании топлив для выполнения международных авиационных и морских перевозок и при сжигании биомассы в энергетических целях (1.C). Эмиссия от утечек и испарения топлив (или фугитивная эмиссия) включает выбросы от добычи, хранения, первичной переработки, транспортировки и потребления нефти, угля и газа, а также выбросы от сжигания топлив в тех случаях, когда энергия от сжигания не используется (например, сжигание нефтяного (попутного) газа на нефтепромыслах, сжигание технологических газов различных производств и т.д.).

С 1990 по 1998 гг. совокупные выбросы от энергетического сектора снизились на 39,2 % вследствие экономических факторов, повлекших за собой уменьшение потребления ископаемых топлив. После 1998 года начался рост экономики, который продолжается до настоящего времени и сопровождается повышением ее энергоэффективности. В результате потребление ископаемых топлив в стране увеличивалось относительно низкими темпами, и, соответственно, невысокими темпами возрастали выбросы парниковых газов в энергетическом секторе. В 2006 году общие выбросы парниковых газов в эквиваленте  $\text{CO}_2$  составили более 1,79 млрд. т (1 786 907,78 Гг  $\text{CO}_2$ -экв.), что на 34,0 % ниже уровня 1990 года. Результаты оценок выбросов парниковых газов по сектору «Энергетика» с 1990 по 2006 гг. включительно приведены в таблицах 3.1. и 3.2. Оценки выбросов газов с косвенным парниковым эффектом представлены на рисунке 3.2.

В соответствующих разделах по каждой категории источников обсуждаются неопределенности оценок выбросов, мероприятия по обеспечению и контролю их качества и планируемые усовершенствования.

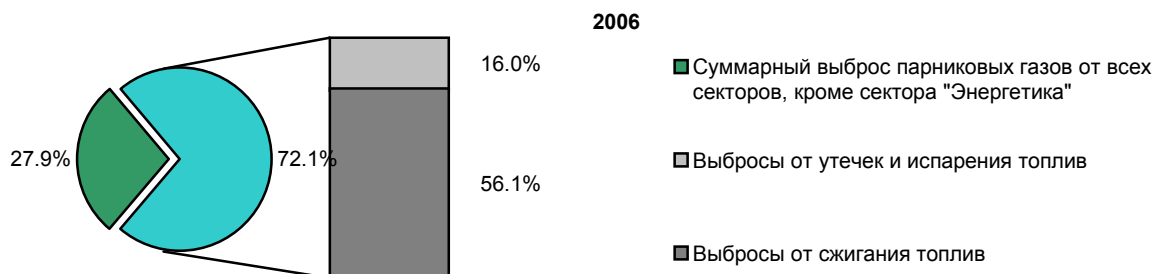


Рис. 3.1. Вклад энергетического сектора в совокупный выброс парниковых газов в 2006 г.

Таблица 3.1

Выбросы парниковых газов от основных категорий источников энергетического сектора с 1990 по 2006 гг. (Тг CO<sub>2</sub>-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1.А Сжигание топлива																
1.АА Подход по секторам																
2282,6	2164,7	1772,1	1698,9	1506,1	1440,0	1410,4	1335,8	1322,4	1341,6	1324,3	1340,7	1330,4	1354,5	1347,8	1345,8	1391,3
1.В Утечки и испарение топлив																
1.В.1 Твердые топлива																
67,2	56,9	56,4	51,2	45,4	43,6	41,3	38,7	35,4	38,4	39,2	41,2	38,6	41,4	42,8	44,5	46,7
1.В.2 Нефть и газ																
357,6	359,1	324,7	317,4	296,9	289,0	290,3	276,4	287,3	289,9	297,3	298,0	314,5	326,0	336,2	340,5	348,9
Всего																
2707,4	2580,7	2153,2	2067,5	1848,4	1772,5	1741,9	1650,8	1645,1	1669,9	1660,8	1679,8	1683,4	1721,9	1726,7	1730,8	1786,8
Использование топлив в международных морских и авиационных перевозках <sup>1)</sup>																
12,3	11,1	9,6	9,6	8,7	8,8	9,8	9,4	8,5	7,9	7,4	8,0	8,3	8,4	9,5	10,5	11,4
Сжигание биомассы в энергетических целях <sup>1)</sup>																
62,2	60,9	49,7	47,8	32,3	28,8	24,7	21,4	16,6	21,5	17,9	17,3	16,5	16,4	15,8	15,7	15,8

<sup>1)</sup> Данные об эмиссии от использования топлив при международных морских и авиационных перевозках и сжигания биомассы в энергетических целях не включаются в совокупные выбросы парниковых газов от энергетического сектора.

Таблица 3.2

Выбросы парниковых газов в энергетическом секторе с 1990 по 2006 гг. (Тг CO<sub>2</sub>-экв.)

Газ	Год																
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO <sub>2</sub>	2287,4	2171,1	1779,5	1702,0	1510,0	1445,3	1416,9	1343,9	1331,5	1351,3	1335,2	1351,7	1348,9	1372,7	1369,2	1368,6	1414,3
CH <sub>4</sub>	413,5	403,3	368,7	360,8	334,5	323,4	321,4	303,6	310,6	315,3	322,5	325,0	331,4	346,2	354,4	359,2	369,4
N <sub>2</sub> O	6,6	6,3	5,0	4,7	3,9	3,8	3,6	3,4	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,1
Всего	2707,4	2580,7	2153,2	2067,5	1848,4	1772,5	1741,9	1650,8	1645,1	1669,9	1660,8	1679,8	1683,4	1721,9	1726,7	1730,8	1786,8

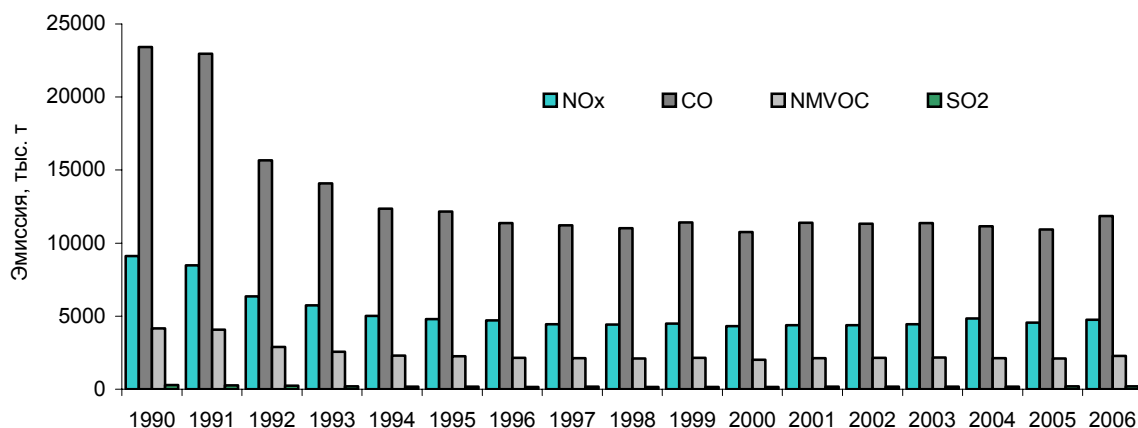


Рис. 3.2. Совокупные выбросы газов с косвенным парниковым эффектом в энергетическом секторе

Как видно из рисунка 3.2, эмиссия газов с косвенным парниковым эффектом в последние годы сокращается. Это обусловлено тем, что общее потребление топлив еще пока не достигло уровня 1990 года и, кроме того, ростом энергоэффективности экономики, совершенствованием систем газоочистки и усилением мероприятий по контролю качества окружающей среды.

### 3.2 Сжигание топлива (1.A)

#### 3.2.1 Обзор подраздела

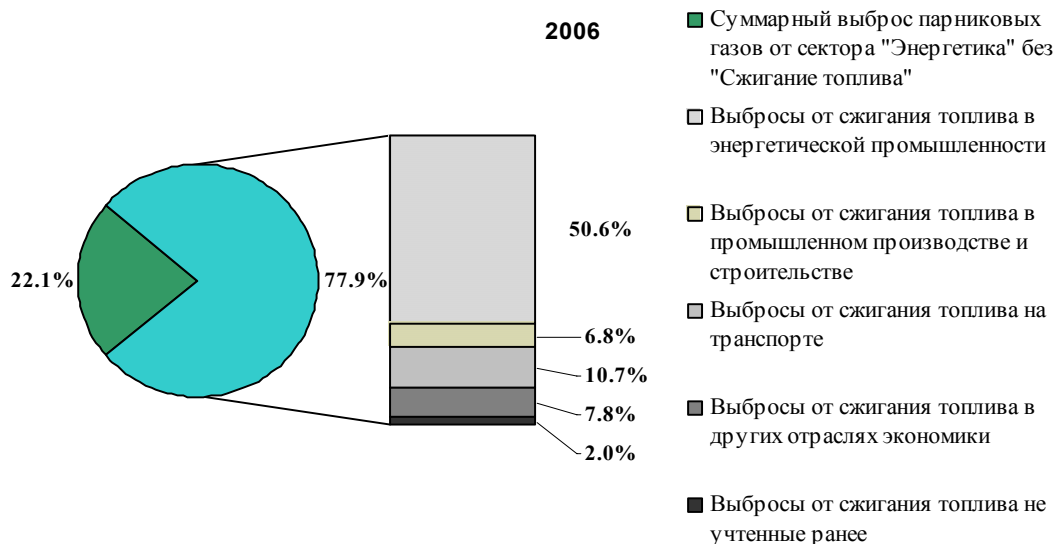
Расчеты выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива проведены для всего временного ряда с 1990 по 2006 год с использованием базового (по основным видам топлива) и секторного (по основным категориям источников) подходов, соответствующих 1 ряду методов МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2006). Выбросы от некоторых подкатегорий источников рассчитаны в соответствии с 2 рядом методов МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2006) с использованием национальных коэффициентов эмиссии. Эмиссия других, кроме CO<sub>2</sub>, газов при сжигании топлива рассчитана по категориям источников так же для всего временного ряда с 1990 по 2006 гг. В кадастре этого года, проведены так же перерасчеты выбросов CO<sub>2</sub> за предыдущие годы, связанные с уточнением исходных данных и исправлением некоторых неточностей.

Суммарные выбросы парниковых газов при сжигании топлива в 2006 году составляли 1 391 269,49 Гг в CO<sub>2</sub> эквиваленте, что на 39,0 % меньше, чем в 1990 году. На долю сжигания топлива в 1990 г. в России приходилось 65,1 % общего для страны выброса парниковых газов (в CO<sub>2</sub>-эквиваленте с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство») и 84,3 % общих выбросов в секторе «Энергетика», в 2006 г эти цифры составили соответственно, 56,1 % и 77,9 %.

В 2006 году 50,6 % выбросов от сектора «Энергетика» определяло сжигание топлива в энергетической промышленности, сжигание топлива на транспорте вносило 10,7 % суммарных выбросов парниковых газов от сектора, сжигание топлива в других отраслях экономики внесло 7,8 %, а в промышленности – 6,8 % (рис. 3.3). По сравнению в предыдущим годом доли вклада основных подкатегорий источников в суммарные выбросы парниковых газов при сжигании топлива изменились незначительно.

В России широко используются все основные ископаемые топлива – уголь, нефть и природный газ, а так же продукты их переработки. Значительные количества нефти, нефтепродуктов и газа экспортируются. В относительно небольших количествах в качестве топлива используется торф, и в очень незначительных – горючие сланцы.

Основными категориями источников парниковых газов при сжигании топлив являются перерабатывающая промышленность, производство тепло- и электроэнергии, промышленное производство, сельское хозяйство, транспорт, коммунальная отрасль, конечное потребление населением.



*Рис. 3.3. Доля сжигания топлива в суммарном выбросе парниковых газов от сектора «Энергетика» в 2006 г.*

В оценку общих выбросов от сжигания топлива, в соответствии с требованиями РКИК ООН и МГЭИК, не включались выбросы от топлив, использованных для международных морских и авиационных перевозок (бункерное топливо). Не включались также выбросы от использования топлива из биомассы (в России к такому топливу относится, в основном, древесное топливо), поскольку выбросы парниковых газов в результате таких процессов относятся к сектору «Землепользование, изменения землепользования и лесное хозяйство». Оценки выбросов от производства чугуна и стали производились в секторе «промышленные процессы», поэтому и выбросы от использования кокса в черной металлургии отнесены к данному сектору (кокс является одновременно топливом и сырьем в металлургическом производстве). Для того, чтобы избежать двойного учета соответствующее этим выбросам количество кокса вычиталось из расчетов выбросов от сжигания топлива в подкатегории 1.A.2a – Черная металлургия.

В кадастре 2008 года по сравнению с предыдущими кадастрами были проведены уточнения, касающиеся неэнергетического использования топлив. Весь временной ряд данных по использованию кокса в черной металлургии, производству и неэнергетическому использованию нефтебитума и смазочных материалов согласован с данными, используемыми при проведении расчетов в секторе 2 ОФД – Промышленные процессы (Раздел 4). В результате для всего временного ряда значительно возрастает количество захороненного углерода и сокращаются объемы выбросов CO<sub>2</sub>, рассчитанные по базовому подходу, что приводит к сокращению разницы выбросов CO<sub>2</sub>, рассчитанных по базовому и секторному подходам.

Расхождение значений выбросов CO<sub>2</sub>, для базового подхода МГЭИК и подхода по категориям источников (секторного подхода) в 2006 году составило 3,3 %.

### **3.2.2 Базовый подход (по видам топлива) – 1.AB**

#### **3.2.2.1 Обзор**

В соответствии с Пересмотренными руководящими принципами МГЭИК (1996) для проведения расчетов выбросов CO<sub>2</sub> по базовой методике был использован метод уровня 1 – по типам топлива. Для каждого года за период с 1990 по 2006 гг. были оценены выбросы CO<sub>2</sub> при сжигании первичных и вторичных видов топлива. Оценки в основном базировались на данных национального топливного баланса, подготовленного Росстатом. В случае 1990 года, оценки выбросов проводились на основе топливного баланса СССР, в той части, которая относится к Российской Федерации.

Основными источниками выбросов углекислого газа при реализации базового подхода является сжигание нефти, газового конденсата, природного газа, каменного и бурого углей, коксующегося угля и антрацитов. В незначительных количествах сжигается так же торф и горючие сланцы. Из вторичных топлив учитывается изменение нетто объемов ввозимых в страну бензина, дизельного топлива, мазута, сжиженного газа, других видов моторного топлива, угольных брикетов и металлургического кокса.

Выбросы CO<sub>2</sub> в 2006 году от сжигания топлива, рассчитанные с использованием базового подхода по видам топлива составили 1431523.63 Гг, что на 42,6% меньше, чем в 1990 году. Временной ряд выбросов углекислого газа при сжигании топлива с указанием выбросов по основным видам топлива приведен в таблице 3.3.

### 3.2.2.2 Методологические вопросы

#### Исходные данные

Для расчетной оценки выбросов CO<sub>2</sub> использовался базовый подход МГЭИК. В качестве исходной информации использовались данные о производстве, экспорте, импорте и изменении стока первичных видов топлив. Производство вторичных видов топлив в расчете не использовалось для того, что бы избежать двойного учета выброса CO<sub>2</sub> при переработке первичных вида топлив.

В период с 1992 по 1999 год для расчетов использовались данные национальной статистики, представляемые Росстатом в банк данных Международного Энергетического Агентства. Расчеты за 1990, 1991 и 2000-2006 года для расчетов использовались данные по производству, экспорту, импорту и изменению запаса топлив, предоставленные Росстатом. Исходные данные топливно-энергетического баланса являются конфиденциальной информацией. Краткий расчетный баланс энергоресурсов Российской Федерации за 2006 г. приведен в Приложении 2 к настоящему докладу. Временной тренд потребления топлива в России приведен в таблице 3.4.

#### Методология расчета

По методике МГЭИК (МГЭИК, 1996) фактическое потребление топлива рассчитывается с использованием данных о производстве, экспорте, импорте и изменении стока первичных видов топлив, а так же экспорте, импорте и изменении стока вторичных видов топлив по формуле:

$$\text{Фактическое потребление} =$$

$$\text{Производство} + \text{Импорт} - \text{Экспорт} - \text{Международный бункер} - \text{Изменение запасов}$$

Количество топлива (дизельное топливо, мазут, авиационный керосин), используемого в качестве международного бункера было получено расчетным путем, на основании данных национальной статистики.

Исходные данные за период с 1992 по 2004 год приведены в тысячах тонн, а за 1990 и 2005, 2006 в тысячах тонн условного топлива. Для преобразования исходных данных в общие энергетические единицы (ТДж) использовались переводные множители МГЭИК, коэффициенты МЭА для перевода в тонны нефтяного эквивалента, а так же национальные коэффициенты перевода в тонны условного топлива. Итоговые коэффициенты для всех видов топлива, включенных в расчеты, приведены в таблице 3.5.

Коэффициенты эмиссии, доля окисленного углерода и другие параметры расчетов, используемые в инвентаризации по методу уровня 1 – по видам топлив – взяты из Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК, за исключением коэффициента перевода из физических единиц в энергетические. Коэффициенты перевода (ед/ТДж) были рассчитаны тем же методом, который описан в части 1.А. Сжигание топлива – Секторный подход.

Все выбросы, относящиеся к использованию доменного газа, учтены в секторе 2.С.1 – Промышленные процессы – Черная металлургия. Поэтому, для того, чтобы избежать двойного учета доменный газ исключен из расчетов в секторе 1.А. – Сжигание топлива в соответствии с рекомендациями Руководящих указаний по эффективной практике (МГЭИК, 2003, 3.1.3.1. Черная металлургия, Методологические вопросы, стр. 3.25).

Таблица 3.3.

Выброс CO<sub>2</sub> при сжигании топлива по видам топлива, Гт

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего, в том числе	2,49	2,41	1,87	1,79	1,56	1,51	1,49	1,42	1,38	1,40	1,41	1,40	1,39	1,42	1,41	1,41	1,43
Жидкое топливо	0,95	0,90	0,61	0,55	0,41	0,41	0,37	0,36	0,34	0,35	0,35	0,35	0,33	0,32	0,32	0,33	0,32
Твердое топливо	0,63	0,60	0,44	0,43	0,39	0,37	0,39	0,34	0,32	0,33	0,33	0,31	0,31	0,31	0,29	0,28	0,29
Газ	0,92	0,91	0,83	0,81	0,75	0,73	0,74	0,72	0,72	0,72	0,73	0,75	0,75	0,79	0,80	0,80	0,82

Таблица 3.4

Временной тренд потребления топлива в России в % к 1990 г.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего, в том числе	100,00	96,70	77,11	73,58	64,04	61,99	60,90	58,70	57,40	58,51	59,05	59,22	58,91	60,59	60,68	60,86	64,07
Жидкое топливо	100,00	94,67	66,74	60,45	45,30	44,16	39,58	38,95	37,24	38,25	38,06	37,55	36,50	35,95	35,80	36,61	38,00
Твердое топливо	100,00	93,40	69,81	67,77	62,18	59,94	61,67	55,46	52,34	54,15	54,79	53,15	53,24	53,46	51,97	49,84	55,18
Газ	100,00	99,80	88,63	86,61	79,71	77,03	77,44	75,80	75,65	76,53	77,59	79,13	79,21	83,33	84,31	85,05	87,42

Таблица 3.5

Расчетные коэффициенты перевода в энергетические единицы, используемые для проведения инвентаризации

Топливо	Единица	Переводный множитель (ТДж/ед)	Топливо	Единица	Переводный множитель (ТДж/ед)
Сырая нефть	тыс.т	41,899	Коксующийся уголь	тыс.т	22,817
Газовый конденсат	тыс.т	41,909	Каменный уголь	тыс.т	20,51
Бензин	тыс.т	43,657	Бурый уголь	тыс.т	14,328
Авиационный керосин	тыс.т	43,071	Нефтяные сланцы	тыс.т	6,886
Другие керосины	тыс.т	43,071	Торф	тыс.т	9,962
Дизельное топливо	тыс.т	42,485	Угольные брикеты	тыс.т	17,58
Мазут	тыс.т	40,141	Кокс металлургический сухой	тыс.т	29,007
Сжиженный газ	тыс.т	46,001	Природный газ	млн м <sup>3</sup>	33,812
Лигроин	тыс.т	45,007	Крекингový газ	тыс.т	43,950
Нефтебитум	тыс.т	28,128	Коксовый газ	млн м <sup>3</sup>	16,701
Кокс нефтяной	тыс.т	31,351	Любое топливо в единицах тут	тут	29,3
Другие жидкие топлива	тыс.т	43,071			

### ***Накопленный углерод и неэнергетическое использование топлив***

Расчет накопленного углерода проводился для лигроина, битума, смазочных материалов, сырой нефти, полученной из битумного угля и смолы, природного газа, дизельного топлива и сжиженного газа в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК (1996). Российский топливный баланс предоставляет данные о количестве топлива, используемого для неэнергетических целей. Однако, не все из этих топлив включены в расчет накопленного углерода при неэнергетическом использовании, потому что не для всех топлив имеются коэффициенты, определяющие долю захороненного углерода.

Выбросы от использования кокса в черной металлургии учитываются в секторе 2.С.1. «Промышленные процессы, Черная металлургия». Для того, что бы избежать двойного учета весь кокс, отнесенный в национальной статистике к черной металлургии, в кадастре в секторе 1.А.1 – «Сжигание топлива, базовый подход» рассматривается как накопленный углерод. Таким образом, данные о накопленном углероде за счет использования кокса черной металлургии вычтены из расчетов эмиссии CO<sub>2</sub> по базовому методу.

В кадастре 2008 года по сравнению с предыдущими кадастрами были проведены уточнения, касающиеся неэнергетического использования топлив. В соответствии с замечаниями и предложениями Группы углубленного рассмотрения кадастра парниковых газов, весь временной ряд данных по использованию кокса в черной металлургии, производству и неэнергетическому использованию нефтебитума и смазочных материалов согласован с данными, используемыми при проведении расчетов в секторе 2 ОФД – Промышленные процессы (Глава 4). Эти уточнения привели к изменению доли общего количества топлива, включенного в инвентаризацию выбросов парниковых газов в разделе неэнергетическое использование от общего количества топлив, используемых в неэнергетических целях согласно ТЭБ. В кадастре 2007 года этот показатель изменялся от 25 до 50 %. В таблице 3.6. приведены данные о количестве топлива, включенного в расчет накопленного углерода в кадастре 2008 года.

*Таблица 3.6*

*Общее количества топлива в энергетических единицах, используемого для неэнергетических целей в России, и общее количество топлива, включенного в расчеты эмиссии парниковых газов (ТДж)*

Год	Общее неэнергетическое использование	Включено в расчеты	Доля
1990	6398332.36	4181411.24	65.4%
1991	НД	3936134.75	НД
1992	НД	2588620.85	НД
1993	НД	2495073.87	НД
1994	2941712.29	1811394.98	61.6%
1995	2898435.56	1657375.81	57.2%
1996	2754027.15	1404069.83	51.0%
1997	2788268.67	1477859.71	53.0%
1998	3164798.67	1472526.70	46.5%
1999	4442445.46	1616267.62	36.4%
2000	4548120.45	1887603.54	41.5%
2001	4303530.56	1840198.52	42.8%
2002	3327783.71	1828015.04	54.9%
2003	3689612.14	1912106.74	51.8%
2004	3870009.69	1943055.46	50.2%
2005	3834801.35	2140825.15	55.8%
2006	3988140.46	2250012.31	56.4%

НД – нет данных

Как видно из таблицы доля учтенного неэнергетического использования топлива увеличилась в результате произведенных пересчетов до 36-65 %. По сравнению с данными, приведенными в Национальном докладе о кадастре за 1990-2005 гг., изменилось и общее неэнергетическое использование топлива для всего ряда лет. Для корректного определения доли учтенного неэнергетического использования топлива, к данным по суммарному неэнергетическому использованию топлива, приведенным в материалах Росстата, были добавлены рассчитанные в секторе «Промышленные процессы» объемы неэнергетического использования смазочных материалов, битума и кокса. Для временного ряда с 1992 по 1999 годы, когда в качестве исходных данных для расчета использовались данные национальной статистики, представляемые Росстатом в банк данных Международного Энергетического Агентства (МЭА), объемы неэнергетического использования смазочных материалов и битума, оцененные МЭА, были вычтены из суммарного неэнергетического использования топлива.

Временные изменения доли учтенного в расчетах неэнергетического использования топлива обусловлены изменениями структуры топлива, потребляемого для неэнергетических целей в промышленности во время кризиса и восстановления экономики.

### 3.2.2.3 Тренды выбросов углекислого газа

Динамика выбросов углекислого газа от сжигания топлива в Российской Федерации (табл. 3.7, рис. 3.4) определялась в основном изменением объемов потребления и компонентного состава топливного баланса. В период с 1990 по 1998 гг. в стране наблюдалось значительное снижение выбросов CO<sub>2</sub>, выбросы 1998 года составили 55,4 % от выбросов 1990 года. После 1998 года наметилась стабилизация объемов выбросов углекислого газа на уровне около 1,4 т CO<sub>2</sub>. Оцененная с применением базового подхода эмиссия CO<sub>2</sub> в 2006 году составляет 1 431 523,63 Гг CO<sub>2</sub> или 59,3 % от объема эмиссии 1990 года.

Таблица 3.7

*Временной тренд выбросов CO<sub>2</sub> в России в % к 1990 г.*

Год	Всего	Жидкое топливо	Твердое топливо	Газ
1990	100,00	100,00	100,00	100,00
1991	96,79	94,65	95,64	99,80
1992	75,20	64,00	69,30	90,84
1993	71,66	57,60	67,95	88,75
1994	62,53	43,57	62,55	82,13
1995	60,46	43,10	58,81	79,55
1996	59,74	38,64	61,59	80,29
1997	56,99	38,06	54,39	78,37
1998	55,40	36,01	51,41	78,20
1999	56,23	37,12	51,79	79,03
2000	56,38	36,70	51,73	79,94
2001	56,27	36,45	49,34	81,54
2002	55,69	35,03	48,73	81,85
2003	57,04	34,26	49,10	86,06
2004	56,74	34,00	46,77	87,09
2005	56,70	34,83	44,95	87,38
2006	59,34	35,78	48,08	89,85



За период с 1990 по 2006 гг. произошло значительное изменение доли потребления различных видов топлив, а следовательно и вкладов от сжигания твердых, жидких и газообразных топлив в суммарную эмиссию CO<sub>2</sub> в России (рис. 3.5, табл. 3.7). В 2006 году по сравнению с 1990 годом на 21 % выросла доля выбросов углекислого газа, обусловленная сжиганием природного газа, а доли выбросов, обусловленные сжиганием жидких и твердых топлив, сократились, соответственно на 16 % и 5 %.

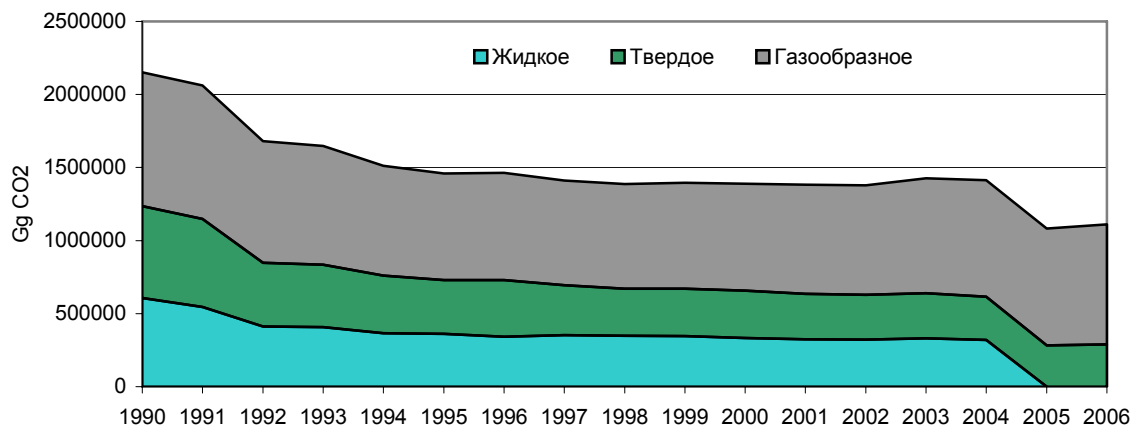


Рис. 3.4. Тренды выбросов углекислого газа от сжигания различных видов топлива с 1990 по 2006 гг., Гг

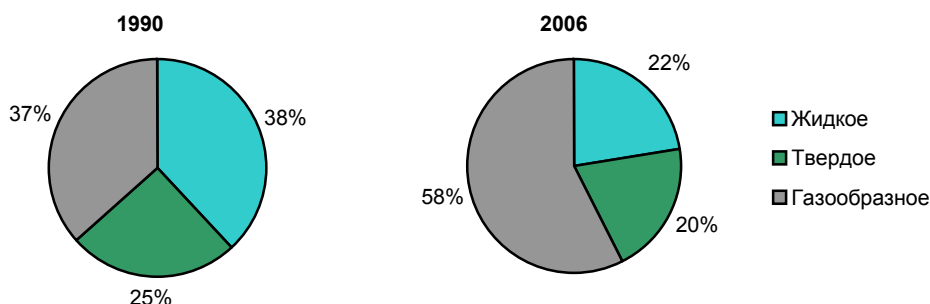


Рис. 3.5. Вклад различных видов топлив в суммарный выброс CO<sub>2</sub> от сжигания топлива в 1990 и 2006 годах

#### 3.2.2.4 Оценка и контроль качества, перерасчеты и планируемые усовершенствования

В кадастре 2008 года при оценке выбросов парниковых газов от сжигания топлива с использованием базового подхода был проведен ряд перерасчетов, связанных с уточнением и исправлением исходных данных, а так же выполненных в соответствии с замечаниями и предложениями Группы углубленного рассмотрения кадастра парниковых газов.

Весь временной ряд данных по использованию кокса в черной металлургии, производству и неэнергетическому использованию нефтебитума и смазочных материалов согласован с данными, используемыми при проведении расчетов в секторе 2 ОФД – Промышленные процессы (Глава 4).

Данные по сжиганию отходов согласованы с расчетами, проведенными для оценки выбросов парниковых газов в секторе 6 ОФД – Отходы. Сжигание твердых бытовых отходов, добавленное в предыдущей версии кадастра в расчет по базовому подходу в 1990 и 2004 годах, были убраны из расчетов, так как ТБО в данном случае являются аналогом вторичного топлива и в расчете по базовому подходу не должны учитываться. Данные по промышленным отходам включены в расчеты по базовому подходу только для тех лет, для которых имеется информация об изменении запаса промышленных отходов, данные о производстве в расчетах не используются, так как промышленные отходы в данном случае так же являются аналогом вторичных топлив.

Для оценки и контроля качества применялись стандартные процедуры, включая контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы.

Обеспечение качества инвентаризации выполняется на этапах сбора и электронного ввода данных о деятельности коэффициентов эмиссии и расчетных коэффициентов. Исходные данные и результаты расчетов сравниваются по годам и отдельным категориям источников. Указанные меры позволяют выявить ошибки при вводе данных и выполнении оценок эмиссии. Указанные мероприятия проводятся регулярно и выполняются в несколько этапов по мере подготовки инвентаризации.

По методическим вопросам сбора данных проводились консультации со специалистами Росстата, Энергетического углеродного фонда РАО ЕЭС России, международного энергетического агентства.

Элементом контроля качества кадастра является внешняя проверка исходных данных и оценок выбросов специалистами федеральных министерств и ведомств. В частности, большой объем работы по проверке исходных данных проведен специалистами Росстата.

### **3.2.3 Секторный подход (по категориям источников) – 1.АА**

В соответствии с методикой МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2006) при расчетах с использованием секторного подхода определялись выбросы по категориям источников углекислого газа, других парниковых газов  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , а так же газов с косвенным парниковым эффектом –  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , неметановых углеводородов на основе статистических данных о сжигании топлива по секторам экономики.

В соответствии с отчетной структурой РКИК ООН, соответствующей Пересмотренным руководящим принципам МГЭИК 1996, инвентаризация выбросов парниковых газов включает оценку выбросов от энергетической промышленности при переработке топлива и производстве энергии (1.А1), промышленного производства и строительства (1.А2), транспорта (1.А3), других отраслей экономики (1.А4), включая коммерческое использование (1.А4а), использование в жилом секторе (1.А4б), сельское хозяйство, рыболовство и лесоводство (1.А4с), других видов сжигания топлива (1.А5).

Суммарная эмиссия парниковых газов от сжигания топлива при расчетах по категориям источников составила 1 391 269,48 Гг, что на 38,9 % меньше, чем в 1990 году. Вклад отдельных подкатегорий в эмиссию парниковых газов для всего временного ряда с 1990 по 2006 гг. показан на рисунке 3.6.

Для проведения инвентаризации в категории 1.А Сжигание топлива использованы в основном определенные МГЭИК параметры (коэффициенты эмиссии, доли окисленного углерода и др.), кроме коэффициентов эмиссии для подкатегории 1.А.1 – Энергетическая промышленность и переводных множителей.

Исходные данные представляются в российской национальной статистике в физических единицах (тыс.т, млн.  $\text{м}^3$  и др.) или в унифицированных энергетических единицах – тоннах условного топлива. Значения низшей теплоты сжигания топлива, используемые для перевода исходных данных в ТДж, взяты с учетом свойств национальных топлив и рассчитаны по формуле:

$$C (\text{ед/ТДж}) = 29,3 * C_{\text{исе}} (\text{ед/тут}),$$

где 29,3 - переводный множитель из тут в ТДж.

Для перевода физических единиц в тонны условного топлива использовались переводные множители (ед/тут) утвержденные Росстатом (Росстат, 1999). Итоговые расчетные переводные множители, используемые для проведения инвентаризации, приведены в таблице 3.6.

Все выбросы, относящиеся к использованию доменного газа, учтены в секторе 2.C.1 – Промышленные процессы – Черная металлургия. Поэтому, для того, что бы избежать двойного учета, доменный газ исключен из расчетов в секторе 1.A. – Сжигание топлива в соответствии с рекомендациями Руководящих указаний по эффективной практике (МГЭИК, 2003, 3.1.3.1. Черная металлургия, Методологические вопросы, стр. 3.25).

Временной ряд суммарных выбросов парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub> при сжигании топлива с указанием выбросов по основным категориям источников представлен в таблице 3.8.

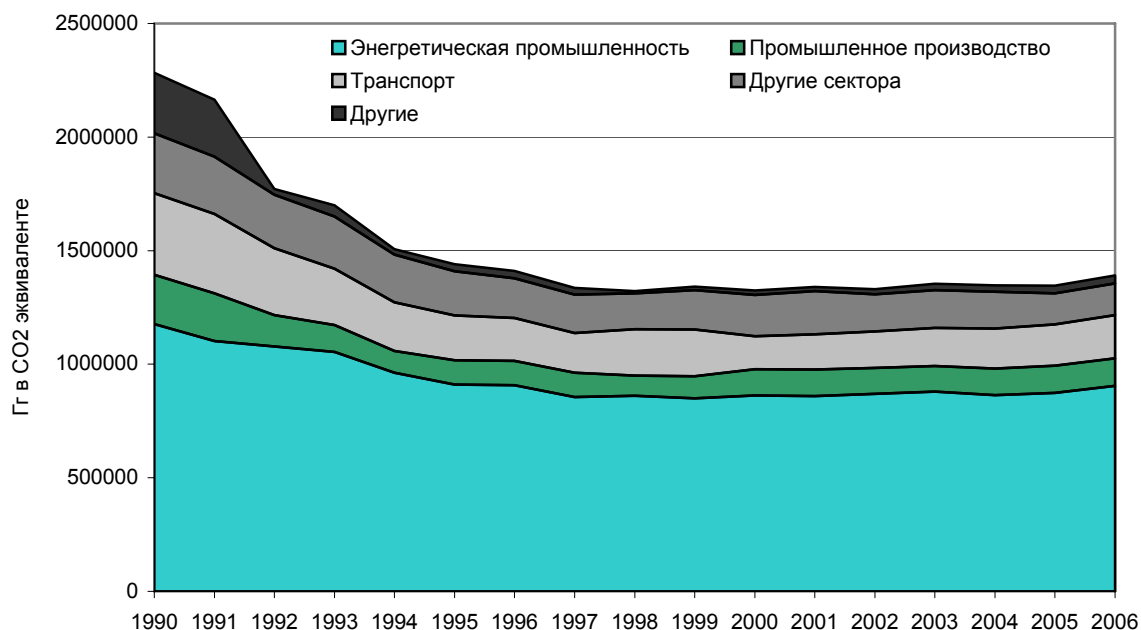


Рис. 3.6. Выбросы парниковых газов при сжигании топлива по категориям источников (Гг в CO<sub>2</sub> эквиваленте)

Таблица 3.8

Эмиссия парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub> при сжигании топлива по категориям источников, Гт

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего																
2,28	2,16	1,77	1,70	1,51	1,44	1,41	1,34	1,32	1,34	1,32	1,34	1,33	1,35	1,35	1,35	1,39
Энергетическая промышленность																
1,18	1,10	1,08	1,05	0,96	0,91	0,91	0,86	0,86	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,86	0,87	0,90
Промышленное производство																
0,22	0,21	0,14	0,12	0,09	0,11	0,11	0,11	0,09	0,10	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Транспорт																
0,36	0,35	0,29	0,25	0,22	0,20	0,19	0,18	0,20	0,21	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19
Другие сектора																
0,26	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19	0,17	0,17	0,16	0,17	0,18	0,19	0,16	0,17	0,16	0,14	0,14
Другие																
0,27	0,25	0,03	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04

### 3.2.3.1 Энергетическая промышленность (1.A1)

#### Обзор

К категории энергетическая промышленность в соответствии с инструкцией Пересмотренных руководящих принципов национальной инвентаризации парниковых газов, МГЭИК, 1996 относятся выбросы от сжигания топлива при добыче, переработке топлив и производстве энергии.

Суммарная эмиссия парниковых газов от категории 1.A.1. «Энергетическая промышленность» в 2006 году составила 904 255,09 Гг CO<sub>2</sub> из них 99,72 % приходится на выбросы CO<sub>2</sub>. Выбросы от сжигания топлива для энергетических целей определяет 65,1 % выбросов CO<sub>2</sub> от всего сжигания топлива.

Временной тренд выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива при добыче, переработке топлив и производстве энергии в России приведен на рисунке 3.7.

#### Методологические вопросы

В соответствии с методикой МГЭИК в секторе энергетическое использование топлива учитывалось топливо, сжигаемое для производства электроэнергии и тепла, а так же при производстве и трансформации энергии для собственного теплоснабжения и собственных нужд. Топливо, преобразуемое во вторичные виды топлива при помощи физических и химических процессов, не включающих горение, в расчеты не включалось.

Для оценки выбросов в данной категории в 1992-1999 гг. использовались данные российской национальной статистики, сформированные в соответствии с требованиями представления информации в базу данных Международного Энергетического Агентства. При расчете эмиссии учитывались данные, отнесенные к энергетическому сектору и сектору преобразования топлив, за вычетом потребления первичных видов топлива, идущих на производство вторичного топлива.

Расчеты для 1990, 1991, 2000-2004 годов проводились с использованием исходных данных, предоставленных Росстатом. Российская национальная статистика предоставляет данные о сжигании топлива для преобразование в другие виды энергии (электро- и тепло-), а так же о сжигании топлива для производство продукции в топливной промышленности и энергетике. Все эти данные суммированы и использованы для расчета эмиссии от сжигания топлива в категории 1.A.1. Энергетическая промышленность.

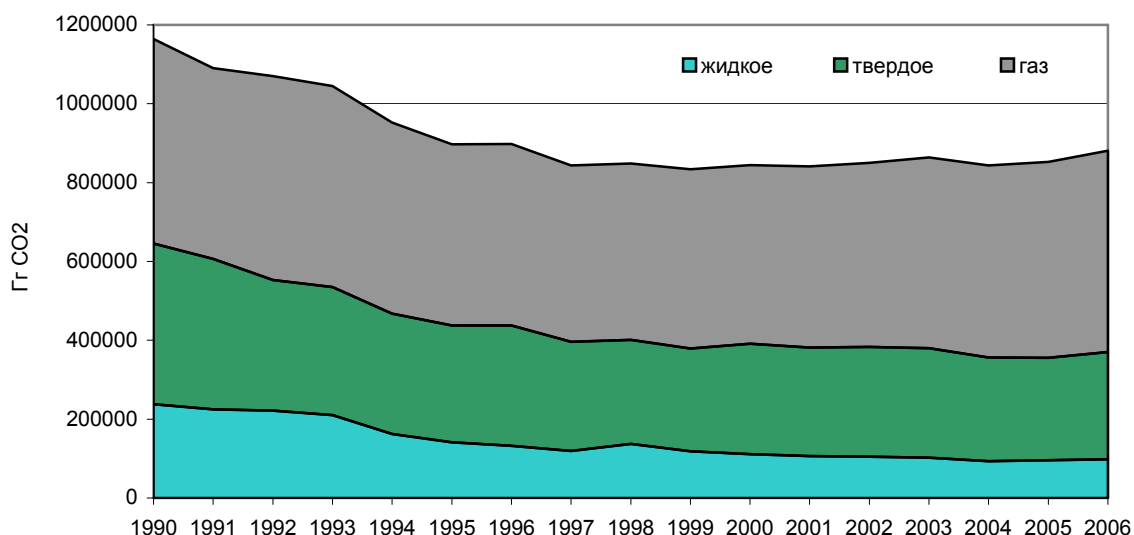


Рис. 3.7. Выбросы CO<sub>2</sub> при сжигании топлива в энергетической промышленности, Гг CO<sub>2</sub>

Начиная с 2005 года в связи с приведением государственных статистических наблюдений в соответствие с общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД) появилась возможность выделения подкатегорий источников в категории 1.А.1. Энергетическая промышленность. Поэтому при оценке выбросов за 2005 и 2006 года отдельно рассчитаны выбросы от подкатегорий 1.а. – Основные производители электро- и теплоэнергии, 1.б. – Сжигание топлива при перегонке нефти, 1.с. – Производство твердых топлив и другие энергетические отрасли, включая сжигание топлива при добыче угля, нефти и газа. Распределение вклада подкатегорий в суммарный выброс от энергетической промышленности в 2006 году не изменился, по сравнению с 2005 годом. Основной вклад (93 %) в выбросы углекислого газа в категории 1.А.1. «Энергетическая промышленность» вносит сжигание топлива при производстве тепло- и электроэнергетики (рис. 3.8). Подкатегории 1.б. – «Сжигание топлива при перегонке нефти», 1.с. – «Производство твердых топлив и другие энергетические отрасли» вносят, соответственно, 4 % и 3 % в выбросы CO<sub>2</sub>.

Для оценки эмиссии CO<sub>2</sub> при сжигании топлива в энергетике страны использовались национальные коэффициенты эмиссии, рассчитанные крупнейшей энергетической компанией России – РАО «ЕЭС России» на основе данных о физико-химических свойствах российских топлив и технологиях сжигания, используемых на российский ТЭС (РАО «ЕЭС России», 1999). Такой подход отвечает требованиям уровня 2 методов Руководящих принципов МГЭИК.

Оценка национальных коэффициентов эмиссии была проведена РАО «ЕЭС России» для топлив, составляющих в структуре топливного баланса тепловых электростанций РФ более 1 %. Это угли, дизельное топливо, мазут, нефтяной кокс и природный газ.

Коэффициент эмиссии при сжигании углей определены отдельно для каждого из бассейнов. Однако, статистические данные о потреблении углей по секторам промышленности имеются только в целом для каменных углей и для бурого угля. Статистические данные отдельно для антрацита, коксового угля и каменного угля доступны только по добыче. Доля перечисленных углей в добыче используется для разделения общего количества каменного угля, потребляемого в секторах промышленности, на антрацит, коксовый уголь и каменный уголь. Поэтому, для расчета выбросов CO<sub>2</sub> при сжигании угля в энергетической промышленности используется среднее значение коэффициента эмиссии, определенное РАО «ЕЭС России» для всех типов углей. По оценке РАО «ЕЭС России» определены значения коэффициентов эмиссии для основных видов топлива (табл. 3.9).

Потери на неокисленный углерод при сжигании топлива уже включены в коэффициенты, представленные в таблице 3.9. Для того, что бы расчеты соответствовали методике МГЭИК, доля неокисленного углерода была вычтена из коэффициентов эмиссии и рассчитана отдельно.

Национальные параметры, используемые для оценки эмиссии CO<sub>2</sub> для энергетической промышленности представлены в таблице 3.10.



Рис. 3.8. Вклад подкатегорий 1.А.1.а, 1.А.1.б, 1.А.1.с в выбросы CO<sub>2</sub> при сжигание топлива в энергетической промышленности

Для оценки выбросов CO<sub>2</sub> при сжигании других топлив, а так же для оценки выбросов других парниковых газов использовались коэффициенты эмиссии, определенные МГЭИК. Временной тренд сжигания топлива при добыче, переработке топлив и производстве энергии в России приведен в таблице 3.11. Обращает на себя внимание тот факт, что потребление газа в энергетической промышленности увеличилось в 2006 году по сравнению с 1990 годом, при этом потребление жидкого и твердого топлива сократилось, соответственно, на 56,4 и 28,6 %.

Таблица 3.9

*Специфичные для страны значения коэффициента эмиссии CO<sub>2</sub> при сжигании топлива на ТЭС России (РАО «ЕЭС России», 1999)*

Топливо	Коэффициент эмиссии	
	т CO <sub>2</sub> / тут	тС/ТДж
Твердое	2,76	25,68
Газообразное	1,62	15,07
Жидкое	2,28	21,22

Таблица 3.10

*Национальные параметры, используемые для оценки эмиссии CO<sub>2</sub> для энергетической промышленности*

Топливо	Коэффициент эмиссии	
	тС/ТДж	Доля неокисленного углерода
Каменный уголь, бурый уголь	26,20	0,98
Природный газ	15,15	0,995
Дизельное топливо, мазут, нефтяной кокс	21,43	0,99

Таблица 3.11

*Временной тренд сжигания топлива в категории «энергетическая промышленность», в % к 1990 г.*

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Всего	93,7	91,7	89,7	81,9	77,5	77,2	72,8	73,3
Жидкое топливо	94,8	93,4	88,5	68,4	59,6	55,8	50,3	57,7
Твердое топливо	93,4	81,0	79,6	74,7	72,6	74,7	67,8	64,8
Газ	93,4	99,8	98,3	93,5	88,6	88,8	86,4	86,2
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего	72,3	73,3	73,2	74,0	74,8	73,5	74,3	82,1
Жидкое топливо	50,0	46,7	44,8	43,9	43,1	39,3	40,4	43,6
Твердое топливо	63,8	68,7	67,5	68,3	68,1	64,4	63,6	71,4
Газ	87,7	87,3	88,6	90,0	93,2	94,0	95,8	105,5

### 3.2.3.2 Промышленное производство и строительство (1.A2)

#### Обзор

Категория «Промышленное производство и строительство» подразумевает оценку выбросов парниковых газов при сжигании топлива в промышленности, включая сжигание для производства электроэнергии и тепла для собственных нужд.

В соответствии со структурой отчетности РКИК ООН, соответствующей Пересмотренным руководящим принципам национальных инвентаризаций МГЭИК 1996, эмиссии от сжигания топлива в промышленном производстве и строительстве должна быть представлена по следующим подкатегориям 1.A.2.a – Черная металлургия, 1.A.2. b – Цветная металлургия, 1.A.2 c – Химическая промышленность, 1.A.2 d – Целлюлозно-бумажная промышленность, 1.A.2 e – Пищевая промышленность, 1.A.2 f – Другие сектора промышленности.

Суммарная эмиссия парниковых газов от субсектора в 2006 году составила 121 438,96 Гг CO<sub>2</sub> эквивалента из них 99,62 % приходится на выбросы CO<sub>2</sub>. Выбросы от сжигания топлива в промышленности определяют 8,74 % выбросов углекислого газа от всего сжигания топлива. Временной тренд выбросов от сжигания топлива в промышленности приведен на рисунке 3.9.

#### Методологические вопросы

В соответствии с инструкцией Пересмотренных руководящих принципов национальной инвентаризации парниковых газов, МГЭИК (1996) к категории 1.A.2 относятся выбросы парниковых газов при сжигании топлива в промышленности включая сжигание для получения электроэнергии и тепла для собственных нужд.

Российская национальная статистическая отчетность в целом соответствует требуемой детализации и распределению данных. В категорию 1.A.2 f – Другие сектора промышленности при проведении инвентаризации были включены выбросы от сжигания топлива в следующих отраслях промышленности: Машиностроение и металлообработка, производство строительных материалов, легкая промышленность, другие сектора промышленности и строительство. Начиная с 2005 года в связи с приведением государственных статистических наблюдений в соответствие с общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД) изменилась структура статистической отчетности. Появилась возможность перенести данные о сжигании топлива при перегонке нефти и добыче топливных полезных ископаемых в категорию 1.A.1 – «Энергетическая промышленность». Данные о сжигании топлива в цветной и черной металлургии приведены в статистической отчетности за 2005 и 2006 года совместно. В связи с указанными изменениями структуры отчетности по исходным данным значительно изменился и вклад различных промышленных производств в суммарный выброс углекислого газа от категории 1.A.2. «Промышленное производство и строительство» (рис. 3.10).

Коэффициенты эмиссии углерода, поправки на неполное окисление углерода и коэффициенты преобразования фактического выброса углерода в эмиссию диоксида углерода использовались в соответствии с методикой МГЭИК (1996).

В расчет включено только топливное использование энергетических ресурсов, в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК (1996) расчет накопленного углерода не проводится. Выбросы от использования кокса в черной металлургии учитываются в секторе 2.C.1. Промышленные процессы, Черная металлургия. Для того, что бы избежать двойного учета весь кокс, отнесенный в национальной статистике к черной металлургии, в кадастре в секторе 1.A.2.a рассматривается как накопленный углерод.

Моторные топлива (бензин), используемые в промышленности для транспортных нужд, не включены в расчет выбросов от категории «Промышленное производство и строительство» и перенесены в категорию 1.A3 – транспорт. В таблице 3.12 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в промышленности за период с 1991 по 2006 год в процентах к 1990 году.

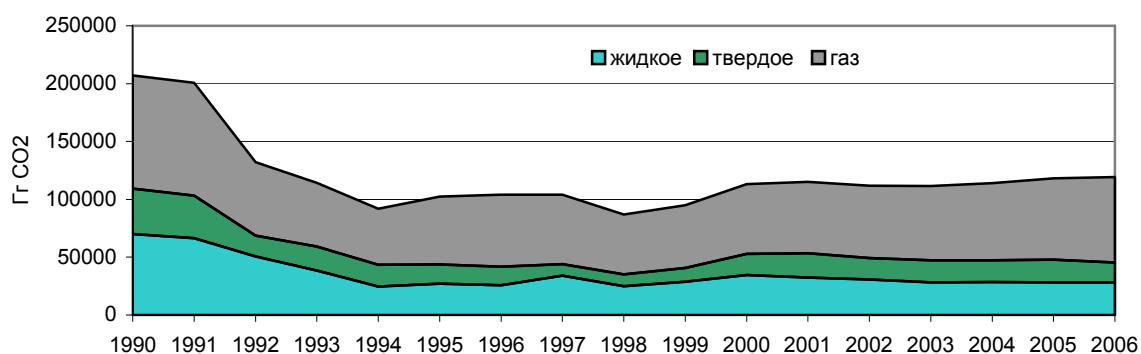


Рис. 3.9. Выбросы  $CO_2$  при сжигании топлива в промышленности в 1990 – 2006, Гг.

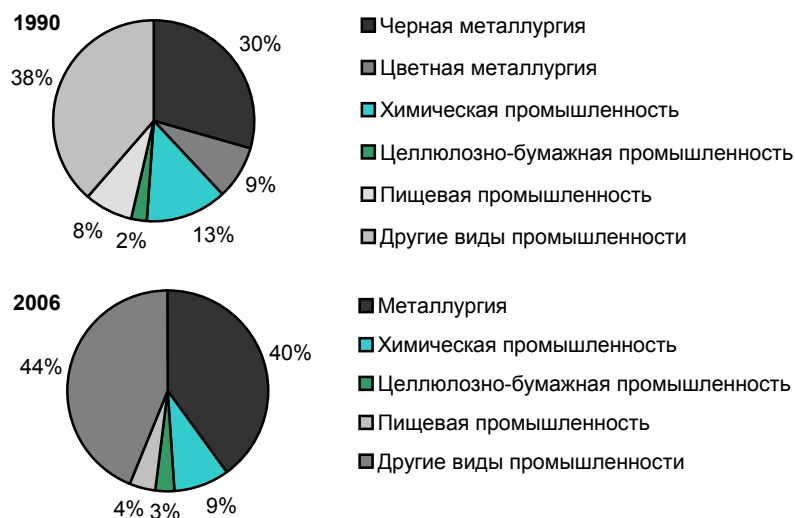


Рис. 3.10. Вклад различных промышленных производств в суммарный выброс  $CO_2$  от категории 1.А.2. «Промышленное производство и строительство» в 1990 и 2006 годах

Таблица 3.12

Сжигание топлива в промышленности за период 1990-2006 гг. в % к 1990 г.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Всего	97,2	60,6	51,8	42,7	47,8	49,8	49,7	41,4
Жидкое топливо	94,9	63,9	46,4	29,7	32,0	32,7	43,9	32,2
Твердое топливо	93,4	43,3	50,9	47,6	39,2	38,9	26,6	23,8
Газ	99,5	65,0	56,6	49,5	60,0	63,9	61,3	53,0
Другие топлива	98,0	57,4	31,6	25,3	35,4	25,1	25,1	17,7
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего	44,9	54,6	55,4	54,3	54,5	56,9	59,1	61,4
Жидкое топливо	38,0	46,4	42,8	40,1	38,4	40,9	40,9	43,0
Твердое топливо	27,4	51,1	58,6	53,9	53,8	54,0	56,4	51,5
Газ	55,4	61,8	63,2	64,0	65,7	68,2	72,0	75,9
Другие топлива	20,6	20,4	14,6	17,3	4,9	20,5	15,4	18,2



### 3.2.3.3 Транспорт (1.A3)

#### Обзор

К категории «Транспорт» согласно методики МГЭИК (1996) отнесены выбросы парниковых газов, образующиеся при сжигании и испарении топлив всеми транспортными средствами, за исключением тех видов транспорта, которые определяются как мобильные источники в секторе 1.A4.c «Сельское хозяйство, лесоводство и рыболовство» и других подсекторах.

Суммарный выброс парниковых газов от сектора «Транспорт» в 2006 году составил 191 071,42 Гг CO<sub>2</sub> эквивалента (из них 99,51 % приходится на выбросы углекислого газа). Эмиссия углекислого газа при сжигании топлива транспортом определяет 13,73 % суммарных выбросов при сжигании топлива. Изменение выбросов углекислого газа от транспортного сектора за период с 1990 по 2006 год и относительный вклад жидкого и газообразного топлива представлен на рисунке 3.11.

#### Методологические вопросы

Выбросы парниковых газов от категории транспорт оценивались по методу уровня 1 в соответствии с методикой МГЭИК (1996) для национальной гражданской авиации (1.A3.a) дорожного транспорта (1.A3.b), железнодорожного транспорта (1.A3.c), водного транспорта, не задействованного в международных перевозках (1.A3.d), другие виды транспорта (трубопроводный транспорт) (1.A3.e).

Моторное топливо, используемое в промышленности, коммерческом секторе, населением и в других отраслях экономики, отнесено к сектору 1.A.3 – Транспорт. Весь бензин, используемый в перечисленных отраслях экономики отнесен при проведении оценок выбросов парниковых газов к подкатегории 1.A.3.a – Дорожный транспорт.

В категорию Транспорт, включены выбросы только при сжигании моторного топлива, используемого различными видами транспорта. В российской национальной статистике к моторным топливам относятся только три вида топлив: бензин, дизельное топливо и другие виды моторных топлив. Для расчета эмиссии парниковых газов некоторые другие топлива так же были отнесены к моторным: в категориях водного и железнодорожного транспорта рассчитывались так же выбросы при сжигании мазута, а в категории дорожного транспорта – при сжигании сжиженного газа. Все остальные виды топлива, отнесенные национальной статистикой к категории «Транспорт» при оценке выбросов парниковых газов рассматривались как стационарные выбросы и учитывались в категории 1.A.4.a – Коммерческое использование.

Количество авиационного керосина, мазута и дизельного топлива, используемое для международного бункера было вычтено из того количества этих топлив, которое в национальной статистике отнесено к воздушному транспорту и водному транспорту. Детальные пояснения по методике расчета бункерных топлив приведены в главе 3.4. «Эмиссия от международного бункерного топлива».

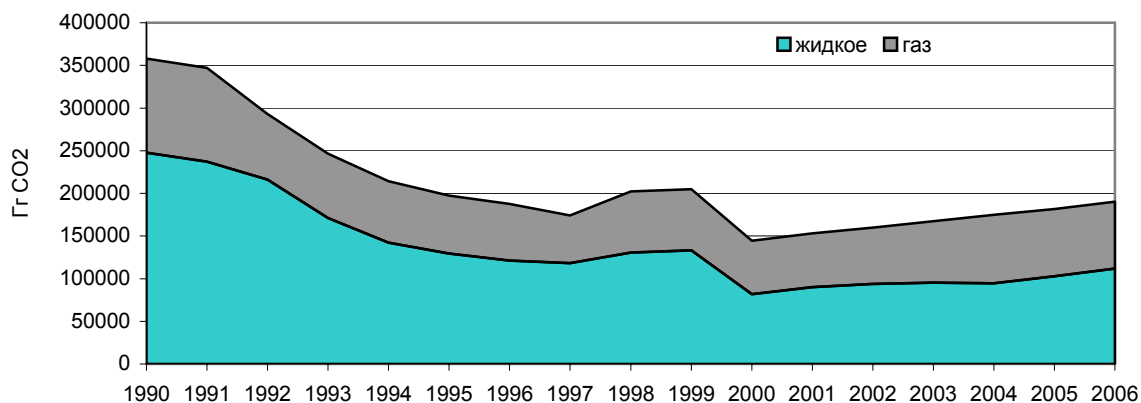


Рис. 3.11. Выбросы CO<sub>2</sub> от транспортного сектора за период с 1990 по 2006 год, Гг

Категория 1.А.3.е включает в себя эмиссию от сжигания топлива для деятельности трубопроводного транспорта. В список топлив, используемых непосредственно в качестве топлива в трубопроводном транспорте, попадают природный газ и сырая нефть.

Коэффициенты эмиссии углерода, поправки на неполное окисление углерода и коэффициенты преобразования фактического выброса углерода в эмиссию диоксида углерода использовались в соответствии с методикой МГЭИК (1996).

Основной вклад в выбросы углекислого газа от сжигания топлива на транспорте вносят дорожный и трубопроводный транспорт (рис. 3.12).

В таблице 3.13 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в транспортном секторе за период с 1991 по 2006 год в процентах к 1990 году.

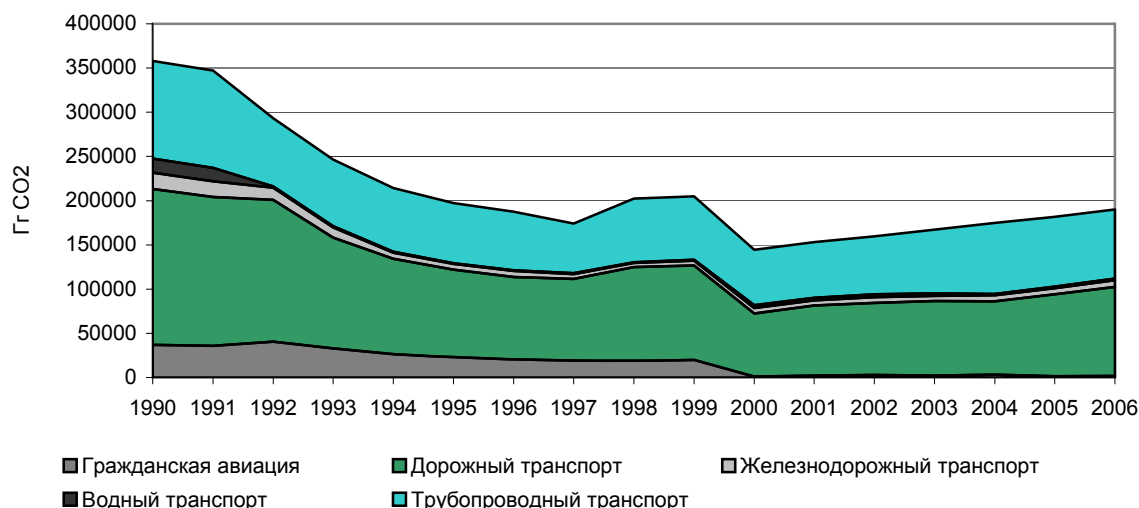


Рис. 3.12. Вклад различных видов транспорта в суммарный выброс  $CO_2$  от категории 1.А.3. «Транспорт» в 1990 и 2006 годах

Таблица 3.13

Сжигание топлива транспортом за период 1991-2006 гг. в % к 1990 г.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Всего	97,2	80,9	68,9	60,5	56,0	53,3	49,2	57,5
Жидкое топливо	95,7	87,3	69,3	57,9	52,8	49,5	48,3	53,2
Газ	99,8	69,6	68,2	65,1	61,5	60,0	50,7	65,1
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего	58,1	42,0	44,4	46,3	48,7	51,2	52,9	56,7
Жидкое топливо	54,3	33,7	37,2	38,7	39,2	39,2	42,2	48,1
Газ	64,7	56,6	57,0	59,6	65,4	72,4	71,5	71,1

### 3.2.3.4 Другие сектора (1.A4) и другие виды сжигания топлива, не учтенные ранее (1.A5)

#### Обзор

Выбросы от других секторов экономики рассчитывались в соответствии с методикой МГЭИК при сжигании топлива в коммерческом и коммунальном секторах, в сельском хозяйстве, лесоводстве и рыболовстве, а так же сжигание топлива населением. Выбросы парниковых газов при других видах сжигания топлива, не учтенных нигде ранее отнесены к категории 1.A5.

Суммарный выброс парниковых газов от других секторов в 2006 году составил 174 504,0044 Гг CO<sub>2</sub> эквивалента, из них 98,61 % составляют выбросы углекислого газа. Другие сектора экономики определяют 12,42 % суммарных выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива.

Динамика суммарных выбросов углекислого газа от секторов 1.A4 и 1.A5 и изменение долевого вклада подкатегорий источников приведены на рисунке 3.13.

#### Методологические вопросы

Другие сектора включают выбросы парниковых газов при сжигании топлив в 1.A.4 а – Коммерческое использование, использование в учреждениях, 1.A.4. b – Потребление населением, 1.A.4 с – Сельское хозяйство/Рыболовство/Лесное хозяйство.

В под-категории 1.A.4.a – Коммерческое использование оценивается эмиссия от сжигания топлива в коммерческих целях и в учреждениях. В российской статистической отчетности эти данные отнесены к категории коммунально-бытовые нужды. Так же при расчете выбросов в категории 1.A.4 а учтены все не моторные топлива, отнесенные в национальной статистике к транспорту.

К подкатегории 1.A.4 b отнесена эмиссия от сжигания топлива, потребляемого населением и сжигаемого в частном секторе. В российской национальной статистике эти данные отнесены к категории «отпуск населению».

Выбросы от сжигания топлива в подкатегории 1.A.4.c – Сельское хозяйство/рыболовство/лесное хозяйство включают как стационарное сжигание, так и сжигание на передвижных источниках. Эмиссия от сжигания моторных топлив (бензин, сжиженный газ, дизельное топливо, другие моторные топлива) в сельском хозяйстве отнесена к передвижным источникам и рассчитана отдельно от стационарного сжигания.

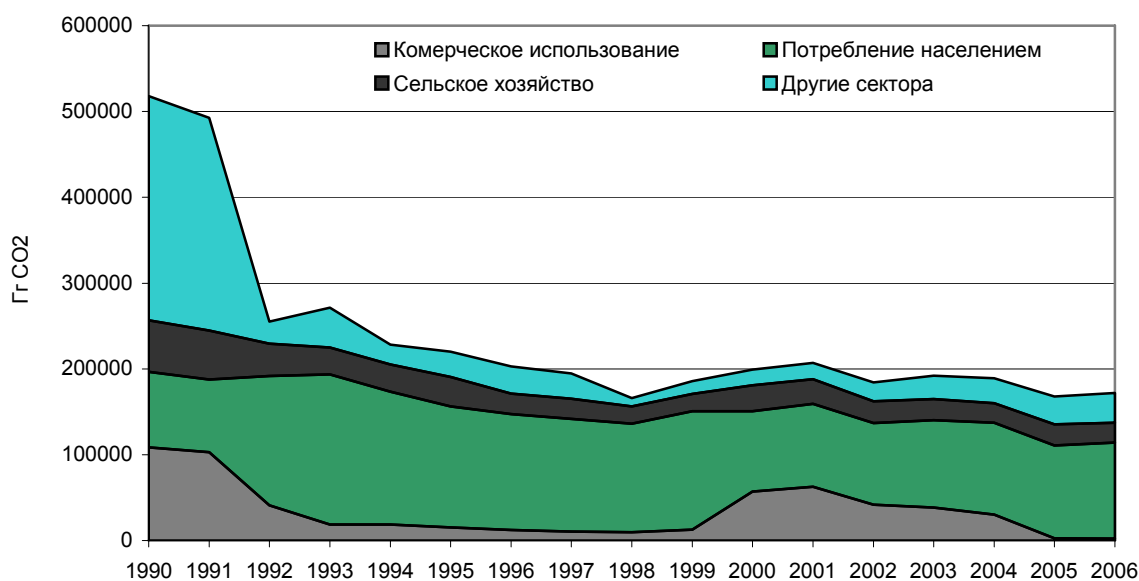


Рис. 3.13. Суммарные выбросы углекислого газа от секторов 1.A4 и 1.A5, Гг CO<sub>2</sub>.

#### 1.А.5. Другое сжигание топлива (не учтенное нигде больше)

В категории «Другое сжигание топлива» определена эмиссия парниковых газов от неспецифического сжигания топлива, не включенного ни в какие другие категории, включая сжигание топлива вооруженными силами и другими государственными структурами. Для определения выбросов в данной категории использованы данные, отнесенные в российской национальной статистической отчетности к категории «другие сектора экономики».

Коэффициенты эмиссии углерода, поправки на неполное окисление углерода и коэффициенты преобразования фактического выброса углерода в эмиссию диоксида углерода использовались в соответствии с методикой МГЭИК (1996). В таблице 3.14 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в других секторах за период с 1990 по 2006 год.

#### **3.2.3.5 Оценка выбросов других газов, кроме CO<sub>2</sub>**

Оценка выбросов других, кроме CO<sub>2</sub> газов проводилась с использованием метода 1-го уровня по секторам промышленности. Выбросы прочих парниковых газов – метана (CH<sub>4</sub>) и диоксида азота (N<sub>2</sub>O), а так же косвенных парниковых газов – окислов азота (NO<sub>x</sub>), оксида углерода (CO) и летучих неметановых органических соединений (ЛНОС) проведены для всего временного ряда с 1990 по 2006 год по укрупненным категориям источников (без разделения на подкатегории). Расчет выбросов других кроме CO<sub>2</sub> газов проведен для категорий: энергетическая промышленность (1.A1), промышленное производство и строительство (1.A2), транспорт (1.A3), коммерческое использование (1.A4a), использование в жилом секторе (1.A4b), сельское хозяйство, рыболовство и лесоводство (1.A4c), другие виды сжигания топлива (1.A5).

Коэффициент выбросов для иных кроме CO<sub>2</sub> газов значительно зависит от используемой технологии сжигания. При применении уровня 1 использовались коэффициенты выбросов прочих парниковых газов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O приведенные по умолчанию отдельно для каждой категории источников в Руководящих принципах МГЭИК.

В целом для подсектора 1.A. Сжигание топлива выбросы CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O в 2006 году составляют всего 0,28 % суммарного выброса парниковых газов. В 1990 году доля выбросов прочих парниковых газов при сжигании топлива составляла 0,78 %. На рисунке 3.14 показан временной тренд выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O при сжигании топлива, а на рисунке 3.15 вклад различных категорий источников в суммарные выбросы метана и закиси азота в 2006 году.

Как видно из рисунков, в период с 1990 по 2000 год наблюдалось значительное снижение выбросов метана и закиси азота при сжигании топлива, а после 2000 года наступила относительная стабилизация уровня выбросов.

Таблица 3.14

*Сжигание топлива в других секторах (категории 1.A4 и 1.A5)  
за период 1991-2006 гг. в % к 1990 г.*

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Всего	95,0	49,2	52,4	44,0	42,5	39,2	37,5	32,0
Жидкое топливо	94,9	25,5	23,4	19,0	21,6	20,5	19,9	11,2
Твердое топливо	93,4	38,4	37,1	26,3	25,7	18,9	18,0	16,8
Газ	99,8	189,3	228,5	207,3	183,7	178,9	170,6	169,4
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего	35,8	38,4	40,0	35,6	37,1	36,5	32,4	34,9
Жидкое топливо	15,4	20,1	20,9	17,2	17,5	19,4	17,1	17,9
Твердое топливо	20,0	21,4	22,5	15,5	15,1	14,2	11,5	12,9
Газ	172,6	168,2	174,2	172,6	184,5	173,1	157,4	163,6

В 2006 году распределение выбросов метана между категориями источников достаточно равномерное, при этом основные выбросы метана в подсекторе 1.А. были обусловлены сжиганием топлива населением, в других, не учтенных ранее, отраслях экономики, на транспорте и в энергетической отрасли. Эмиссия  $N_2O$  на 68 % обусловлена сжиганием топлива в энергетической отрасли, значительный вклад вносит так же транспорт.

Временное изменение выбросов косвенных парниковых газов представлено на рисунке 3.16. Основной вклад в выбросы окислов азота вносит сжигание топлива в энергетической отрасли (55 %) и на транспорте (27 %). Выбросы оксида углерода и летучих неметановых органических соединений в подсекторе 1.А., соответственно, на 84 % и 86 % обусловлены сжиганием топлива на транспорте (рис. 3.17). При этом 98 % выбросов как  $CO$ , так и ЛНОС от категории транспорт обусловлено сжиганием топлива дорожным транспортом.

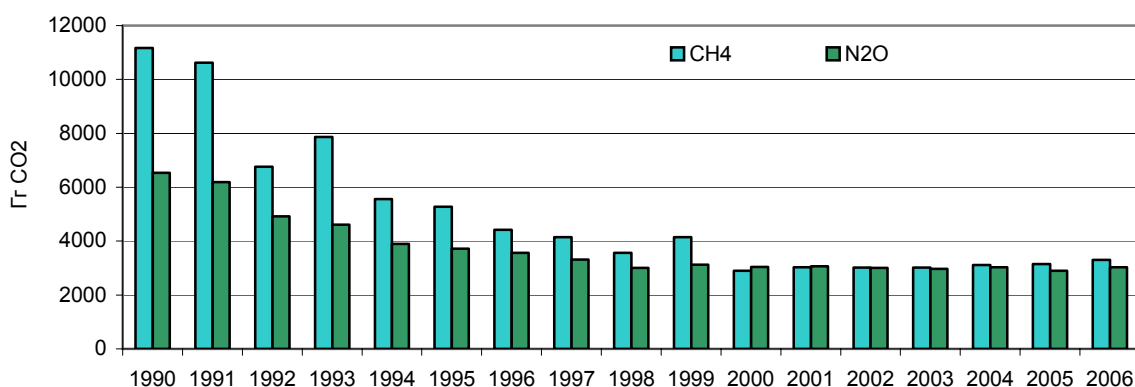


Рис. 3.14. Временной тренд выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$  при сжигании топлива

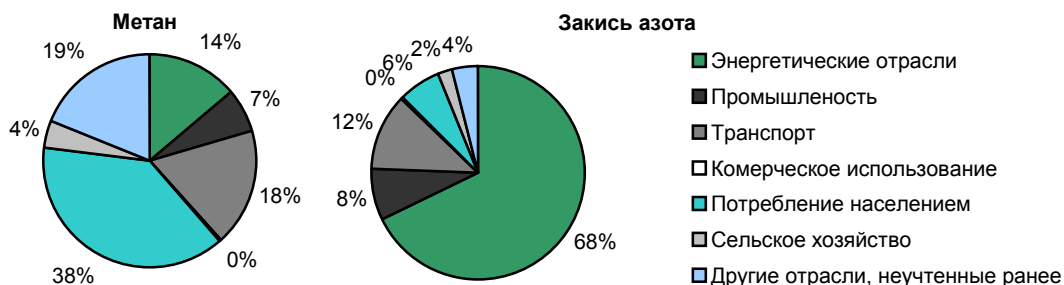


Рис. 3.15. Вклад различных категорий источников в выбросы метана и закиси азота от сжигания топлива в 2006 году

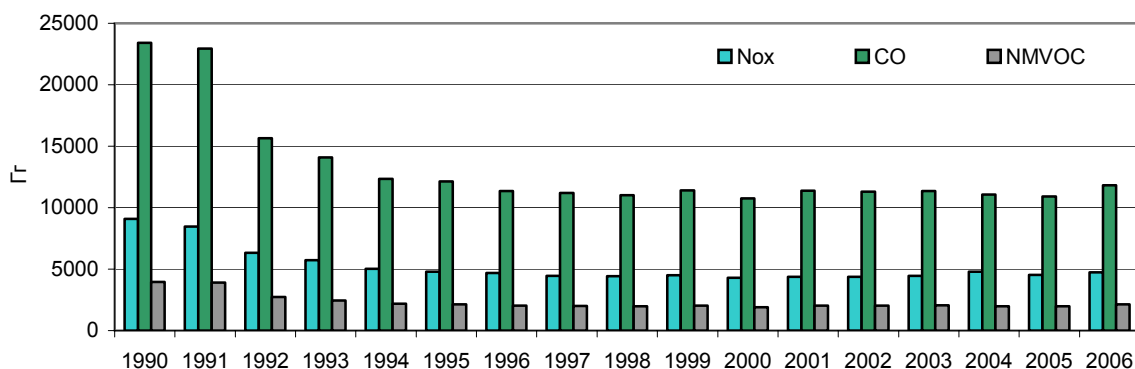


Рис. 3.16. Временной тренд выбросов газов с косвенным парниковым эффектом при сжигании топлива

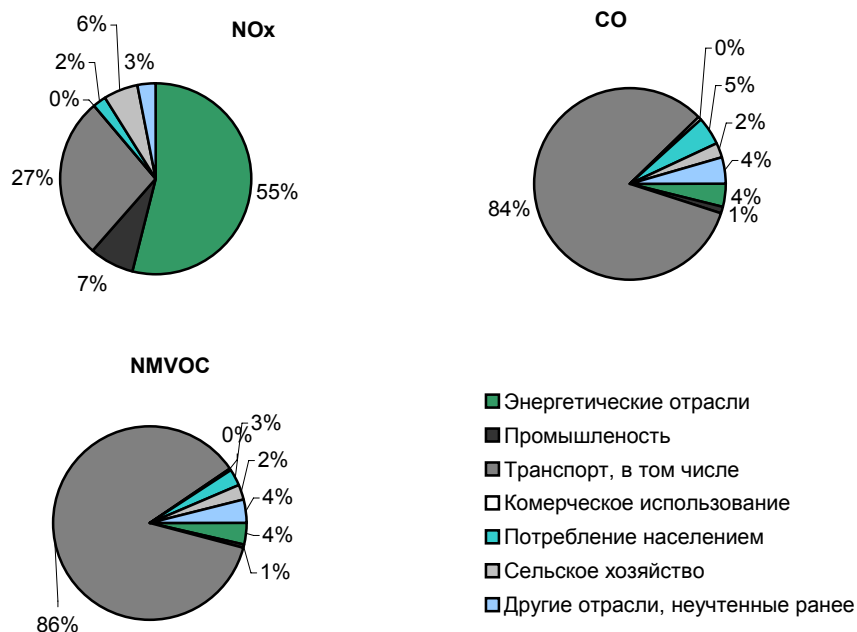


Рис. 3.17. Вклад различных категорий источников в выбросы газов с косвенным парниковым эффектом от сжигания топлива в 2006 году

### 3.2.3.6 Обеспечение и контроль качества, перерасчеты и планируемые усовершенствования

Для оценки и контроля качества применялись стандартные процедуры, включая контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы. Обеспечение качества инвентаризации выполняется на этапах сбора и электронного ввода данных о деятельности, коэффициентов эмиссии и расчетных коэффициентов. Исходные данные и результаты расчетов сравниваются по годам и отдельным категориям источников. Указанные меры позволяют выявить ошибки при вводе данных и выполнении оценок эмиссии. Указанные мероприятия проводятся регулярно и выполняются в несколько этапов по мере подготовки инвентаризации. При обеспечении и контроле качества учитывались замечания и предложения, высказанные Группой углубленного рассмотрения кадастров парниковых газов Секретариата РКИК.

В соответствии с замечаниями и предложениями Группы углубленного рассмотрения кадастра парниковых газов, планируемые усовершенствования на реализацию методов Уровня 2 и 3 для ключевых источников. В частности, планируется использование в расчетах для ряда ключевых источников национальных коэффициентов эмиссии для реализации расчетных методов Уровня 2, а так же проведение расчетов с использованием метода Уровня 3 для подкатегории 1.A3.b - Дорожный транспорт.

По методическим вопросам сбора данных проводились консультации со специалистами Росстата, Научно-исследовательского института автомобильного транспорта (НИИАТ), Энергетического углеродного фонда РАО ЕЭС России, международного энергетического агентства.

Элементом контроля качества кадастра является внешняя проверка исходных данных и оценок выбросов специалистами федеральных министерств и ведомств. В частности, большой объем работы по проверке исходных данных проведен специалистами Росстата.

### 3.3 Выбросы от утечек и испарения топлив (1.В)

#### 3.3.1 Обзор раздела

В разделе «Эмиссия от утечек и испарения топлив» приведены оценки выбросов парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ) и предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NMVOC}$  и  $\text{SO}_2$ ), образующихся при добыче и последующем использовании твердых (уголь), жидких (нефть и газовый конденсат) и газообразных (природный газ) топлив с 1990 по 2006 гг. включительно. Динамика эмиссии парниковых газов приведена на рисунке 3.18.

Как видно из рисунка 3.18, к 1997 году выбросы парниковых газов снизились на 25,8 % по сравнению с уровнем 1990 года, после чего наблюдается их рост. В 2006 году совокупная эмиссия  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составила 395,6 млн. т (395 638,3 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что на 6,9 % ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает метан, на долю которого в 2006 году приходилось 92,6 % совокупного выброса. Эмиссии диоксида углерода и закиси азота в 2006 году составили 7,4 % и менее 0,1 % соответственно. Основными категориями источников выбросов парниковых газов в разделе «Эмиссия от утечек и испарения топлив» являются добыча твердого топлива (подраздел 1.В.1) и добыча, переработка и транспортировка нефти, газового конденсата и природного газа (подраздел 1.В.2). Динамика выбросов парниковых газов от вышеупомянутых категорий источников приведена на рисунке 3.19.

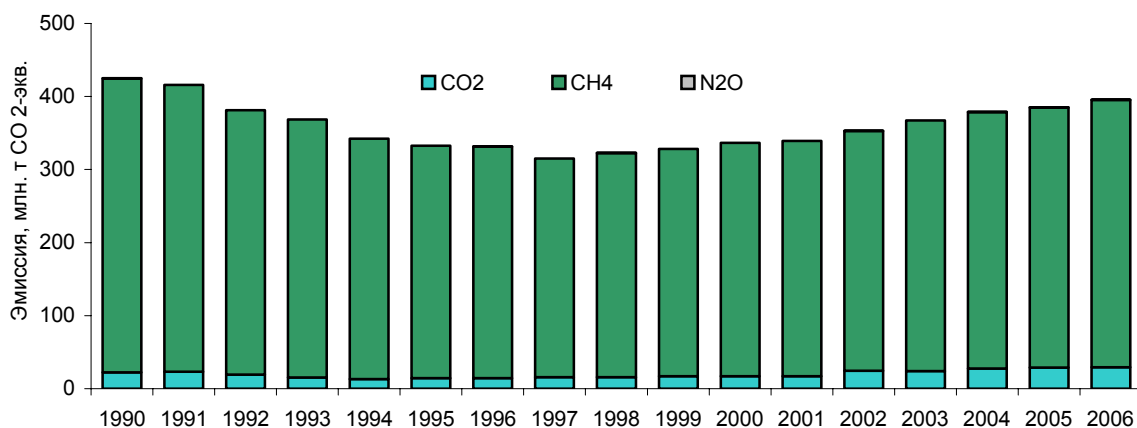


Рис. 3.18. Динамика эмиссии парниковых газов от утечек и испарения топлив

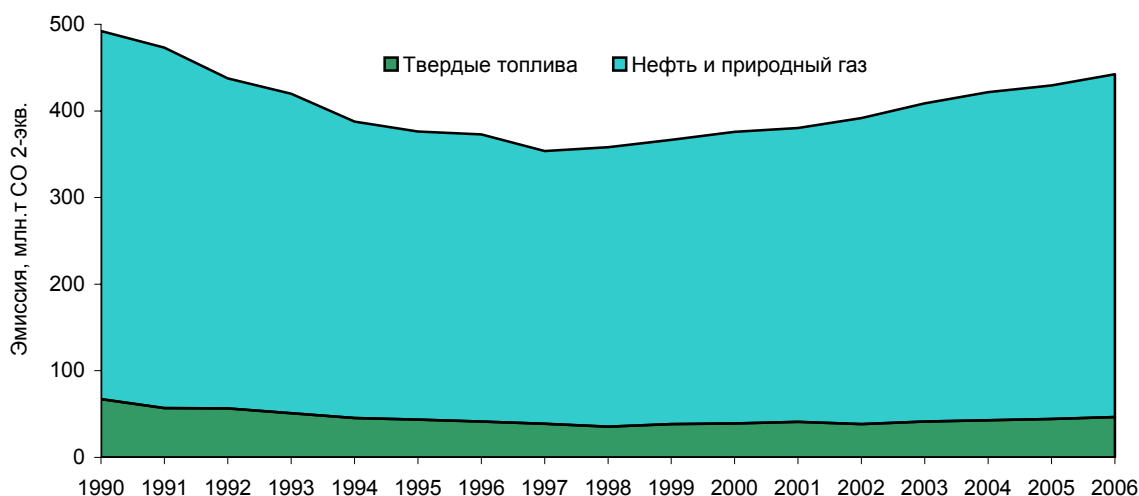


Рис. 3.19. Совокупная эквивалентная эмиссия парниковых газов при добыче и переработке твердого топлива, а также добыче, переработке и транспортировке нефти, газового конденсата и природного газа

Как видно из рисунка, антропогенная деятельность по добыче, переработке и транспортировке нефти, газового конденсата и природного газа доминирует в суммарном объеме выбросов при утечках и испарении топлив (вклад этой категории источников в совокупную эквивалентную эмиссию парниковых газов от утечек и испарения топлив составляет в среднем 87,5 %). К 1997 году выбросы от нефтегазовой отрасли снизились на 22,7 %, но с 1998 года наблюдается их устойчивый рост до 97,6 % от уровня 1990 года в 2006 году. Выбросы от добычи твердых топлив сократились на 47,3 % в 1998 году, но с 1999 года также проявляют устойчивую тенденцию к росту. В 2006 году величина эмиссии составила 69,4 % от уровня 1990 года. Эмиссия предшественников озона ( $\text{NO}_x$ , CO, NMVOC и  $\text{SO}_2$ ) связана в основном с нефтегазовой отраслью (рис. 3.20).

Как следует из рисунка 3.20, в нефтегазовой отрасли наиболее значимы выбросы диоксида серы и летучих органических соединений неметанового ряда (НМЛОС). Их величины достигали наибольших значений в 1990 году. В 2006 г. выбросы этих веществ были на 26,2 % ниже по сравнению с уровнем 1990 года.

### 3.3.2 Выбросы от твердых топлив: добыча угля (1.В.1.А)<sup>16</sup>

В настоящем разделе приведены оценки выбросов метана при добыче угля (подраздел 1.В.1.А ОФД). Расчеты эмиссии от преобразования твердых топлив (подраздел 1.В.1.В ОФД) и от других источников (подраздел 1.В.1.С ОФД) не производились ввиду отсутствия соответствующей методологии МГЭИК.

В Российской Федерации уголь является одним из основных энергоносителей. Его добыча ведется открытым и подземным способами в 32 субъектах Российской Федерации. На шахтах страны добываются угли среднего и высокого качества, часть которых идет на коксование, а также используется в качестве сырья в химической промышленности. По принятой в стране классификации, все добываемые угли подразделяются на 9 марок в зависимости от состава и свойств. Данные о добыче угля подземным и открытым способами публикуются в данных государственной статистической отчетности (Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007). Для повышения точности расчета эмиссии  $\text{CH}_4$  все субъекты РФ, в которых осуществляется угледобыча, были объединены в территориально-географические регионы на основе эксплуатируемых угольных бассейнов, способа добычи и добываемых марок углей. Перечень выделенных регионов приведен в таблице 3.15.

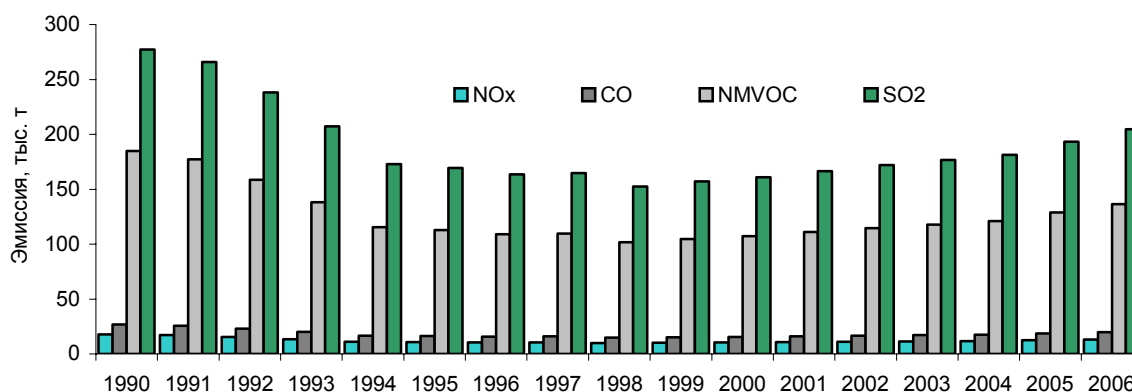


Рис. 3.20. Динамика эмиссии предшественников озона

<sup>16</sup> Раздел подготовлен на основе материалов, предоставленных Институтом угля и углехимии СО РАН (<http://www.kemsc.ru/ICC>)



В соответствии с методологией МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006), расчеты выполнены для добычи угля подземным и открытым способами. При добыче подземным способом эмиссия метана рассчитывалась отдельно при непосредственном извлечении угля из недр и его транспортировке по поверхности к месту переработки (последующие операции). В руководящих указаниях по эффективной практике МГЭИК указывается, что эмиссия от последующих операций с углем, добытым открытым способом, учитывается на этапе угледобычи (IPCC, 2000), поэтому расчеты для последующих операций при открытой добыче не проводились. Суммарная эмиссия  $\text{CH}_4$  от угледобычи приведена на рисунке 3.21.

В 2006 г. совокупная эмиссия  $\text{CH}_4$  от добычи угля составила 2,2 млн. т (2 223,3 Гг), что на 30,6 % ниже, чем в 1990 году (рис. 3.21). Добыча угля подземным способом определяет общую тенденцию выбросов метана от твердых топлив – ее вклад в совокупную эмиссию составляет в среднем 64,1 %.

Таблица 3.15

Основные регионы Российской Федерации, в которых осуществляется угледобыча

Территориально-географический регион	Угольные бассейны
Добыча подземным способом (1.В.1.а.1)	
Северный	Печорский
Центральный	Московский
Южный	Донецкий
Уральский	Челябинский
Западная Сибирь	Кузнецкий
Дальний Восток и Сахалин	Приморский и сахалинский
Добыча угля открытым способом (1.В.1.а.2)	
Северный	Печорский
Центральный	Московский
Уральский	Челябинский
Западная Сибирь	Кузнецкий
Восточная Сибирь	Иркутский
Дальний Восток	Якутский
Приморье и Сахалин	Приморский и сахалинский

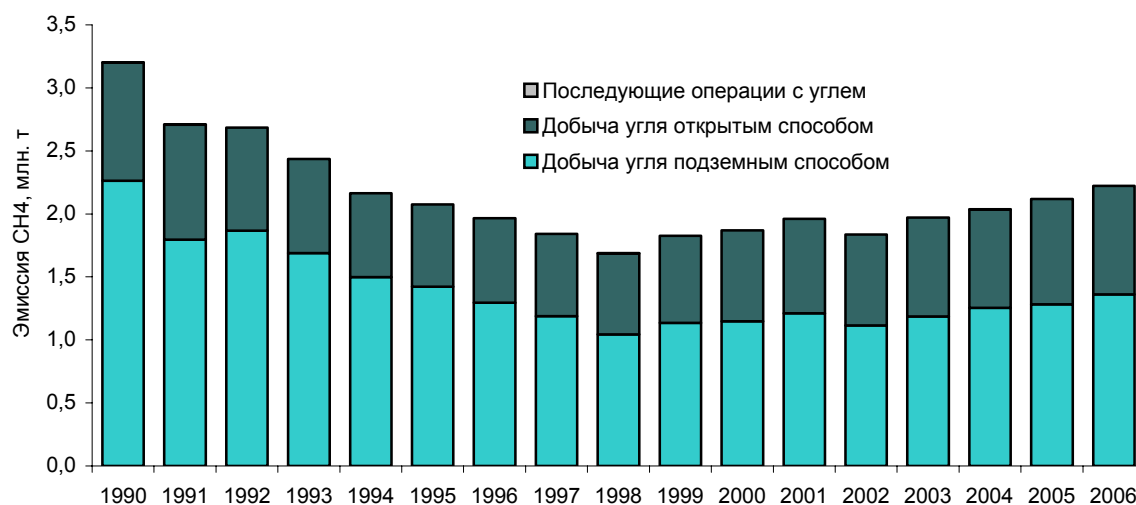


Рис. 3.21. Эмиссия метана от добычи угля в Российской Федерации

### 3.3.2.1 Добыча угля подземным способом (1.В.1.А.1)

#### Описание категории источников выбросов

Данные государственной статистической отчетности о годовой добыче угля подземным способом приведены в Таблице 3.16 (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007).

В 1998 г. добыча угля подземным способом снизилась на 53,2% по сравнению с 1990 г., после чего наметился ее устойчивый рост. В 2006 г. объем добычи угля подземным способом составил 61,8% от уровня 1990 года. Большая часть подземной добычи приходится на угольные бассейны севера Европейской территории страны и Западной Сибири.

#### Методологические вопросы

Расчет эмиссии  $\text{CH}_4$  при добыче угля подземным способом производили по формуле 3.1, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006):

$$E_{\text{CH}_4} = \sum (AD_r \bullet EF_{\text{CS}} \bullet CF_{\text{CH}_4}), \text{ где} \quad (3.1)$$

$E_{\text{CH}_4}$  — величина эмиссии  $\text{CH}_4$ , Гг;

$AD_r$  — годовой объем добычи угля в зависимости от региона добычи,  $10^6 \cdot \text{т}$ ;

$EF_{\text{CS}}$  — коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4$  в зависимости от региона добычи,  $\text{м}^3 \cdot \text{т}^{-1}$ ;

$CF_{\text{CH}_4}$  — коэффициент пересчета объемных долей  $\text{CH}_4$  в весовые ( $0,67 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot \text{м}^{-3}$  при плотности в условиях  $T = 20^\circ \text{C}$  и давлении 1 атм. по (IPCC, 2006))

Формула 3.1 использовалась и при расчетах эмиссии метана при добыче открытым способом, а также при последующем обращении с углем, добытым подземным способом.

Углеобразование сопровождается накоплением метана в пластах, трещинах и прилегающих пустотах. Следует отметить, что в угольных пластах содержатся сравнительно небольшие объемы свободного  $\text{CH}_4$ . В основном он абсорбирован в твердом углегазовом растворе или адсорбируется на поверхностях макромолекул и микротрещин. Количество метана, содержащееся в весовой или объемной единице горной породы в виде свободных и сорбированных газов, характеризуется термином «метаноносность». Метаноносность угольных пластов возрастает с глубиной благодаря росту сорбционной способности и изменению пористости углей. В природных условиях существует динамическое равновесие между свободным и связанным метаном в угольных пластах, которое нарушается при их разработке. Таким образом, разработка подземных угольных пластов приводит к поступлению свободного  $\text{CH}_4$  в горные выработки. Количество метана, выделяющегося в подземные выработки, характеризуется термином метанообильность. Абсолютная метанообильность представляет собой дебит  $\text{CH}_4$ , в единицу времени, а относительная – объем газа, выделившегося за определенное время и отнесенное к тонне угля, добытого за тот же период (Газоносность угольных бассейнов, 1979; Малышев и Айруни, 1999; IPCC, 2000; IPCC, 2006). Метаноносность угольных пластов и метанообильность угольных шахт находятся под постоянным инструментальным контролем со стороны инженерных служб шахт, которые обеспечивают безопасность подземных работ.

Таблица 3.16

Добыча угля подземным способом, млн. т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Объем добычи	176	140	146	132	117	111	101	93	82
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Объем добычи	89	90	95	88	94	100	103	109	

Для каждого из регионов, приведенных в таблице 3.15, были определены национальные коэффициенты эмиссии метана ( $EF_{CS}$ ) на основе данных о метаноносности угольных пластов и метанообильности подземных горных выработок. Данные о метаноносности пластов основных угольных бассейнов были взяты из работы (Газоносность угольных бассейнов, 1979). Значения метанообильности подземных выработок были получены при помощи контрольно-измерительной аппаратуры, установленной в действующих угольных шахтах. Величины коэффициентов эмиссии  $CH_4$  для отдельных территориально-географических регионов приведены в таблице 3.17.

Метан, поступающий в подземные выработки из угольных пластов, удаляется при помощи систем дегазации, принудительной вентиляции и систем управления газовыделением. Часть удаленного метана утилизируется. Утилизация  $CH_4$  выполняется на шахтах Печорского угольного бассейна (Северный территориально-географический регион) в объемах, приведенных в таблице 3.18.

Как видно из таблицы 3.18, в 2005 году объемы утилизации метана возросли в 2,2 раза по сравнению с уровнем 1990 года. Из-за отсутствия непосредственных данных, величина утилизации метана на шахтах Печорского угольного бассейна в 2006 году была принята равной величине 2005 года, т.к. общие объемы добычи угля на шахтах региона изменились незначительно. Расчетные значения эмиссии метана при добыче подземным способом корректировались на величины его утилизации, приведенные в таблице 3.18.

#### Выбросы метана при добыче угля подземным способом

Расчетные значения эмиссии  $CH_4$  при добыче угля подземным способом приведены на рисунке 3.22.

Как видно из рисунка 3.22, после 1990 г. эмиссия шахтного метана сокращалась и достигла минимума в 1998 году – 1,04 млн. т (1 044,3 Гг), что на 53,8 % ниже, чем в 1990 году, когда она составляла 2,3 млн. т (2 262,0 Гг). После 1998 года наблюдается рост выбросов  $CH_4$  до 1,3 млн. т (1 360,9 Гг) в 2006 году (60,2 % от уровня 1990 года). Основными факторами, определяющими интенсивность эмиссии метана, являются изменения в интенсивности добычи угля (табл. 3.16) и утилизация удаляемого из шахт метана, которая в последние годы существенно возросла (табл. 3.18).

Таблица 3.17

#### *Коэффициенты эмиссии $CH_4$ при добыче угля подземным способом ( $EF_{CS}$ )*

Территориально-географический регион	Величина $EF_{CS}$ , $m^3 \cdot t^{-1}$
Северный	38,9
Центральный	8,0
Южный	26,4
Уральский	15,6
Западная Сибирь	15,6
Дальний Восток и Сахалин	14,9

Таблица 3.18

#### *Утилизация метана на шахтах Печорского угольного бассейна (величина утилизированного $CH_4$ при концентрации 100%, тыс. т)*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Объем утилизации	25,21	24,35	31,67	26,18	21,67	20,35	16,8	18,92	21,34
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Объем утилизации	20,66	21,38	23,74 <sup>(1)</sup>	28,48 <sup>(1)</sup>	35,47 <sup>(1)</sup>	44,55 <sup>(1)</sup>	55,57	55,57 <sup>(2)</sup>	

<sup>(1)</sup> Данные 2001-2004 гг. получены на основе кубической интерполяции

<sup>(2)</sup> Из-за отсутствия непосредственных данных, величина утилизации метана на шахтах Печорского угольного бассейна в 2006 году была принята равной величине 2005 года, т.к. общие объемы добычи угля на шахтах региона изменились незначительно.

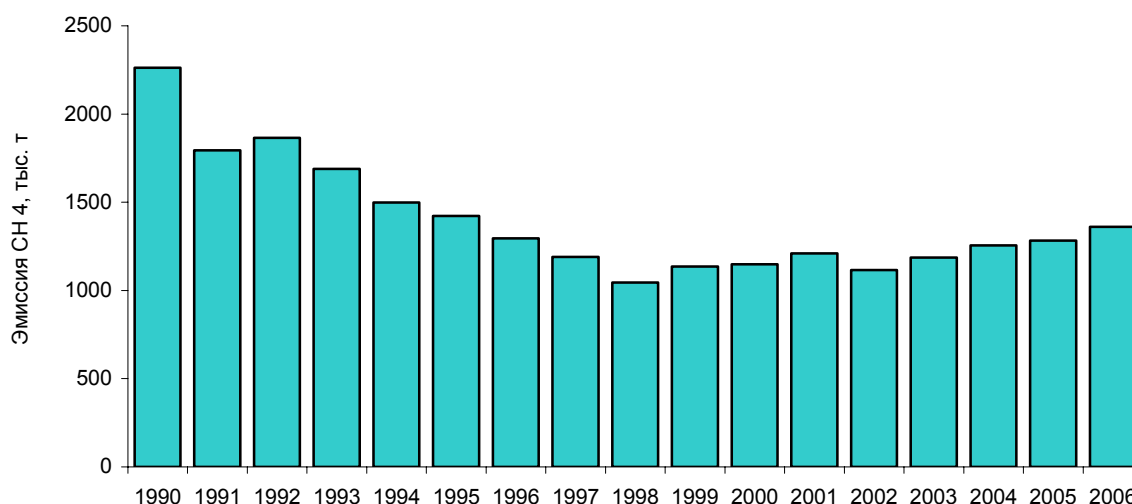


Рис. 3.22. Выбросы метана при добыче угля подземным способом

### 3.3.2.2 Выбросы метана от последующего обращения с углем, добытым подземным способом

#### Описание категории источников

В этом разделе приводятся оценки  $\text{CH}_4$ , высвободившегося при транспортировке по поверхности к месту переработки угля, добытого подземным способом.

#### Методологические вопросы

Расчеты  $\text{CH}_4$ , высвободившегося при транспортировке по поверхности к месту переработки угля, добытого подземным способом, производили по формуле 3.1, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006). Величины коэффициентов эмиссии метана ( $EF_{\text{CS}}$ ) для отдельных территориально-географических регионов приведены в таблице 3.19. При их расчете, наряду с известными данными метаносности пластов учитывалась и доля выделившегося  $\text{CH}_4$ , величина которой была принята 10 % для Печорского угольного бассейна, где применяется предварительная дегазация угольных пластов, и 30 % для всех других бассейнов (Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР, 1979).

#### Выбросы метана от последующих операций с углем, добытым подземным способом

Расчетные значения эмиссии  $\text{CH}_4$  при последующем обращении с углем, добытым подземным способом приведены на рисунке 3.23.

Доля эмиссии от последующих операций не превышает 1 % выбросов шахтного метана. Как видно из рисунка 3.24, выбросы были минимальными в 1998 году, после чего несколько возросли. Основным фактором, определяющим интенсивность эмиссии, является добыча угля (табл. 3.16).

Таблица 3.19

Коэффициенты эмиссии  $\text{CH}_4$  при последующем обращении с углем, добытым подземным способом ( $EF_{\text{CS}}$ )

Территориально-географический регион	Величина $EF_{\text{CS}}$ , $\text{м}^3 \cdot \text{т}^{-1}$
Северный	0,001
Центральный	0,001
Южный	0,007
Уральский	0,001
Западная Сибирь	0,003
Дальний Восток и Сахалин	0,002

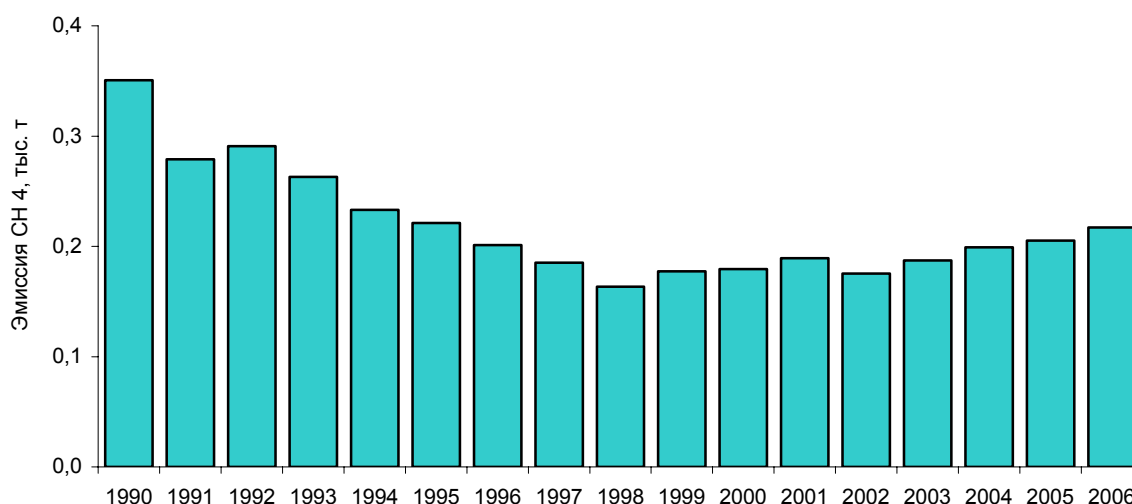


Рис. 3.23. Выбросы CH<sub>4</sub> от последующего обращения с углем, добытым подземным способом

### 3.3.2.3 Добыча угля открытым способом (1.В.1.А.2)

#### Описание категории источников выбросов

Добыча угля открытым способом ведется в условиях, когда угольный пласт залегает неглубоко и не перекрыт мощным слоем пустой породы. Приемлемые для открытой добычи угольные бассейны расположены в Восточной и Западной Сибири. Данные государственной статистической отчетности о добыче угля открытым способом приведены в таблице 3.20 (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007).

Сопоставление данных таблиц 3.16 и 3.20 указывает на преобладание открытого способа добычи угля над подземным. Так, в 1990 году объем добычи угля открытым способом составил 56 %, а в 2006 г. – 64,9 % общей угледобычи в Российской Федерации (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2007). В 1998 г. добыча сократилась на 31,9 % по сравнению с 1990 годом, но с 1999 года она стала расти. В 2006 г. объем открытой добычи угля составил уже 91,7 % от уровня 1990 года.

#### Методологические вопросы

Десорбционные свойства угольных пластов, залегающих вблизи поверхности и, соответственно, разрабатываемых открытым способом изучены недостаточно. Поэтому их метаноносность определялась на основе справочных данных о марочном составе углей, добываемых на отдельных разрезах, и сведениях о соответствии газоносности пластов определенному марочному составу и глубине залегания (Газоносность угольных бассейнов, 1979). Расчеты эмиссии CH<sub>4</sub> высвободившегося при добыче угля открытым способом, выполнялись по формуле 3.1, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006). Величины коэффициентов эмиссии метана (EF<sub>CS</sub>) для отдельных территориально-географических регионов приведены в таблице 3.21. В соответствии с рекомендацией МГЭИК (IPCC, 2006), при их расчете был использован повышающий коэффициент для учета дополнительной эмиссии метана, высвобождающегося из пластов-спутников.

#### Выбросы метана при добыче угля открытым способом

Результаты расчета эмиссии CH<sub>4</sub> при добыче открытым способом приведены на рисунке 3.24.

Как видно из рисунка 3.24, после 1990 г. имело место падение выбросов метана в связи с сокращением добычи угля. Минимальная величина эмиссии  $\text{CH}_4$  отмечается в 1998 году – 643,4 тыс. т (Гг), что на 31,5 % ниже, чем в 1990 году. После 1998 года наблюдается рост выбросов. В 2006 г. эмиссия  $\text{CH}_4$  составила 862,1 тыс. т (Гг), или 91,8 % от уровня 1990 г.

Выбросы метана от последующих операций с углем, добытым открытым способом

Согласно методологии МГЭИК, при открытой добыче угля последующие выбросы метана или ничтожно малы или отсутствуют, так как считается, что весь метан выделился в атмосферу во время вскрытия и разработки угольного пласта (IPCC, 2000). Поэтому при заполнении соответствующих таблиц ОФД был использован показатель «Учтено при других расчетах» (IE).

Таблица 3.20

*Добыча угля открытым способом, млн. т*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Объем добычи	219	213	191	174	155	152	156	152	150
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Объем добычи	161	168	175	168	183	182	195	201	

Таблица 3.21

*Коэффициенты эмиссии  $\text{CH}_4$  при добыче угля открытым способом ( $EF_{CS}$ )*

Территориально-географический регион	Величина $EF_{CS}$ , $\text{м}^3 \cdot \text{т}^{-1}$
Северный	6,0
Центральный	2,0
Уральский	2,0
Западная Сибирь	6,9
Восточная Сибирь	5,0
Дальний Восток	8,4
Приморье и Сахалин	3,4

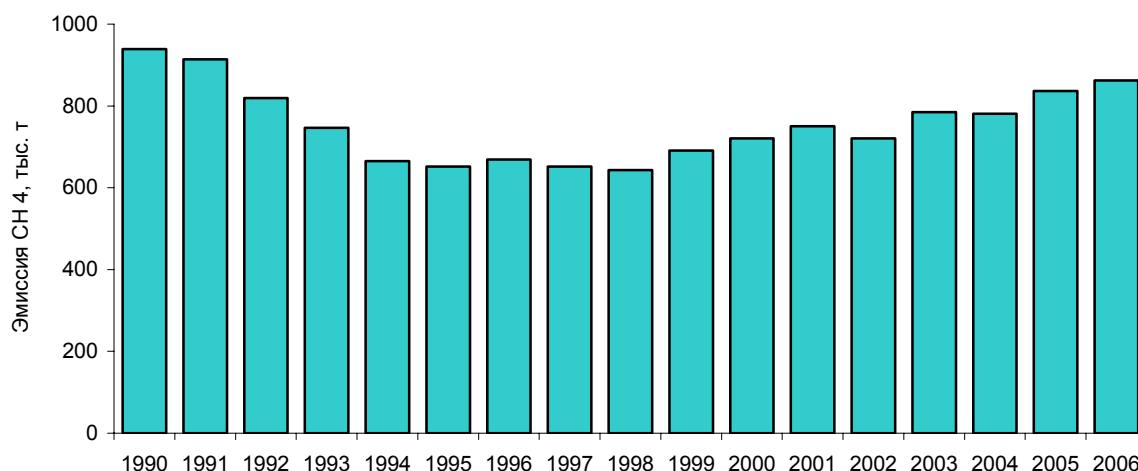


Рис. 3.24. Выбросы  $\text{CH}_4$  от добычи угля открытым способом

#### **3.3.2.4 Оценка точности расчетов**

В Российской Федерации при извлечении угля подземным способом инструментальный контроль концентрации метана осуществляется ежедневно. При этом поток газо-воздушной смеси определяется с помощью анемометров и дифференциальных манометров, либо косвенными расчетами по производительности воздухоподающих или газоотводящих установок.

Рекомендуемая погрешность оценки эмиссии метана при использовании Уровня 2 методики МГИЭК для таких режимов измерений  $\pm 5\%$ . Для оценок эмиссии при извлечении угля открытым способом погрешность значительно выше и принимается в два раза большей, чем точность расчета объемов выбросов  $\text{CH}_4$ . Неопределенность  $\pm 50\%$  принята для оценок выбросов при последующем обращении с углем (табл. 3.22).

#### **3.3.2.5 Обеспечение и контроль качества, перерасчеты и планируемые усовершенствования**

При выполнении процедур обеспечения и контроля качества были осуществлены формальный контроль и перекрестная проверка данных о деятельности и результатов расчетов. Формальная проверка включала размерность данных о деятельности и параметров, на основе которых выполнялись расчеты эмиссии  $\text{CH}_4$ . Были перепроверены расчеты и проанализирована полнота и целостность данных о деятельности и другой параметрической информации. Перекрестная проверка данных о деятельности, параметров и результатов расчетов осуществлялась специалистами Росстата и Минпромэнерго, куда кадастр был направлен для рецензирования.

Планируемые усовершенствования связаны с замечаниями, высказанными группой экспертов во время углубленного рассмотрения Национального кадастра парниковых газов 2006 года. В соответствии с замечаниями группы экспертов, предполагается улучшить систему сбора данных о добыче угля по отдельным регионам Российской Федерации, а также уточнить региональные коэффициенты эмиссии метана в зависимости от способа добычи угля. В случае получения уточненных данных о деятельности угледобывающих предприятий и региональных коэффициентов эмиссии, будут выполнены перерасчеты выбросов метана от угольной отрасли страны.

### **3.3.3 Выбросы от нефти и природного газа (1.В.2)**

Нефтегазовый комплекс составляет основу энергоснабжения Российской Федерации, обеспечивая две трети общего потребления первичных энергоресурсов. В настоящем разделе приведены оценки выбросов парниковых газов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  и предшественников озона  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NMVOC}$  и  $\text{SO}_2$  при добыче, транспортировке и первичной переработке нефти и природного газа, а также при добыче газового конденсата. Включенные в раздел 3.3.3 парниковые газы, категории источников и виды антропогенной деятельности, сопровождающиеся их выбросами, представлены в таблице 3.23.

Совокупная эмиссия в эквиваленте  $\text{CO}_2$  и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых нефтегазовой отраслью страны приведены на рисунке 3.25. Величины выбросов предшественников озона и их временная динамика приведены на рисунке 3.20.

Как следует из рисунка, в компонентном составе выбросов парниковых газов от нефтегазовой отрасли преобладает метан – его вклад в эмиссию составляет в среднем 93,7 %. Наименьшие значения совокупной эмиссии парниковых газов были в 1997-1998 гг. – 276,4 и 287,3 млн. т  $\text{CO}_2$ -экв. соответственно, что на 22,7 % ниже уровня 1990 года. Но в 2006 г. выбросы от нефтегазовой отрасли составили 348,9 млн. т  $\text{CO}_2$ -экв., или 97,5 % уровня 1990 года. Распределение профиля выбросов парниковых газов по основным направлениям деятельности в отрасли приведено на рисунке 3.26.

Как видно из рисунка 3.26, основные выбросы парниковых газов в нефтегазовой отрасли связаны с операциями с природным газом (84,8 % общего выброса отрасли).

Таблица 3.22

*Неопределенность оценки эмиссии метана в угольной промышленности РФ*

Вид деятельности	Неопределенность расчетной величины эмиссии
Извлечение угля подземным способом	$\pm 5 \%$
Извлечение угля открытым способом	$\pm 100 \%$
Последующее обращение с углем	$\pm 50 \%$

Таблица 3.23

*Категории источников выбросов и парниковые газы, представленные в Разделе 3.3.3.*

Категория источников выбросов	Парниковые газы и предшественники, включенные в раздел	Таблица ОФД
Операции с нефтью		1.B.2.A
Обслуживание действующих нефтяных скважин	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.A.1
Добыча	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.A.2
Транспорт	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.A.3
Первичная переработка и хранение	CH <sub>4</sub>	1.B.2.A.4
	NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC и SO <sub>2</sub>	1.B.2.A
Газовый конденсат		
Добыча	CH <sub>4</sub>	1.B.2.A.6
Операции с природным газом		1.B.2.B
Добыча и первичная переработка	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.2
Транспорт и хранение	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.3
Распределение	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.4
Утечки при использовании в промышленности и энергетике	CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.5.1
Утечки при использовании в жилом секторе	CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.5.2
Продувка и отведение газов		1.B.2.C.1
Нефть	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.C.1.1
Природный газ	CO <sub>2</sub>	1.B.2.C.1.2
Сжигание в факелах при добыче и первичной переработке		1.B.2.C.2
Природный газ	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	1.B.2.C.2.2
Попутный (нефтяной) газ	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	1.B.2.C.2.3



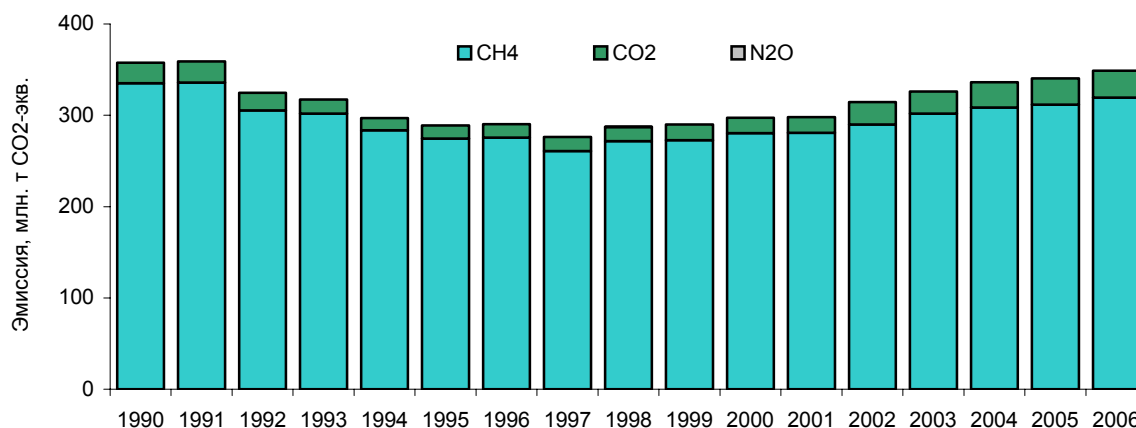


Рис. 3.25. Совокупная эмиссия и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых нефтегазовой отраслью Российской Федерации

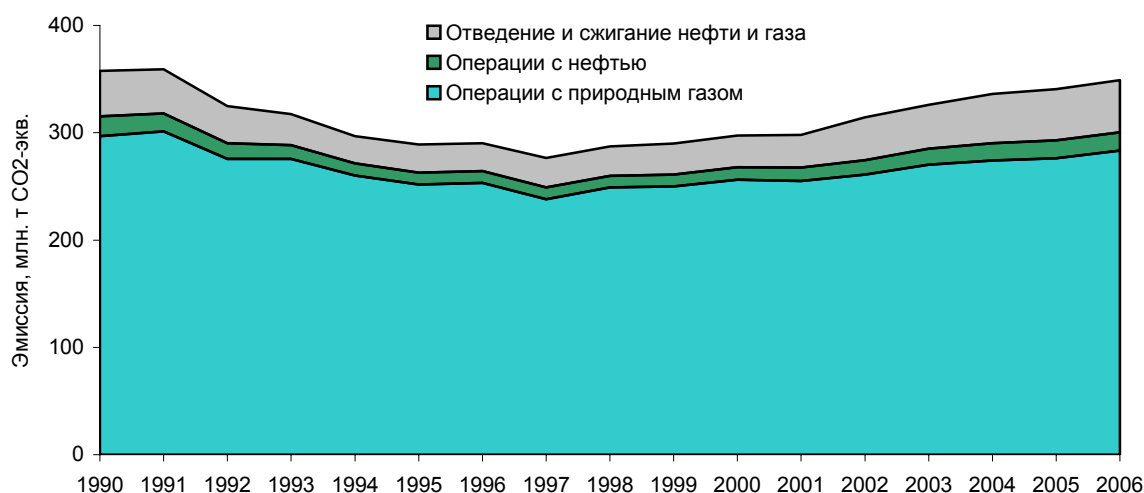


Рис. 3.26. Профиль выбросов нефтегазовой отрасли Российской Федерации

### 3.3.3.1 Выбросы от утечек при операциях с нефтью (1.B.2.A)

#### Описание категории источников

В настоящем разделе приводятся оценки эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  при обслуживании действующих нефтяных скважин, добыче, транспортировке, первичной переработке и хранении нефти, а также выбросы предшественников озона  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , NMVOC и  $\text{SO}_2$  в связи с переработкой нефти. В разделе также приведены оценки эмиссии метана при добыче газового конденсата. В таблице 3.24 представлены основные показатели хозяйственно-экономической деятельности нефтяной отрасли страны, взятые из данных государственной статистической отчетности и Международного энергетического агентства (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2004; Российский статистический ежегодник, 2007; IEA, 2005 и др.).

Как видно из таблицы 3.24, в 1996–1998 гг. объемы добычи и транспортировки нефти были наименьшими за период с 1990 по 2006 годы, что обусловлено экономическими причинами. Показатели первичной переработки нефти достигли минимума в 1998 году. Экономический рост после 1998 года сопровождался активизацией экономической деятельности в нефтяной отрасли, но по большинству из приведенных показателей уровень 1990 года пока еще не достигнут. Приведенные в таблице 3.24 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов.

Таблица 3.24

## Показатели деятельности нефтяной отрасли Российской Федерации

Годы	Добыча нефти, млн. т	Добыча газового конденсата, млн. т	Среднесуточный дебет одной скважины, т	Транспортировка по магистральным трубопроводам, млн. т	Первичная переработка нефти, млн. т
1990	506,0	10,2	11,6	497,9	298
1991	452,0	10,3	10,1	441,4	286
1992	390,0	9,5	9,0	382,8	256
1993	345,3	8,6	8,0	335,4	223
1994	310,1	7,7	7,8	299,5	186
1995	298,5	8,3	7,5	287,9	182
1996	292,9	8,3	7,4	281,5	176
1997	296,8	8,8	7,3	283,8	177
1998	294,1	9,2	7,7	282,0	164
1999	295,2	10,0	7,7	282,1	169
2000	313,1	10,4	7,5	294,6	173
2001	337,0	11,1	7,7	319,7	179
2002	367,0	12,6	8,3	359,8	185
2003	407,6	13,7	9,4	404,3	190
2004	443,1	16,2	10,1	441,5	195
2005	452,9	17,3	10,3	454,1	208
2006	462,4	18,1	10,3	460,8	220

Методологические вопросы

Эмиссию при обслуживании действующих скважин рассчитывали по формуле 3.2 (IPCC, 2000):

$$E_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}} = AD \bullet EF_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}, \text{ где} \quad (3.2)$$

$E_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  — величина эмиссии  $\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}$  Гг;

$AD$  — общее количество действующих скважин (скв.), шт.;

$EF_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  — коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}$ , Гг • скв.<sup>-1</sup>

Общее количество действующих скважин (N) определялось на основе среднесуточного дебита одной скважины (D) и общего объема добытой за год нефти и газового конденсата (M). При этом предполагалось, что добыча нефти и газового конденсата является непрерывным круглогодичным циклом, то есть:  $N = M / (D \bullet 365)$ .

Эмиссии  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  при добыче и транспортировке нефти, а также выбросы  $\text{CO}_2, \text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  при продувке нефтяных скважин рассчитывалась по формуле 3.3 (IPCC, 2000):

$$E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}} = (AD/\rho) EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}, \text{ где} \quad (3.3)$$

$E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  — величина эмиссии, Гг;

$AD$  — данные о деятельности, тыс. т (Гг);

$\rho$  — средневзвешенная плотность добываемой нефти, т • м<sup>-3</sup>

$EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  — коэффициент эмиссии, Гг • м<sup>-3</sup> • 10<sup>-3</sup>

Выбросы  $\text{CH}_4$  от добычи газового конденсата, переработки и хранения нефти выполняли по формуле 3.4 (IPCC, 1997). При этом предполагалось, что вся нефть, прошедшая переработку, впоследствии хранится и, соответственно, является источником эмиссии:

$$E_{\text{CH}_4} = AD \bullet CF_{\text{NCV}} \bullet EF_{\text{CH}_4}, \text{ где} \quad (3.4)$$

$E_{\text{CH}_4}$  — величина эмиссии  $\text{CH}_4$ , 10<sup>-3</sup> т;

$AD$  — данные о деятельности (объем добычи или переработки), млн. т (10<sup>6</sup> т);

$CF_{\text{NCV}}$  — коэффициент пересчета в теплотворную способность (NCV), Т Дж • 10<sup>-3</sup> т<sup>-1</sup>

$EF_{\text{CH}_4}$  — коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4$ , 10<sup>-3</sup> т • ПДж<sup>-1</sup>

Расчеты выполнялись последовательно, что исключало двойной счет выбросов. По мнению Российской стороны, расчетные формулы 3.2-3.4 соответствуют уровню 1b методологии МГЭИК, поскольку используют данные государственной статистической отчетности и национальные или региональные параметры и коэффициенты. Расчет эмиссии предшественников озона выполнялся по методу Уровня 1 МГЭИК и с использованием рекомендуемых МГЭИК конверсионных коэффициентов (IPCC, 1997).

Пересчет в низшую теплотворную способность осуществляли с использованием значений коэффициента  $CF_{NCV}$  45,22 ТДж • тыс.т<sup>-1</sup> для газового конденсата и 42,08 ТДж • тыс.т<sup>-1</sup> для нефти, взятых из Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК (IPCC, 1997). Величина средневзвешенной плотности добываемой в Российской Федерации нефти была взята из данных литературы и составляет 857,8 кг • м<sup>-3</sup> при 20° С (Григорьев и Попов, 2002). Из данных средневзвешенной плотности нефти следует, что по величине плотности нефти Российской Федерации условно можно отнести к категории легких. Значения использованных в расчетах коэффициентов эмиссии приведены в таблице 3.25.

За исключением обслуживания действующих нефтяных скважин, величины коэффициентов эмиссии, приведенные в таблице 3.25, представляют собой средние из диапазона значений, рекомендуемых МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2000). Расчет выбросов NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC и SO<sub>2</sub> выполнялся на основе данных по первичной переработке нефти (таблица 3.24) с использованием рекомендуемых МГЭИК величин коэффициентов эмиссии: 0,09 кг • т<sup>-3</sup> для CO, 0,06 кг • т<sup>-3</sup> для NO<sub>x</sub>, 0,62 кг • т<sup>-3</sup> для NMVOC и 0,93 кг • т<sup>-3</sup> для SO<sub>2</sub> (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

#### Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от утечек при операциях с нефтью

Расчетные значения выбросов CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> при операциях с нефтью, в том числе обслуживании действующих нефтяных скважин, добыче, транспортировке, первичной переработке и хранении нефти, а также при добыче газового конденсата приведены на рисунке 3.27 и 3.28 соответственно. Величины выбросов предшественников озона приведены на рисунке 3.20.

Как видно из рисунка 3.27, добыча нефти является основным источником выбросов CO<sub>2</sub>. Доля эмиссии от этого вида деятельности составляет 99,8 %, в то время как на долю выбросов при обслуживании скважин и транспортировки нефти по магистральным трубопроводам приходится лишь 0,2 %. В 2006 году выбросы CO<sub>2</sub> от операций с нефтью были на 8,6 % ниже, чем в 1990 году.

Как и для CO<sub>2</sub>, нефтедобыча определяет динамику эмиссии метана при операциях с нефтью: ее вклад с совокупную эмиссию составляет в среднем 97,0 % (рис. 3.28).

Таблица 3.25

*Коэффициенты эмиссии CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов от утечек в нефтяной отрасли Российской Федерации*

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CO <sub>2</sub>	Коэффициент эмиссии CH <sub>4</sub>	Источник
Обслуживание действующих нефтяных скважин	$4,8 \cdot 10^{-7}$ Гг • год <sup>-1</sup> на число скважин	$6,4 \cdot 10^{-5}$ Гг • год <sup>-1</sup> на число скважин	IPCC, 2000
Добыча нефти	$2,7 \cdot 10^{-4}$ Гг • 10 <sup>-3</sup> м <sup>-3</sup>	$1,45 \cdot 10^{-3}$ Гг • 10 <sup>-3</sup> м <sup>-3</sup>	IPCC, 2000
Добыча газового конденсата	—	$2,65 \cdot 10^3$ кг • ПДж <sup>-1</sup>	IPCC, 1997
Первичная переработка нефти	—	$7,45 \cdot 10^2$ кг • ПДж <sup>-1</sup>	IPCC, 1997
Хранение нефти	—	$1,35 \cdot 10^2$ кг • ПДж <sup>-1</sup>	IPCC, 1997
Транспортировка нефти	$4,9 \cdot 10^{-7}$ Гг • 10 <sup>-3</sup> м <sup>-3</sup>	$5,4 \cdot 10^{-6}$ Гг • 10 <sup>-3</sup> м <sup>-3</sup>	IPCC, 2000

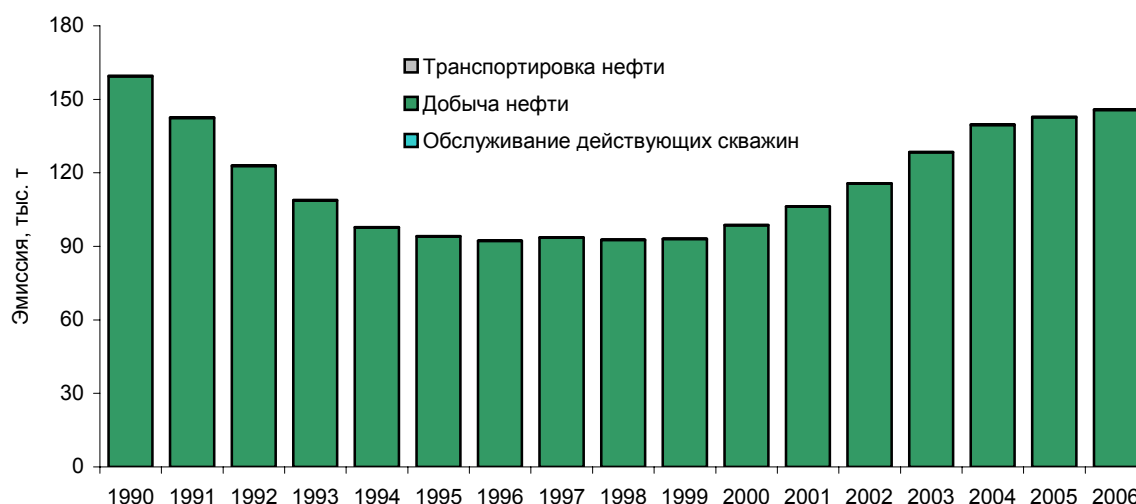


Рис. 3.27. Выбросы CO<sub>2</sub> при операциях с нефтью.

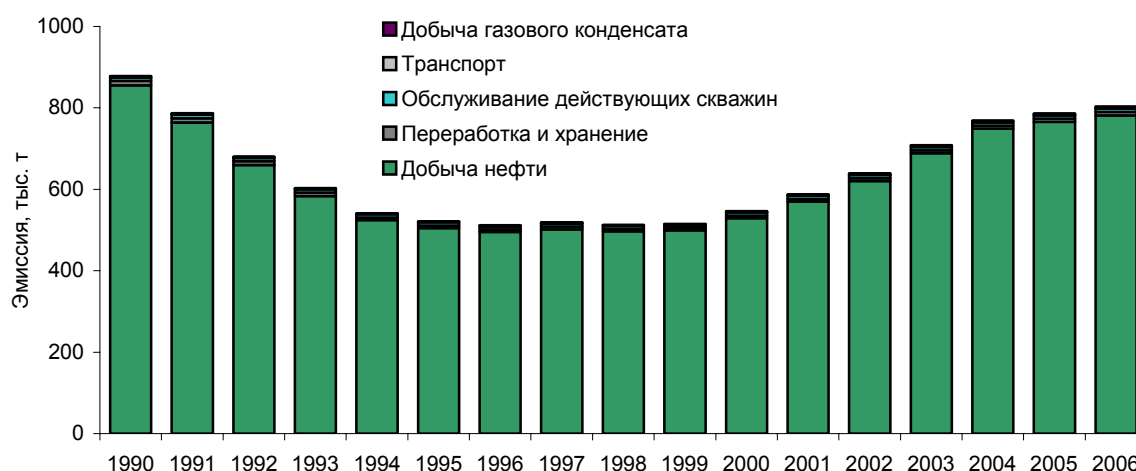


Рис. 3.28. Выбросы CH<sub>4</sub> при операциях с нефтью и добыче газового конденсата.

### 3.3.3.2 Выбросы от утечек при операциях с природным газом (1.B.2.B)

#### Описание категории источников

В настоящем разделе приводятся оценки эмиссии CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> при утечках во время добычи и первичной переработки, транспортировки и хранения, а также распределения природного газа (табл. 3.23). В таблицах 3.26 и 3.28 представлены основные показатели хозяйственно-экономической деятельности газовой отрасли страны (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2004; Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007; IEA, 2005).

Изменения показателей добычи природного и попутного газа с 1990 по 2006 гг. обусловлены экономическими изменениями, происходившими в это время в стране (табл. 3.26). Эти же причины обуславливают изменения общей протяженности магистральных газопроводов, которая в 2006 году превысила величину 1990 года на 12,5 %. Приведенные в таблице 3.26 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов от газовой отрасли Российской Федерации.

Таблица 3.26

## Показатели деятельности газовой отрасли Российской Федерации

Годы	Добыча природного газа, млрд. м <sup>3</sup>	Добыча нефтяного (попутного) газа <sup>1)</sup> , млрд. м <sup>3</sup>	Использование нефтяного (попутного) газа, % от общих ресурсов добычи	Протяженность магистральных газопроводов, тыс. км	Транспортировка газа по магистральным трубопроводам, млн. т
1990	600,4	40,2	80	144	543,3
1991	608,0	35,4	78	149	545,7
1992	608,6	32,4	80	140	523,4
1993	588,6	29,8	81	142	511,6
1994	581,0	26,2	82	143	482,9
1995	570,0	25,5	81	148	473,8
1996	575,4	26,1	81	150	481,5
1997	543,8	27,3	83	151	480,0
1998	564,3	27,1	80	152	487,0
1999	563,7	27,9	80	153	498,9
2000	555,1	28,8	80	152	511,2
2001	550,9	30,5	80	152	508,8
2002	562,6	32,5	75	153	513,8
2003	581,3	38,9	78	156	544,5
2004	591,1	41,5	76	158	555,1
2005	598,0	42,8	76	160	565,8
2006	612,0	44,3	77	162	581,1

<sup>1)</sup> В итоги добычи нефтяного (попутного) газа не включен нефтяной (попутный) газ, сожженный в факелах (Постановление Госкомстата России № 46 от 23.06.99)

Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов выполнялся для добычи, первичной переработки и сжигания природного и попутного (нефтяного) газа, технологических потерь при прокачке газа по магистральным трубопроводам, утечек (технологических потерь) при газораспределении по сетям среднего и низкого давления и хранения газа, а также при использовании газа отдельными группами потребителей. Категории источников и газы, включенные в расчет, приведены в таблице 3.23.

Выбросы от утечек при добыче и первичной переработке природного и попутного газа, а также отборе газа из хранилищ рассчитывали по формуле 3.5 (IPCC, 2000):

$$E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}} = AD \bullet EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}, \text{ где} \quad (3.5)$$

$E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  — величина эмиссии  $\text{CO}_2$  или  $\text{N}_2\text{O}$ , Гг;

$AD$  — данные о деятельности, млн. м<sup>3</sup> (км и др. в зависимости от вида деятельности);

$EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  — коэффициент эмиссии  $\text{CO}_2$  или  $\text{N}_2\text{O}$ , Гг • млн. м<sup>-3</sup> (Гг • км<sup>-1</sup> • год<sup>-1</sup> и др. в зависимости от вида деятельности)

Формула 3.5 применялась также для расчета эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от сжигания природного и нефтяного газа в связи с их добычей и первичной переработкой (IPCC, 2000). Объемы природного газа, поступающего на переработку, корректировались с учетом потерь от сжигания на месте добычи при помощи стехиометрических соотношений и расчетных данных эмиссии  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  в атмосферу с продуктами горения. Доля добычи попутного (нефтяного) газа в совокупном объеме добычи не превышает 1 %. Поэтому было принято,

что расчет эмиссии парниковых газов от добычи и первичной переработки природного и попутного (нефтяного) газов ведется с использованием коэффициентов эмиссии для природного газа. Содержание  $\text{CH}_4$  в природном и попутном газе было принято одинаковым и равным 0,965. Величина 0,965 соответствует средневзвешенному содержанию метана в природном газе, рассчитанному на основе долевого участия газа с различным содержанием метана из разных месторождений Сибири и рекомендованных МГЭИК значений. Учитывая химический состав и свойства добываемого природного газа (Глаголев с соавт., 2003), было принято, что весь добытый газ перерабатывается на установках для нейтрального газа.

При действующей в России технологии хранения газа, утечки происходят в основном при его закачке в хранилища и отборе из них. Утечки во время хранения минимальны, и ими можно пренебречь. Технология закачки газа сходна с технологией его прокачки по магистральным трубопроводам. Для оценки объемов закачки газа в хранилища и его отбора из них были использованы данные государственной статистической отчетности о запасах газа у поставщиков на конец и начало года, которые, согласно порядку отчетности Росстата, соответствуют искомым величинам (Постановление Росстата № 46 от 23.06.99). Расчет эмиссии  $\text{CH}_4$  при прокачке газа по магистральным трубопроводам и закачке на хранение выполняли по формуле 3.6:

$$E_{\text{CH}_4} = AD \bullet CF_{\text{CH}_4} \bullet EF_{\text{CS}} \bullet RF_{\text{CH}_4}, \text{ где} \quad (3.6)$$

- $E_{\text{CH}_4}$  — величина эмиссии  $\text{CH}_4$ , Гг;
- $AD$  — данные о добыче природного и попутного газа, прокачке, хранении и распределении потребителям,  $10^6 \bullet \text{м}^3$ ;
- $CF_{\text{CH}_4}$  — коэффициент пересчета объемных долей  $\text{CH}_4$  в весовые ( $0,67 \bullet 10^{-6}$  Гг  $\bullet \text{м}^{-3}$  при плотности метана в условиях  $T = 20^\circ \text{C}$  и давлении 1 атм. (IPCC, 1997)
- $EF_{\text{CS}}$  — коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4$  в зависимости от вида деятельности, рассчитанный в долях от общего объема деятельности;
- $RF_{\text{CH}_4}$  — понижающий коэффициент, учитывающий объем метана в природном и попутном газе, рассчитанный в долях от объема газа

Эмиссия  $\text{CH}_4$  от утечек при газораспределении по сетям среднего и низкого давления, а также от потерь у потребителей рассчитывалась по формуле (3.7):

$$E_{\text{CH}_4} = AD \bullet CF_{\text{TCE}} \bullet CF_{\text{NCV}} \bullet EF_{\text{CH}_4}, \text{ где} \quad (3.7)$$

- $E_{\text{CH}_4}$  — величина эмиссии  $\text{CH}_4$ , кг;
- $AD$  — объем использования газа по группам потребителей,  $10^6 \bullet \text{м}^3$ ;
- $CF_{\text{TCE}}$  — коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте ( $1.154 \text{ т.у.т.} \bullet 10^{-3} \bullet \text{м}^{-3}$ );
- $CF_{\text{NCV}}$  — коэффициент пересчета в теплотворную способность ( $29.3 \text{ ТДж} \bullet 10^{-3} \bullet \text{т.у.т.}^{-1}$ )
- $EF_{\text{CH}_4}$  — коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4$ , кг  $\bullet \text{ПДж}^{-1}$

Для расчета утечек при газораспределении по сетям среднего и низкого давления, а также потерь у потребителей, из раздела 1.А «Сжигание топлив» были взяты данные по общему потреблению газа в стране и его использованию в промышленности и энергетике, а также в жилом секторе и на предприятиях торговли. Все вычисления выполнялись последовательно, что исключало двойной счет выбросов. Расчет утечек при газораспределении производился для объемов газа, поступающего по сетям среднего и низкого давления, который определялся как разность между общим газопотреблением в стране и его использованием крупными промышленными и энергетическими предприятиями (куда газ поступает по магистральным трубопроводам высокого давления). Потери у потребителей рассчитывались отдельно для крупных промышленных и энергетических предприятий, использующих газ из магистральных трубопроводов высокого давления, и потребителей в жилом секторе и на предприятиях торговли, получающих газ по трубопроводам среднего и низкого давления (потребители в жилом секторе и на предприятиях торговли). Формула 3.5 соответствует Уровню 1 методологии МГЭИК, а формулы 3.6 и 3.7 – Уровню 2, поскольку используют национальные данные, параметры и коэффициенты (IPCC, 2000). Значения использованных в расчетах коэффициентов эмиссии приведены в таблице 3.27.

Таблица 3.27

*Коэффициенты эмиссии CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов от утечек в газовой отрасли Российской Федерации*

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CO <sub>2</sub>	Коэффициент эмиссии CH <sub>4</sub>
Добыча природного и попутного газов	$9,5 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,75 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Первичная переработка природного и попутного газов	$2,7 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Утечки при прокачке газа по магистральным трубопроводам	$1,6 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot \text{км}^{-1}$	0,009 <sup>1)</sup>
Утечки при закачке газа в хранилища	—	0,00032 <sup>1)</sup>
Утечки при отборе газа из хранилищ	—	$2,75 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Утечки при газораспределении	—	0,032 <sup>1)</sup>
Утечки при потреблении газа в промышленности и энергетике	—	279500 кг · ПДж <sup>-1</sup>
Утечки при использовании газа в других секторах	—	139500 кг · ПДж <sup>-1</sup>

<sup>1)</sup> Национальные коэффициенты эмиссии

За исключением национальных коэффициентов эмиссии метана, все приведенные в таблице 3.27 коэффициенты эмиссии были взяты из руководств МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2000). Искользованные в расчетах коэффициенты эмиссии предназначены для установок переработки нейтрального газа (IPCC, 2000). Если в руководстве МГЭИК приведен диапазон значений коэффициента, то для расчета бралась средняя величина из приведенного диапазона. Национальные коэффициенты выбросов метана рассчитывались в виде доли газообразных потерь CH<sub>4</sub> в атмосферу от общего объема данных о деятельности. Расчеты выполнялись на основе опубликованных данных литературы и результатов специальных исследований по оценке утечек метана на предприятиях ОАО «Газпром» (Назаров с соавт., 1992; Векилов с соавт., 1992; Dedikov et al., 1999; IEA, 2006).

Пересчет условного топлива в угольном эквиваленте в тыс. м<sup>3</sup> и тепловой эквивалент производился при помощи рекомендованного Росстатом переводного коэффициента  $1,154 \text{ т.у.т.} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$  и конверсионного коэффициента  $29,3 \text{ ТДж} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$  (Постановление Госкомстата России, 1999; IPCC, 1997). Пересчет объемных долей CH<sub>4</sub> в весовые производился с использованием переводного коэффициента  $0,67 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot \text{м}^{-3}$  при плотности метана в условиях T = 20° С и давлении 1 атм. (IPCC, 1997).

#### Эмиссии CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от утечек при операциях с природным газом

Расчетные значения выбросов CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> при добыче, первичной переработке, транспортировке и хранении, а также распределении природного газа приведены на рисунках 3.29 и 3.30 соответственно.

Как видно из рисунка, только добыча, первичная переработка и транспортировка природного газа являются источниками выброса CO<sub>2</sub>. При этом наибольший вклад в совокупный выброс диоксида углерода дает газодобыча. В 2006 году выбросы CO<sub>2</sub> при добыче, первичной переработке и транспортировке газа превысили уровень выбросов 1990 года на 2,7 % (рис. 3.29).

Транспортировка и хранение вносят основной вклад в совокупный выброс CH<sub>4</sub> при операциях с природным газом – 36,5 % (рис. 3.30). На долю добычи и переработки, утечек при газораспределении по сетям среднего и низкого давления и потерь у потребителей приходится 17,6 %, 22,2 % и 23,7 % соответственно. В 2006 г. совокупная эмиссия метана была на 4,5 % ниже, чем в 1990 году. Таким образом, анализ динамики выбросов диоксида углерода и метана при операциях с природным газом показывает, что в 2006 году эмиссии от этого вида хозяйственной деятельности приблизились или незначительно превысили уровень выбросов 1990 года.

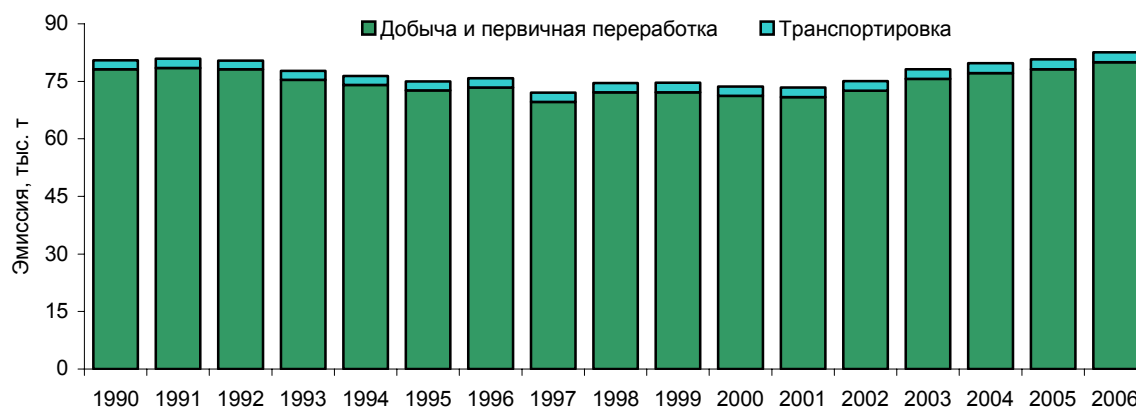


Рис. 3.29. Выбросы CO<sub>2</sub> при добыче, первичной переработке и транспортировке газа

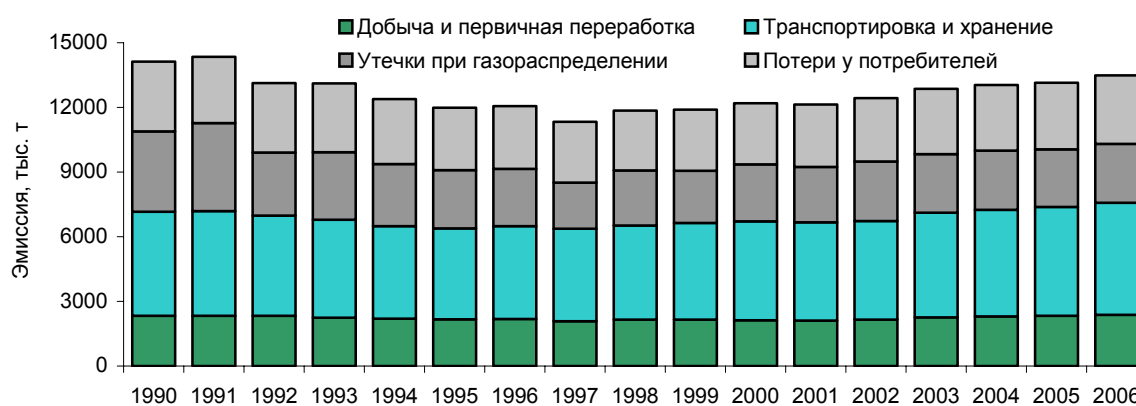


Рис. 3.30. Выбросы CH<sub>4</sub> при добыче, первичной переработке, транспортировке и хранении, распределении и потреблении природного газа

### 3.3.3.3 Выбросы от газоотведения и сжигания в факелах (1.B.2.C)

#### Описание категории источников

В разделе приводятся данные расчетов эмиссии CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> при газоотведении в процессе добычи нефти, а также оценки эмиссии CO<sub>2</sub> при газоотведении во время транспортировки природного газа по магистральным трубопроводам. Национальный коэффициент эмиссии метана, использованный при расчете выбросов от транспортировки, включает оценку потерь при газоотведении. Поэтому отдельный расчет выбросов от газоотведения не производился. Вместо этого был использован показатель «Учтено при выполнении других расчетов» (IE). Кроме того, в настоящем разделе представлены оценки выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O при сжигании в факелах природного и попутного нефтяного газа, являющихся частью технологических процессов их добычи и первичной переработки.

Данные по добыче нефти, показатели использования попутного нефтяного газа, и протяженности магистральных газопроводов представлены в таблицах 3.24 и 3.26 соответственно. В ежегодно публикуемых данных государственной статистической отчетности приводятся данные об используемой части добытого попутного газа и степени его утилизации, приведенные в таблице 3.26 и примечании к таблице 3.26 (Статистический ежегодник, 2006; Статистический ежегодник, 2007). Весь не используемый попутный нефтяной газ сжигается в факелах в целях обеспечения безопасности нефтеразработок. Из приведенных в таблице 3.26 данных и описания расчета объемов газа, поступившего на первичную переработку, следует, что двойной счет эмиссии при сжигании и первичной переработке природного и попутного нефтяного газа исключен. Данные о сжигании нефтяного (попутного) газа в факелах приведены в таблице 3.28.



В 2006 году объем сжигаемого в факелах попутного газа был на 34,5 % выше, чем в 1990 году. В целом же изменения объемов сжигания нефтяного (попутного) газа с 1990 по 2006 годы обусловлены экономическими факторами.

В связи с отсутствием необходимых данных о сжигании нефти в факелах, было сделано предположение, что при сжигании попутного газа, сгорает и незначительное количество добытой, но не использованной нефти. Соответственно отдельный расчет сжигания нефти в факелах не производился. Вместо этого был использован показатель «Учтено при других расчетах» (IE). Приведенные в таблицах 3.24, 3.26 и 3.28 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов от рассматриваемой категории источников.

#### Методологические вопросы

Выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  рассчитывались по формуле 3.5, которая соответствует Уровню 1 методологии МГЭИК, с использованием рекомендуемых МГЭИК параметров, значения которых приведены в таблице 3.29 (IPCC, 2000).

Все приведенные в таблице 3.29 коэффициенты эмиссии были взяты из Руководящих указаний МГЭИК по эффективной практике (IPCC, 2000). Если в руководстве МГЭИК приведен диапазон значений коэффициента, то для расчета бралась средняя величина из приведенного диапазона. В случае сжигания попутного газа в факелах были взяты коэффициенты эмиссии для зарегистрированных сожженных объемов газа, предложенные МГЭИК на основе показателя полноты сжигания 98 % и анализа состава выделяющихся в процессе горения газов (IPCC, 2000).

#### Выбросы $\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$ и $\text{N}_2\text{O}$ от газоотведения и сжигания в факелах

Расчетные значения выбросов парниковых газов от газоотведения и при сжигании в факелах приведены на рисунках 3.31, 3.32 и 3.33 соответственно.

Таблица 3.28

*Сжигание нефтяного (попутного) газа в факелах, млрд. м<sup>3</sup>*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Объем сжигания	9,9	10,26	8,24	6,5	5,41	5,93	6,02	6,62	6,63
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Объем сжигания	7,27	7,25	7,37	11,04	10,78	12,48	13,12	13,31	

Таблица 3.29

*Коэффициенты эмиссии, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов от добычи нефти, транспортировки природного газа по магистральным трубопроводам и сжигания природного и нефтяного (попутного) газа*

Вид деятельности	Коэффициент эмиссии $\text{CO}_2$	Коэффициент эмиссии $\text{CH}_4$	Коэффициент эмиссии $\text{N}_2\text{O}$
Газоотведение при добыче нефти	$1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$1,381 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—
Газоотведение при транспорте природного газа	$8,5 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot \text{км}^{-1}$	Учтено при других расчетах	—
Сжигание в факелах при газодобыче	$1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-8} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Сжигание в факелах при переработке газа	$2,1 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Сжигание в факелах нефтяного (попутного) газа	$2,0 \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$

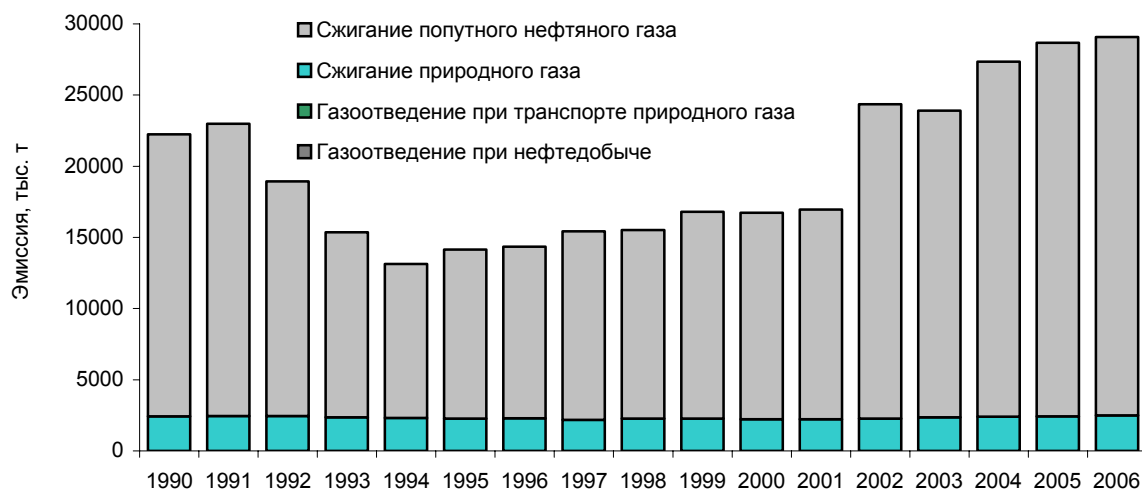


Рис. 3.31. Выбросы  $CO_2$  от газоотведения и при сжигании в факелах

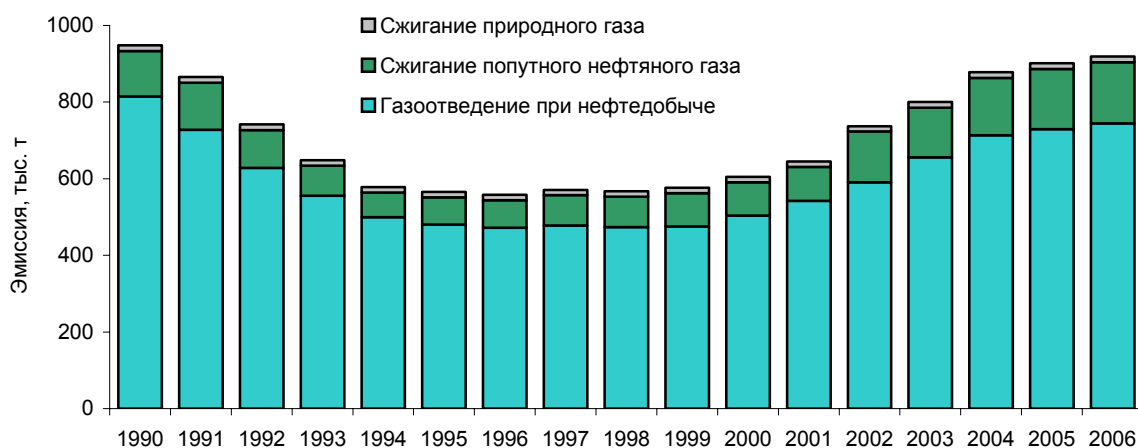


Рис. 3.32. Выбросы  $CH_4$  от газоотведения и при сжигании в факелах

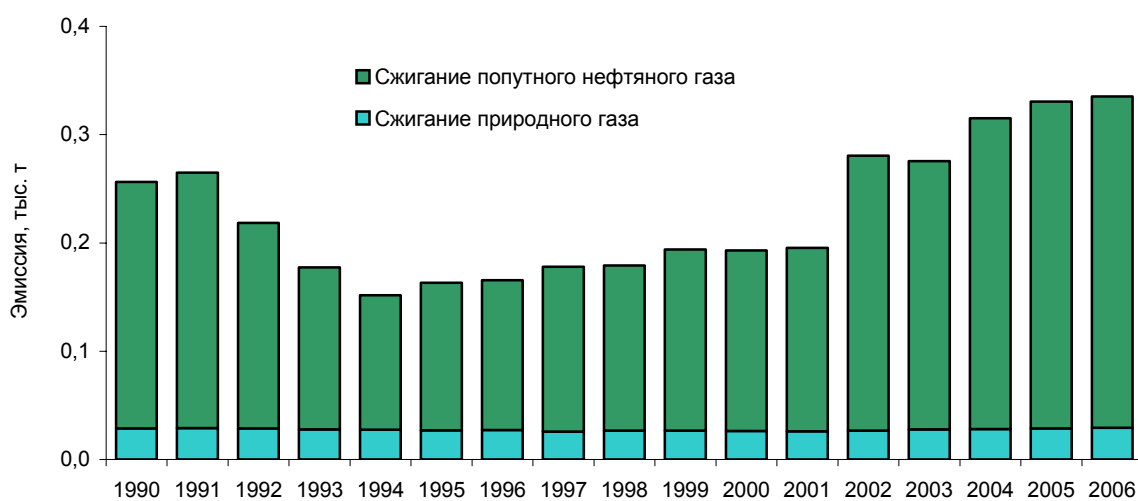


Рис. 3.33. Выбросы  $N_2O$  при сжигании в факелах

Как видно из рисунка 3.31, сжигание попутного нефтяного газа является основным источником выбросов CO<sub>2</sub> от рассматриваемых видов деятельности. Доля эмиссии от этого вида деятельности составляет 87,5 %. В 2006 году совокупные выбросы CO<sub>2</sub> выросли на 30,8 % по сравнению с уровнем 1990 года.

Газоотведение при нефтедобыче определяет динамику эмиссии метана от рассматриваемой категории источников – 83,4 % совокупного выброса CH<sub>4</sub> (рис. 3.32). В 2006 году совокупная эмиссия метана была на 3,1 % ниже, чем в 1990 году.

Как показывают данные рисунка 3.33, наибольший вклад в суммарную эмиссию закиси азота вносит сжигание попутного нефтяного газа (87,2 %). В 2006 году эмиссия N<sub>2</sub>O превысила уровень 1990 года на 30,7 %.

#### **3.3.3.4 Оценка точности расчетов**

Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, комплексная количественная оценка неопределенности величин выбросов парниковых газов в нефтегазовой отрасли затруднительна из-за сложной структуры отрасли (IPCC, 2000). Как предполагается, ошибки определения рекомендуемых МГЭИК коэффициентов эмиссии составляют ±25 %. Состав выделяющихся газов определяется с точностью ±5 % для каждого отдельного компонента.

Оценки выбросов при газоотведении и сжигании в факелах могут быть достаточно надежными, если известны действительные объемы отведенных и сожженных газов. К сожалению, в настоящее время нам известны лишь объемы сожженного попутного газа, тогда как другие выбросы рассчитывались при помощи коэффициентов, рекомендованных МГЭИК. В этом случае, как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК, ошибки могут составлять порядок величины или более (IPCC, 2000). Оценки выбросов закиси азота наименее надежные. Однако, вклад N<sub>2</sub>O в совокупный выброс незначителен.

Отдельно следует рассмотреть точность данных о деятельности, на основе которых выполнялись расчеты. В большинстве случаев данные о деятельности были взяты из государственной статистической отчетности или данных международных организаций, в которые Российская Федерация регулярно представляет статистическую информацию. Точность таких данных достаточно высока: ошибки лежат в пределах ±5 %.

#### **3.3.3.5 Обеспечение и контроль качества, изменения в представлении информации, перерасчеты и планируемые усовершенствования кадастра**

Как показал анализ ключевых источников, категории 1.B.2.B и 1.B.2.C являются ключевыми. Поэтому при проверке качества расчетов им уделялось особое внимание. Для обеспечения и контроля качества расчетов были осуществлены формальный контроль и перекрестные проверки данных о деятельности и результатов расчетов. Во время формальной проверки рассмотрены размерность данных о деятельности и параметров, на основе которых выполнялись расчеты эмиссии. Перепроверены результаты расчетов и проанализирована полнота и целостность доступных данных о деятельности и другой параметрической информации. При обеспечении и контроле качества учитывались замечания и предложения, высказанные Группой углубленного рассмотрения кадастров парниковых газов Секретариата РКИК.

В соответствии с замечаниями и предложениями Группы углубленного рассмотрения кадастра парниковых газов, планируемые усовершенствования прежде всего направлены на уточнение данных о деятельности нефтегазовой отрасли и внедрение более детализированных оценок выбросов от ключевых источников, соответствующих Уровню 2 методологии МГЭИК. При внедрении Уровня 2 особое внимание будет уделяться тем источникам и парниковым газам, которые дают наибольший вклад в совокупный выброс от рассматриваемой категории.

### 3.4 Выбросы от международного бункерного топлива (1.C1)

#### 3.4.1 Обзор подраздела

Выбросы, связанные с использованием топлива для международных авиационных и морских перевозок, не включались в суммарные национальные выбросы. Данные по количеству и типу топлива, поставляемого в виде международного морского и авиационного бункера, и соответствующие эмиссии даются для информационных целей.

В подразделе «Эмиссия от международного бункерного топлива» приведены оценки выбросов парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ), образующихся при использовании топлива для авиации и морского транспорта в международном сообщении с 1990 по 2006 гг. включительно.

Динамика эмиссии парниковых газов приведена на рисунке 3.34. Как видно из рисунка 3.34, наибольшая величина эмиссии наблюдалась в 1990 году. В 2006 году совокупная эмиссия  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составила 11,4 млн. т (11 372,3 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что на 7,5 % ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого в 2006 году приходилось 99,1 % совокупного выброса. Эмиссии метана и закиси азота в 2006 году составили 0,04 % и 0,85 % соответственно. Распределение профиля выбросов парниковых газов при использовании топлива в международных авиационных и морских перевозках приведено на рисунке 3.35.

Как видно из рисунка 3.35, с 1990 по 1993 гг. основные выбросы парниковых газов при использовании международного бункерного топлива связаны с морским транспортом. Однако с 1994 по 2006 годы выбросы парниковых газов от авиации начали преобладать над выбросами от морского транспорта и составили в среднем 75 % совокупной эквивалентной эмиссии парниковых газов от международного бункерного топлива.

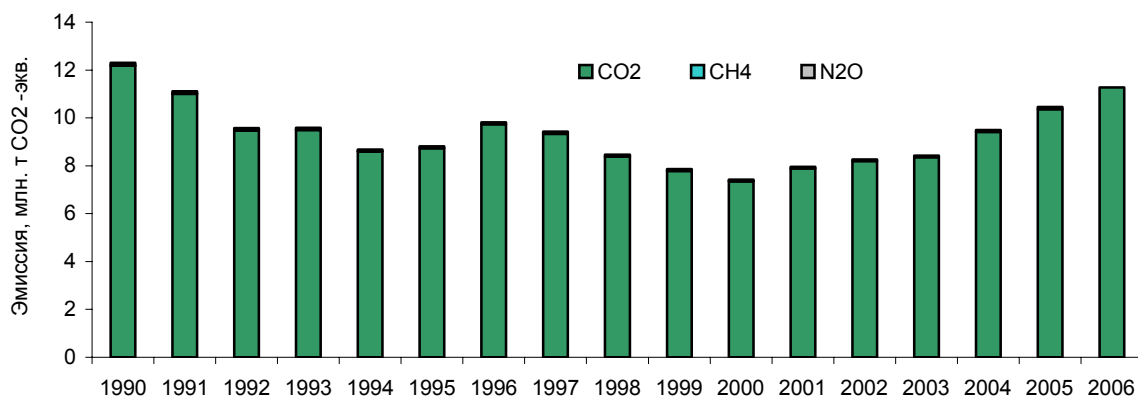


Рис.3.34. Динамики эмиссии парниковых газов от международного бункерного топлива

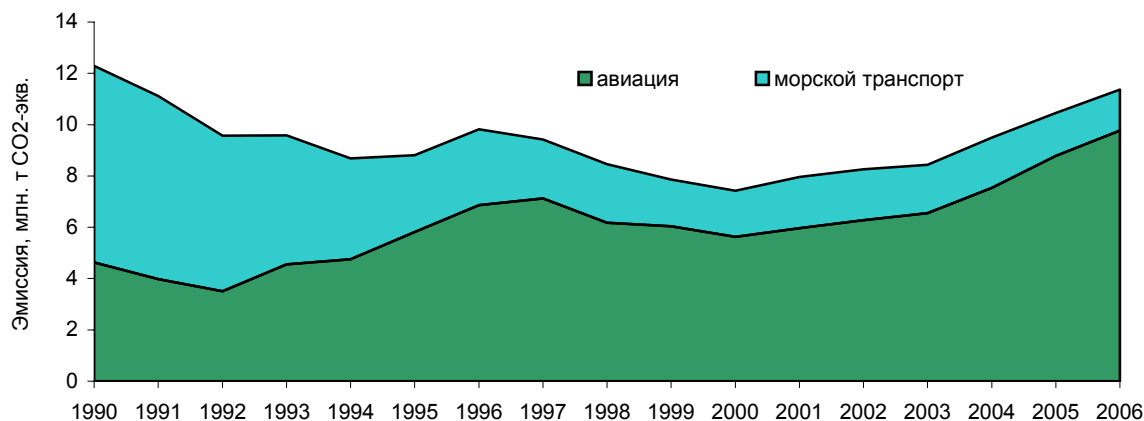


Рис. 3.35. Совокупная эквивалентная эмиссия парниковых газов при использовании международного бункерного топлива

### 3.4.2 Авиационное бункерное топливо (1.C1.A)

#### Описание категорий источников выбросов

Основные данные по международным авиационным перевозкам были предоставлены Министерством транспорта Российской Федерации и опубликованы в статистических ежегодниках (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007).

Данные о совокупном объеме топлива, использованного российскими авиакомпаниями при выполнении международных авиационных перевозок, включая страны СНГ, в пункты назначения и обратно ( $FCR_{\leftrightarrow}$ ) были предоставлены Министерством транспорта Российской Федерации за период с 1996 по 2004 гг. Использование топлива за 1990-1995 гг. и 2005-2006 гг. определялось расчетным путем по соотношению между величинами расхода авиатоплива российскими авиакомпаниями при международных перевозках ( $FCR_{\leftrightarrow}$ ) и пассажирооборотом в международном воздушном сообщении (PT) с 1996 по 1999 годы, для которых доступны полные массивы данных. Выбор 1996-1999 гг. обусловлен постоянством парка воздушных судов и высокой согласованностью межгодовых трендов  $FCR_{\leftrightarrow}$  и PT с 1990 по 1999 годы включительно.

Удельный показатель расхода авиационного керосина (SC) рассчитывался как  $SC = FCR_{\leftrightarrow}1996-1999 / PT1996-1999$  и составил  $96.75 \cdot 103 \text{ т} \cdot 10^{-9} \text{ пас.-км}$ . Потребление авиационного топлива в 1990-1995 гг. рассчитывалось как  $FC_{\text{Год}} = PT_{\text{Год}} \cdot SC$ . Совокупный объем топлива, использованного при выполнении международных авиационных перевозок в 2005 и 2006 гг., определялся как  $FC_{2005/2006} = PT_{2005/2006} \cdot SC_{2005/2006}$ , где  $SC_{2005} = FCR_{\leftrightarrow}2000-2004 / PT_{2000-2004}$  и  $SC_{2006} = FCR_{\leftrightarrow}2000-2005 / PT_{2000-2005}$ . Пассажирооборот и использование топлива в международных авиационных перевозках в Российской Федерации представлены в таблице 3.30.

Таблица 3.30

#### *Пассажирооборот и потребление топлива при выполнении международных авиане перевозок*

Годы	Пассажирооборот, млн. пас./ км (PT)	Общий объем топлива, использованного российскими авиакомпаниями при выполнении международных авиационных перевозок, включая страны СНГ, в пункты назначения и обратно, тыс. тонн ( $FC_{R_{\leftrightarrow}}$ )
1990	18500	1789,88 <sup>1)</sup>
1991	15900	1538,33 <sup>1)</sup>
1992	14000	1354,50 <sup>1)</sup>
1993	18200	1760,85 <sup>1)</sup>
1994	19000	1838,25 <sup>1)</sup>
1995	23200	2244,60 <sup>1)</sup>
1996	28400	2652,95
1997	27700	2752,07
1998	26000	2385,20
1999	22600	2330,36
2000	25800	2172,46
2001	29300	2302,2
2002	32200	2425,84
2003	35500	2528,5
2004	43700	2911,30
2005	45800	3394,50 <sup>1)</sup>
2006	50900	3772,50 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Получены расчетным путем.

Министерство транспорта Российской Федерации располагает информацией о совокупном объеме топлива, использованного российскими авиакомпаниями при выполнении международных авиационных перевозок, включая страны СНГ, в пункты назначения и обратно ( $FC_{R\leftrightarrow}$ ). Соответственно данные о заправке топливом иностранных авиоперевозчиков ( $FC_{F\leftrightarrow}$ ), покидающих территорию Российской Федерации не доступны. Для оценки объема топлива, использованного иностранными перевозчиками для вылета с территории России ( $FC_{F\leftarrow}$ ) было сделано предположение, что из общего объема международных рейсов российских авиакомпаний 50 % чартерные и 50 % регулярные, а количество регулярных рейсов зарубежных авиакомпаний в Россию и обратно равно числу международных регулярных рейсов, совершаемых российскими авиакомпаниями. То есть,  $FC_{F\leftarrow} = 0,5 FC_{R\leftrightarrow}$ .

Для определения объемов топлива, израсходованного российскими ( $FC_R$ ) и зарубежными авиакомпаниями ( $FC_F$ ) для вылета с территории России было сделано предположение, что при возвращении обратно все воздушные суда осуществляют дозаправку топливом в размере 50 % первоначальных объемов, то есть  $FC_R = FC_{R\leftrightarrow} / 1,5$  и  $FC_F = (0,5 FC_{R\leftrightarrow}) / 3,0$ . Совокупная величина топлива, использованного российскими и зарубежными перевозчиками ( $FC_A$ ), определялась как  $FC_A = FC_R + FC_F$ .

#### Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов от топлива, использованного российскими и международными авиакомпаниями для перелетов с территории Российской Федерации, выполняли по формуле 3.8 (IPCC, 1997; IPCC, 2000):

$$E_{CO_2, CH_4, N_2O} = FC_A \bullet CF_{TCE} \bullet CF_{NCV} \bullet EF_{CO_2, CH_4, N_2O}, \quad (3.8)$$

где

$E_{CO_2, CH_4, N_2O}$  — величина эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $10^3$  т (Гг);

$FC_A$  — потребление топлива в международных авиационных перевозках,  $10^3$  т;

$CF_{TCE}$  — коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте ( $1.47 \cdot 10^3$  т.с.е.  $\cdot 10^{-3} \cdot t^{-1}$ );

$CF_{NCV}$  — коэффициент пересчета в теплотворную способность ( $0.0293 \cdot ПДж \cdot 10^{-3} \cdot t.c.e.^{-1}$ )

$EF_{CO_2, CH_4, N_2O}$  — коэффициент эмиссии  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $10^3$  т  $\cdot ПДж^{-1}$

Формула 3.8 соответствует Уровню 1b методологии МГЭИК, поскольку использует национальные данные, параметры и коэффициенты (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

Предполагалось, что все используемое авиакомпаниями топливо является авиационным керосином. Пересчет тонн авиационного керосина в тепловой эквивалент производился при помощи коэффициента пересчета в тонны условного топлива для авиационного керосина, равного  $1.47 \cdot 10^3$  т.у.т.  $\cdot 10^{-3} \cdot t^{-1}$  и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного  $0.0293$  ПДж  $\cdot 10^{-3} \cdot t.c.e.^{-1}$  (Постановление Госкомстата России, 1999). Коэффициенты эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$ , использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при международных авиационных перевозках, были взяты из Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК (IPCC, 2006) и приведены в таблице 3.31.

Таблица 3.31

*Коэффициенты эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$ , использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при международных авиационных перевозках*

Вид топлива	Коэффициент эмиссии $CO_2$ , $10^3$ т $\cdot ПДж^{-1}$	Коэффициент эмиссии $CH_4$ , $10^3$ т $\cdot ПДж^{-1}$	Коэффициент эмиссии $N_2O$ , $10^3$ т $\cdot ПДж^{-1}$
Авиационный керосин	71500	0.5	2

Эмиссии диоксида углерода, метана и закиси азота от использования авиационного бункерного топлива

Расчетные значения выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от авиационного бункерного топлива представлены на рисунках 3.36 и 3.37 соответственно.

Как видно из рисунка 3.36, наименьшая величина эмиссии наблюдалась в 1992 году, что объясняется сокращением объема международных перевозок, а наибольшая – в 2006 году. В 2006 году эмиссия  $\text{CO}_2$  увеличилась на 110,8 % по сравнению с уровнем 1990 года и составила 9,8 млн. т. Динамика тренда выбросов обусловлена значительной межгодовой изменчивостью потребления топлива в международном авиационном сообщении.

Тренды выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  повторяют тренд выбросов  $\text{CO}_2$ . Наибольшие величины эмиссии метана и закиси азота наблюдались в 2006 году и составили 67,7 и 270,8 т соответственно (рис. 3.37).

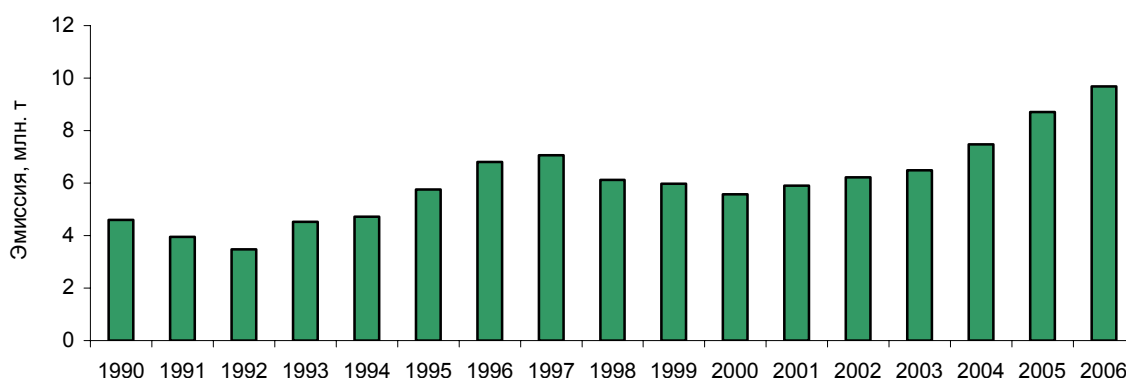


Рис. 3.36. Динамика эмиссии  $\text{CO}_2$  от авиационного бункерного топлива

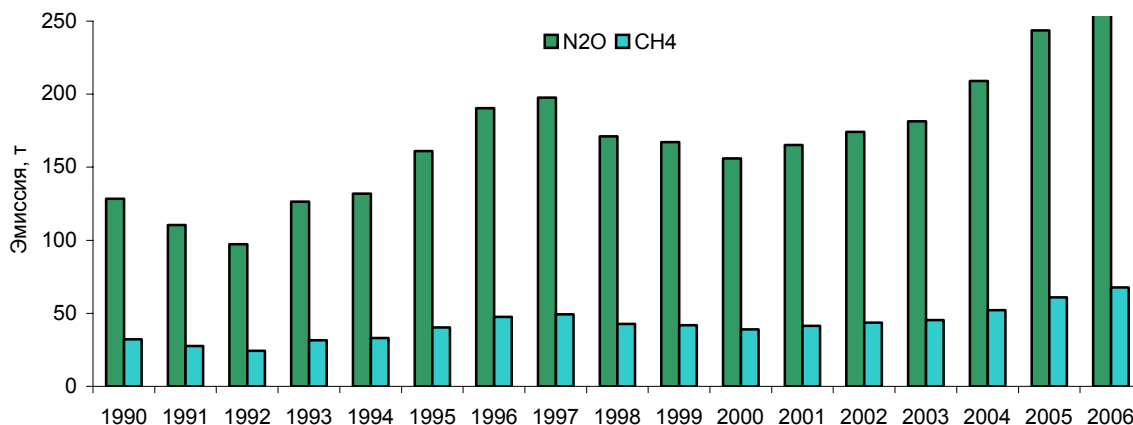


Рис. 3.37. Динамика эмиссии  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от авиационного бункерного топлива

### 3.4.3 Морское бункерное топливо (1.C1.B)

#### Описание категории источников выбросов

Данные о потреблении топлива при международных морских и речных перевозках отсутствуют. Поэтому расчет потребления топлива производился на основе доступных данных о сухих и наливных грузах, погруженных и разгруженных в портах Российской Федерации, а также средней дальности их перевозки. Эти данные предоставлены Министерством транспорта РФ и опубликованы в государственной статистической отчетности и других публикациях (Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007; Гранков, 2004; Морские порты, 2006).

Было сделано предположение, что 50 % общего объема топлива для перевозки экспортно-импортных грузов в Российскую Федерацию и из нее было заправлено на территории России. Из расчетов исключалось потребление топлива на внутренние (каботажные) перевозки. Для учета погрузочно-разгрузочных работ при перевозке каботажных грузов был использован понижающий коэффициент 2. Предположили, что расход топлива на 1 т груза одинаков для экспортно-импортных и каботажных перевозок, при этом пассажирские морские перевозки и все речные перевозки были отнесены к внутренним (каботажным).

Расчет потребления топлива российскими и иностранными судами при международных морских перевозках ( $FC_M$ ) выполняли на основе данных государственной статистики об общих объемах потребления топлива для морских перевозок ( $FC_{TM}$ ), доли экспортно-импортных грузоперевозок в общем объеме грузоперевозок страны ( $CF_{INT}$ ) и коэффициента использования отдельных видов топлива ( $CF_F$ ):  $FC_M = FC_{TM} \cdot CF_{INT} \cdot CF_F$ .

Расчет доли экспортно-импортных грузоперевозок в общем объеме грузоперевозок страны ( $CF_{INT}$ ) выполнялся по данным об общем объеме погрузки и разгрузки грузов в портах страны ( $C_L$ ), объеме погрузки и разгрузки каботажных грузов в портах страны ( $C_C$ ) и средней дальности перевозки экспортно-импортных ( $D_{INT}$ ) и каботажных грузов ( $D_C$ ):

$$CF_{INT} = (C_L - C_C) \cdot D_{INT} / ((C_L - C_C) \cdot D_{INT} + C_C \cdot D_C).$$

Коэффициент использования различных видов топлива при международных морских перевозках ( $CF_F$ ) вычислялся на основе их долевого участия в общем объеме потребления морским транспортом страны, выраженным в тоннах условного топлива.

Морской транспорт потребляет мазут, дизельное, газотурбинное и другие виды топлива. Основываясь на анализе типов используемых в стране морских судов, было сделано предположение, что в международных перевозках используются в основном мазут и дизельное топливо. Расчет потребления производился отдельно по каждому виду использованного топлива. Данные о потреблении топлива и перевалке грузов при их перевозке морским транспортом представлены в таблице 3.32.

#### Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов выполнялся по формуле 3.9:

$$E_{CO_2, CH_4, N_2O} = \sum (FC_M \cdot CF_{TCE} \cdot CF_{NCV} \cdot EF_{CO_2, CH_4, N_2O}), \quad (3.9)$$

где

$E_{CO_2, CH_4, N_2O}$  — величина эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $10^3$  т (Гг);

$FC_M$  — потребление топлива в международных морских перевозках по видам топлива (мазут, дизельное топливо),  $10^3$  т;

$CF_{TCE}$  — коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте (для мазута  $1.37 \cdot 10^3$  т.с.е.  $\cdot 10^{-3} \cdot t^{-1}$ ; для дизельного топлива  $1.45 \cdot 10^3$  т.с.е.  $\cdot 10^{-3} \cdot t^{-1}$ );

$CF_{NCV}$  — коэффициент пересчета в теплотворную способность ( $0.0293 \cdot \text{ПДж} \cdot 10^{-3} \cdot \text{т.с.е.}^{-1}$ )

$EF_{CO_2, CH_4, N_2O}$  — коэффициент эмиссии  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $10^3$  т  $\cdot \text{ПДж}^{-1}$

Формула 3.9 соответствует Уровню 1b методологии МГЭИК, поскольку предполагает использование национальных данных, параметров и коэффициентов (IPCC, 1997; IPCC, 2000).



Пересчет тонн топлива в тепловой эквивалент производился при помощи коэффициентов пересчета в тонны условного топлива для мазута и дизельного топлива, равных  $1.37 \cdot 10^3$  т.у.т.  $\cdot 10^{-3} \cdot \text{т}^{-1}$  и  $1.45 \cdot 10^3$  т.у.т.  $\cdot 10^{-3} \cdot \text{т}^{-1}$  соответственно и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного  $0.0293$  ПДж  $\cdot 10^{-3} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$  (Постановление Госкомстата России, 1999). Коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при международных морских перевозках, были взяты из Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК (IPCC, 2006) и приведены в таблице 3.33.

Таблица 3.32

*Потребление топлива морским транспортом и перевалка грузов в портах Российской Федерации*

Годы	Общий объем потребления топлива для морских перевозок, тыс. т (FC <sub>TM</sub> )		Общий объем погрузки и разгрузки грузов в портах страны, млн.т (C <sub>L</sub> )	Средняя дальность перевозки экспортно-импортных грузов, км (D <sub>INT</sub> )	Средняя дальность перевозки и каботажных грузов, км (D <sub>C</sub> )
	мазут	дизельное			
1990	2563	2542	178,4	5786	1548
1991	2427,2	2427,6	127	5786	1548
1992	218	2209	115	5378	1648
1993	209	1834	113	3990	1638
1994	162	1398	111	4306	1424
1995	133	1066	130	3960,5	1352
1996	122	1039	134	3853	1387
1997	193	855	140	3822	1383
1998	121	815	135,9	4335	1340
1999	307	700	162,1	3818,5	1378
2000	423	669,5	182,2	3809,5	1460
2001	503,2	727,2	203,6	3809,5	1460
2002	476	731,9	260,9	3809,5	1460
2003	418,5	706,6	286	3809,5	1460
2004	420,7	732,6	344,51	3809,5	1460
2005	481,5	568,5	381,39	3809,5	1460
2006	483,6	534,8	395,69	3809,5	1460

Таблица 3.33

*Коэффициенты эмиссии, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при международных морских перевозках*

Вид топлива	Коэффициент эмиссии, $\text{CO}_2$ $10^3$ т $\cdot$ ПДж $^{-1}$	Коэффициент эмиссии $\text{CH}_4$ , $10^3$ т $\cdot$ ПДж $^{-1}$	Коэффициент эмиссии $\text{N}_2\text{O}$ , $10^3$ т $\cdot$ ПДж $^{-1}$
Мазут	77400	7	2
Дизельное топливо	74100		

### Эмиссии диоксида углерода, метана и закиси азота от использования морского бункерного топлива

Расчетные значения выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от авиационного бункерного топлива представлены на рисунках 3.38 и 3.39 соответственно.

Наибольшая величина эмиссии  $\text{CO}_2$  наблюдалась в 1990 и 1991 годах. В 2006 году эмиссия диоксида углерода составила 1,59 млн. т или 20,9 % от уровня 1990 года (рис. 3.38).

Как видно из рисунка 3.39, в период с 1990 по 1998 год наблюдалось значительное снижение выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ . После 1998 года наметилась их некоторая стабилизация. В 2006 году эмиссии метана и закиси азота составили 147,3 и 42,0 т соответственно или около 21 % от уровня 1990 года.

#### **3.4.4 Оценка точности расчетов**

Точность расчетов определяется точностью исходных данных и поправочных коэффициентов. В связи с отсутствием данных о деятельности был сделан ряд допущений, которые увеличили неопределенность результатов расчетов.

Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  для разных видов топлив находится, как правило, в пределах  $\pm 5\%$ , поскольку они зависят в основном от содержания углерода в конкретном топливе и достаточно точно определены. Неопределенность коэффициента выбросов  $\text{CH}_4$  может быть в 2 раза больше. Неопределенность коэффициента выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  может быть на порядок выше (IPCC, 2000).

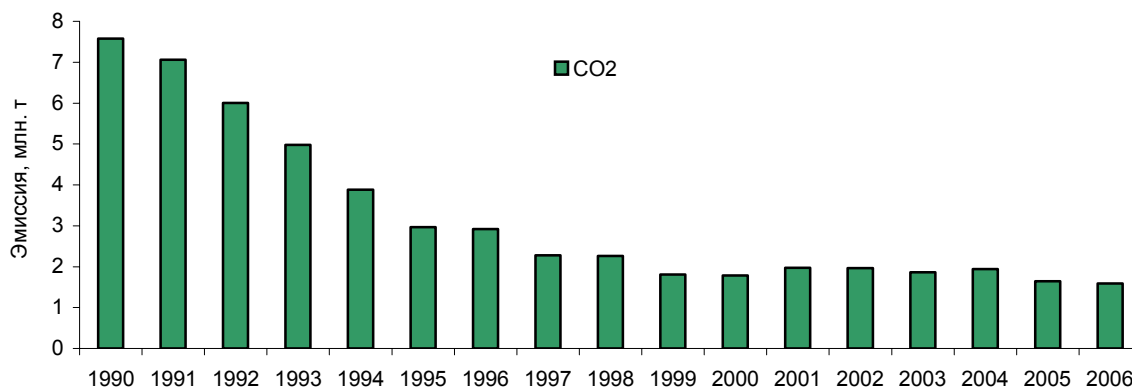


Рис 3.38. Динамика выбросов диоксида углерода от морского бункерного топлива

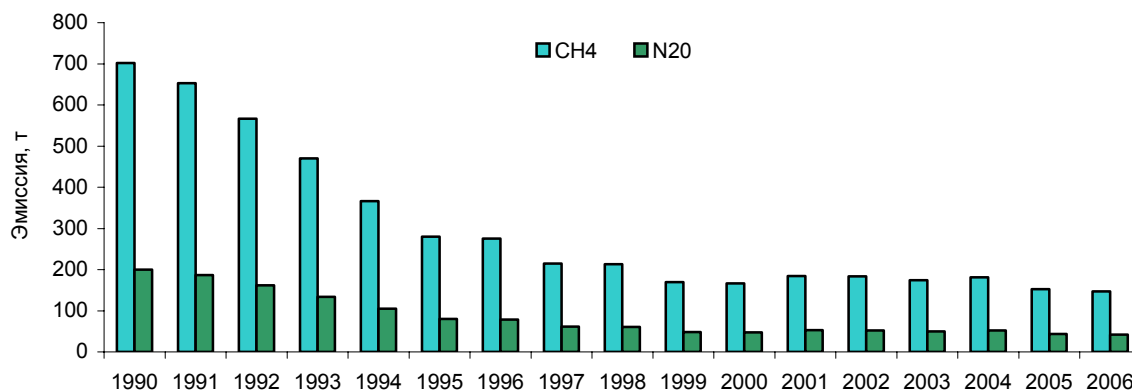


Рис. 3.39. Динамика выбросов метана и закиси азота от морского бункерного топлива

### **3.4.5 Обеспечение и контроль качества, планируемые усовершенствования**

При выполнении процедур обеспечения и контроля качества были осуществлены формальный контроль и перекрестная проверка данных о деятельности и результатов расчетов. В процессе формальной проверки рассмотрены размерность данных о деятельности и параметров, на основе которых выполнялись расчеты эмиссии парниковых газов. Были перепроверены расчеты и проанализирована полнота и целостность данных о деятельности и другой параметрической информации.

Важным элементом контроля качества кадастра является внешняя проверка исходных данных и оценок выбросов специалистами федеральных министерств и ведомств. В частности, специалисты Росстата и Минтранса осуществили независимую проверку исходных данных.

В ответ на замечания группы экспертов Секретариата РКИК ООН, высказанные во время углубленного рассмотрения Национального кадастра парниковых газов, предприняты усилия по сбору данных о деятельности по международным авиационным перевозкам. Поиск данных осуществляется в российских и в международных организациях (ИКАО). Получение более полной и достоверной информации позволит повысить точность расчетов парниковых газов от международного бункерного топлива. В зависимости от полученных данных о потреблении топлива будут выполнены перерасчеты эмиссии парниковых газов.

### **Литература и источники данных**

1. Векилов Э.Х., Демидюк Л.М., Дмитриев А.М., Перемятова Н.А., Фридман А.И. Предварительная оценка эмиссии парниковых газов (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>), выделяющихся из объектов горной, нефтегазодобывающей промышленности и сравнительный анализ антропогенной и естественной эмиссии на территории Российской Федерации. Объяснительная записка. М.: Инженерный центр по оценке геологического и техногенного риска. 1992, -102 с.
2. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. Гл. ред. А.И. Кравцов, в 3-х томах. –М.: Недра, 1979.
3. Глаголев А.И., Демин С.С., Орлов Ю.Н. Долгосрочное прогнозирование газового рынка: опыт сценарного программирования. –М.: Институт энергодиалога «Восток-Запад», 2003, -128 с.
4. Гранков М.Л. Русское судоходство. История и современность. Том 1. Коммерческий флот России. Страницы истории. – М.: Марин-Пресс, 2004, - 472.
5. Григорьев М., Попов В. Проверьте пробу, не отходя от скважин, Нефтегазовая вертикаль, 2002, 12, с. 36.
6. Малышев Ю.Н., Айруни А.Т. Комплексная дегазация угольных шахт. –М.: Издательство академии горных наук, 1999, -327 с.
7. Морские порты, 2006 №1, с. 43-48.
8. Назаров И.М., Фридман А.И., Фридман Ш.Д., Воробьев В.А., Перемятова Н.А., Абрамов Н.Р., Векилов Э.Х., Демидюк Л.М., Дмитриев А.М. Антропогенная эмиссия метана в странах СНГ и Прибалтики. Метеорология и гидрология, 1992, 11, с.15-20.
9. Постановление Госкомстата России «Об утверждении «Методических положений по расчету топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой»» Утверждено постановлением Госкомстата России № 46 от 23 июня 1999 г.
10. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. -М.: Логос, 1996, -1202 с.
11. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. -М.:, 1997, -749 с.
12. Российский статистический ежегодник: Стат. сб. Госкомстат России. -М.:, 1998, -813 с.
13. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. -М.:, 1999, -621 с.
14. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. -М.:, 2000, -642 с.
15. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. -М.:, 2001, -679 с.
16. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. -М.:, 2002, -690 с.
17. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. -М.:, 2003, -705 с.
18. Российский статистический ежегодник. 2004: Стат. сб. Росстат. -М.:, 2004, -725 с.
19. Российский статистический ежегодник. 2005: Стат. сб. Росстат. -М.:, 2006, -819 с.

20. Российский статистический ежегодник. 2006: Стат. сб. Росстат. -М.:, 2006, -806 с.
21. Российский статистический ежегодник. 2007: Стат. сб. Росстат. -М.:, 2007, -826 с.
22. Dedikov J.V., Akopova G.S., Gladkaja N.G., Piotrovskij A.S., Markellov V.A., Salichov S.S., Kaesler H., Ramm A., Muller von Blumencron A., Lelieveld J. Estimating Methane Realeases from Natural Gas Production and Transmission in Russia. Atmospheric Environment, 1999 (33), 3291-3299.
23. Energy Policies of the Russian Federation - 1995 Review. IEA/OECD, 1995, -323 pp.
24. IEA, 2005: <http://www.iea.org>
25. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC/OECD/IEA, Vol. 2, 1997.
26. IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES/OECD/IEA. 2000
27. IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (Eds.). Vol. 2 Energy, IPCC/IGES.
28. Optimising Russian Natural Gas. OECD/IEA, 2006, -200 pp.
29. Russia Energy Survey 2002. OECD/IEA, 2002, -280 pp.

## 4. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ (СЕКТОР 2 ОФД)

### 4.1 Обзор сектора

Инвентаризация выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы» включает оценку выбросов от производства продукции из минерального сырья (2.A), от химической промышленности (2.B), от металлургии (2.C), от пищевой и целлюлозно-бумажной промышленности (2.D), производства (2.E) и потребления (2.F) галоуглеродов (ГФУ, ПФУ) и гексафторида серы.

Суммарная эмиссия парниковых газов по сектору в 2006 г. составила 198 302 Гг CO<sub>2</sub>-эквивалента, что соответствует 8,0 % от общего выброса парниковых газов с учетом сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства в Российской Федерации.

С 1991 по 1998 гг. наблюдалось устойчивое снижение выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы», связанное с падением промышленного производства в Российской Федерации. В 1998 г. уровень выбросов парниковых газов в промышленности соответствовал 55,0 % от уровня 1990 г. С 1999 г. объем выбросов в промышленности постепенно увеличивается. Выброс парниковых газов в 2006 г. составлял 81,1 % от уровня промышленного выброса парниковых газов в 1990 г.

Наиболее значительным источником парниковых газов в промышленном секторе является металлургия. Ее вклад в суммарный выброс парниковых газов в промышленности в 2006 г. составил 55,1 %. Следующим по значению источником является производство продукции из минерального сырья. Его доля в суммарном выбросе – 25,5 %. Выброс от химической промышленности составляет 11,9 %.

Результаты инвентаризации выбросов парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» представлены в таблице 4.1 и на рисунке 4.2.

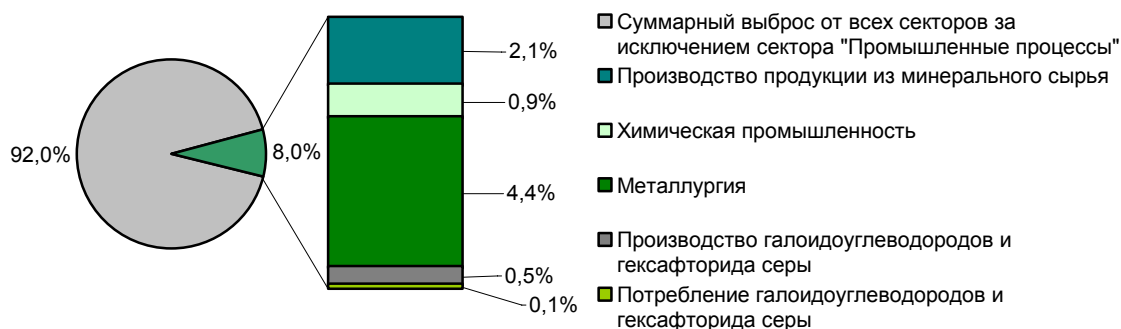
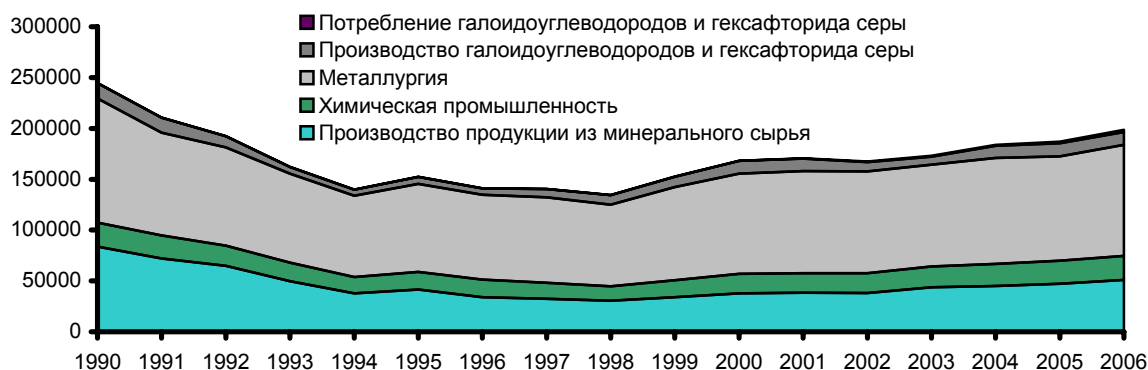


Рис. 4.1. Доля сектора «Промышленные процессы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2006 г.



*Рис. 4.2. Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» в 1990-2006 гг., Гг  $\text{CO}_2$ -экв.*

## **4.2 Продукция, производимая из минерального сырья (2.А)**

### **4.2.1 Обзор**

В этом субсекторе были оценены выбросы  $\text{CO}_2$  от производства цемента (2.А.1), строительной и технологической извести (2.А.2), использования известняков и доломитов в обжиговых производствах (2.А.3), использования кальцинированной соды (2.А.4), а также выбросы диоксида серы от производства цемента (2.А.1).

Основными источниками выбросов парниковых газов в данном субсекторе являются производство цемента и использование известняков и доломитов в обжиговых производствах, выбросы  $\text{CO}_2$  от которых составили в 2006 г. 47,7 % и 33,9 % общего выброса парниковых газов от производства продукции из минерального сырья (2.А). Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства извести и от использования кальцинированной соды в 2006 г. составили, соответственно, 16,3 % и 2,2 % от общего выброса  $\text{CO}_2$  в этом субсекторе. С 1990 г. по 1998 г. наблюдалось существенное снижение выбросов парниковых газов в субсекторе 2.А, связанное с падением производства. В 1998 г. общий выброс парниковых газов от производства продукции из минерального сырья составлял 36,4 % от уровня 1990 г. С 1999 г. и до настоящего времени происходит рост выбросов. В 2006 г. общий выброс парниковых газов в субсекторе 2.А составил 60,5 % от уровня 1990 г.

Использование кровельного и окисленного нефтяного битума (2.А.5), асфальтирование дорог (2.А.6) и производство стекла (2.А.7.1) приводит к выбросам неметановых летучих органических соединений, оценки выбросов которых также были включены в настоящую версию кадастра.

Результаты оценки выбросов  $\text{CO}_2$  от производства минеральной продукции представлены в таблице 4.2.

### **4.2.2 Методика расчетов**

#### *Выбросы $\text{CO}_2$ от производства цемента (2.А.1)*

Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства цемента оценивались по методу уровня 2 (IPCC, 2000) с использованием данных о производстве цементного клинкера – промежуточного продукта производства цемента, при получении которого и происходят выбросы  $\text{CO}_2$ . Расчетная оценка выброса  $\text{CO}_2$  проводилась по формуле 3.1 (IPCC, 2000). Коэффициент эмиссии рассчитывался по формуле 3.3. При этом использовались следующие значения расчетных параметров по умолчанию (IPCC, 2000): содержание  $\text{CaO}$  в клинкере по массе 64,6 %; поправочный коэффициент (CKD Correction factor) 1,02.

Данные о производстве клинкера, полученные из базы данных Росстата, приводятся в таблице 4.3.

Кроме того, оценивалась эмиссия диоксида серы от производства цемента. Оценка проводилась на основе данных о выпуске цемента. Использован коэффициент эмиссии  $\text{SO}_2$ , равный 0,3 кг  $\text{SO}_2$ /т. произведенного цемента (IPCC, 1996).

#### *Выбросы $\text{CO}_2$ от производства строительной и технологической извести (2.А.2)*

Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства строительной и технологической извести оценивались по методике МГЭИК, приведенной в (IPCC, 2000). Расчетная оценка выполнялась по формуле 3.4 (IPCC, 2000). Для жирной извести использовался коэффициент эмиссии  $\text{CO}_2$  по умолчанию (IPCC, 2000), равный 0,75 т  $\text{CO}_2$ /т произведенной извести. Для доломитовой извести использовался коэффициент эмиссии  $\text{CO}_2$ , равный 0,86 т  $\text{CO}_2$ /т произведенной извести (IPCC, 2000). В соответствии с методикой вводилась поправка на присутствие в извести доли гашеной извести (0,97). Поглощение  $\text{CO}_2$  из атмосферы в результате затвердевания извести не учитывалось, поскольку учет этого процесса выходит за рамки используемой методики МГЭИК.

Таблица 4.1

Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» в 1990-2006 гг., Гг  $CO_2$ -экв.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Производство продукции из минерального сырья																
83683	72179	64882	49772	37777	41555	33951	32327	30425	33864	37724	38314	37973	43708	44985	47173	50638
Химическая промышленность																
23816	22518	19743	18178	15920	17351	17486	15848	14400	16777	19275	19355	19677	20361	21831	22849	23642
Металлургия																
121877	100971	96512	87525	79878	86459	83146	84037	79991	91432	98301	100286	100103	100202	104122	102471	109187
Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы																
15014	14720	11041	6580	6108	7001	6327	8117	9424	10275	12664	12327	9124	7937	11762	12829	12715
Потребление галоидоуглеводородов и гексафторида серы																
25	28	22	21	24	27	34	77	81	119	178	297	379	714	1078	1408	2120
Всего																
244415	210416	192201	162076	139706	152392	140944	140406	134320	152467	168142	170579	167256	172922	183778	186730	198302

Таблица 4.2

Выбросы  $CO_2$  от производства продукции из минерального сырья в 1990-2006 г., Гг

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Производство цемента																
34051	32307	26286	21640	16210	16378	12518	12075	11730	12960	14869	15607	16840	18365	20578	21897	24148
Производство извести																
12126	10997	9829	8634	6986	6887	5816	5669	5298	6290	6685	6844	6949	7255	7449	7596	8240
Использование известняков и доломитов																
36162	27610	27655	18671	13924	17533	15025	13954	12862	13947	15449	15067	13384	17321	16041	16766	17159
Использование кальцинированной соды																
1345	1265	1112	827	658	757	593	628	535	667	721	797	801	767	917	914	1090
Всего																
83683	72179	64882	49772	37777	41555	33951	32327	30425	33864	37724	38314	37973	43708	44985	47173	50638

Данные о производстве строительной и технологической извести получены из базы данных Росстата и приводятся в таблице 4.4. Производство строительной извести, в силу относительно небольших объемов ее потребления, осуществляется на многочисленных, преимущественно маломощных, территориально рассредоточенных предприятиях. Технологическая известь выпускается как крупными, так и мелкими производителями, как правило, для собственных нужд. В государственной статистике РФ отсутствуют детализированные данные о производстве жирной и доломитовой извести. При расчетах доля доломитовой извести в общем производстве извести принята равной 15% - значение по умолчанию (IPCC, 2000).

*Выбросы CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов в обжиговых производствах (2.4.3)*

Выбросы CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов оценивались по методике МГЭИК, приведенной в (IPCC, 2000). Для оценки выбросов CO<sub>2</sub> использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию, равные 0,440 тонн CO<sub>2</sub>/тонну известняка и 0,477 тонн CO<sub>2</sub>/тонну доломита (IPCC, 1996), рассчитанные на основании стехиометрических уравнений для химически чистых известняков и доломитов.

Около 40 % добываемых карбонатных пород используется в обжиговых производствах (Сенаторов и др., 2006).

Обжигом карбонатных пород получают цемент, технологическую известь и строительную известь, кальцинированную соду, хлористый кальций, карбид кальция и другие соединения этого металла. Термическому воздействию подвергаются также карбонатные породы, используемые в качестве флюсов в черной и цветной металлургии, стекляного сырья, в производствах глинозема и огнеупорных материалов.

В данном разделе учитываются выбросы CO<sub>2</sub> от использования карбонатных пород в качестве флюсов в черной и цветной металлургии, сырья в производстве стекла, а также от использования доломитов для производства смолодоломитовых и смолодоломит-магнезитовых огнеупоров, доломитового кирпича, заправочного материала (устройство и ремонт отдельных частей мартеновских печей и конвертеров).

Выбросы CO<sub>2</sub> от использования известняков при производстве глинозема не учитываются во избежание двойного счета, так как шлам, образующийся при производстве глинозема, в дальнейшем используется для производства портландцемента (Соколов Р.С., 2003).

Таблица 4.3

*Производство цементного клинкера в России в 1990-2006 гг., тыс. т*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Объем производства	65830	62459	50819	41836	31338	31663	24201	23344	22678
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Объем производства	25055	28746	30172	32557	35505	39783	42333	46686	

Таблица 4.4

*Производство строительной и технологической извести в России, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Строительная	5072	4463	3856	3158	2120	2010	1393	1305	1217
Технологическая	11238	10328	9364	8455	7276	7253	6429	6321	5908
Всего	16309	14791	13220	11613	9396	9263	7822	7625	7125
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Строительная	1414	1382	1447	1527	1542	1622	1639	1766	
Технологическая	7045	7609	7759	7819	8216	8398	8577	9317	
Всего	8460	8991	9205	9346	9757	10019	10216	11083	



Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства цемента, строительной и технологической извести и кальцинированной соды учитываются в других категориях источников (2.А.1, 2.А.2, 2.А.4), а выбросы  $\text{CO}_2$  от производства карбида кальция учитываются как выбросы от химической промышленности, категория 2.В.4.2.

Объемы использования известняков в качестве флюсов в черной и цветной металлургии, а также в качестве сырья для производства огнеупоров органами государственной статистики не фиксируются и могут быть оценены только косвенно – по нормативам их использования в металлургических процессах (Буланов, Чайка, 2002). Суммарная оценка объемов использования известняков и доломитов в металлургии и производстве огнеупорных материалов выполнена в отчете (Сенаторов и др., 2006). Оценка объемов использования доломитов в металлургии и производстве огнеупоров проводилась по объемам добычи доломитов для металлургии. Мониторинг добычи карбонатных пород для различных производств ведется в рамках Государственного баланса запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Около 5-10 % добытых для металлургии доломитов используются не по назначению (Сенаторов и др., 2006). Поэтому объем потребления доломитов в металлургии и для производства огнеупоров оценивался как 92,5 % от объемов добычи доломитов для металлургии. Оценки объемов потребления известняков и доломитов в металлургии и для производства огнеупоров приводятся в таблице 4.5.

В производстве стекла используются как известняки, так и доломиты. Причем карбонатная составляющая стекольных шихт достаточно велика по объему: 13,6-14,8 % доломита и 3,3-4,1 % известняка (Бирюлев и др., 1999). Государственный баланс запасов полезных ископаемых РФ ведет учет добычи карбонатных пород для использования в качестве стекольного сырья. Добыча стекольных известняков в 1990-2003 гг. не велась, и производители использовали товарный известняковый щебень и мел, реализуемые горнодобывающими предприятиями других отраслей. С 2004 г. добыча стекольных известняков возобновлена, однако ее объем пока недостаточен для полного удовлетворения спроса потребителей.

Суммарный объем использования карбонатных пород в стекловарении оценивается на основании данных о добычи доломитов для стекольной промышленности, а также данных об объемах производства (Сенаторов и др., 2006). Учитывая соотношение использования известняков и доломитов в стекловарении (0,26:1), оцениваем объемы потребления известняков и доломитов в производстве стекла. Результаты этой оценки приводятся в таблице 4.5.

Используемые в промышленности известняки и доломиты не являются химически чистыми и в небольших количествах содержат примеси некарбонатных, в том числе глинистых минералов, а также обломочных частиц различного состава. При расчете выбросов  $\text{CO}_2$  вводился поправочный коэффициент, учитывающий наличие некарбонатных примесей в известняках и доломитах, используемых в различных отраслях промышленности.

Для определения допустимого наличия примесей, использовались требования, предъявляемые к известнякам и доломитам, используемым в качестве сырья в черной и цветной металлургии, в производстве стекла и огнеупоров. Государственные стандарты определяют минимальное содержание  $\text{CaO}$  в известняках и  $\text{MgO}$  в доломитах, а также максимально допустимое содержание в сырье некоторых примесей: в том числе  $\text{MgO}$  в известняках и  $\text{CaO}$  в доломитах. Государственные стандарты для известняков и доломитов, используемых в металлургии и производстве стекла и огнеупоров представлены в таблицах 4.6 и 4.7.

Для каждой области использования известняков и доломитов определялось среднее минимальное допустимое содержание карбонатных пород в сырье. Для корректировки выбросов  $\text{CO}_2$  использовались средние значения между чистыми (100 %) известняками и доломитами и минимальным допустимым по ГОСТу содержанием известняков и доломитов в сырье. Эти значения приводятся в таблице 4.8 для каждой области использования известняков и доломитов.

Таблица 4.5

Расчет объемов использования известняков и доломитов в обжиговых производствах, млн. т.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Использование карбонатных пород в производстве флюсов и огнеупоров	83,1	62,9	63,1	42,9	31,8	40,3	34,8	32,1	30,1	32,7	36	34,5	30	39,3	36,8	38,3	39,0
Объем добычи доломитов для металлургии	23,6	23,2	19,1	11,4	10,9	12,2	12,2	10,3	8,2	6,6	8,2	6,2	5,7	5,9	6,3	6,3	6,9
Использование доломитов в металлургии	21,8	21,5	17,7	10,5	10,1	11,3	11,3	9,5	7,6	6,1	7,6	5,7	5,3	5,5	5,8	5,8	6,4
Использовании известняков в металлургии	61,3	41,4	45,4	32,4	21,7	29,0	23,5	22,6	22,5	26,6	28,4	28,8	24,7	33,8	31,0	32,5	32,6
Использование карбонатных пород в производстве стекла	1,7	1,7	1,7	0,9	0,8	0,8	0,4	0,6	0,1	0,1	0,3	0,9	1,4	1,4	0,9	1,1	1,3
Использование известняков в производстве стекла	0,35	0,35	0,35	0,19	0,17	0,17	0,08	0,12	0,02	0,02	0,06	0,19	0,29	0,29	0,19	0,23	0,27
Использование доломитов в производстве стекла	1,35	1,35	1,35	0,71	0,63	0,63	0,32	0,48	0,08	0,08	0,24	0,71	1,11	1,11	0,71	0,87	1,03
Использование известняков в обжиговых производствах	61,62	41,79	45,78	32,54	21,88	29,18	23,60	22,70	22,54	26,62	28,48	28,95	25,02	34,13	31,16	32,70	32,87
Использование доломитов в обжиговых производствах	23,18	22,81	19,02	11,26	10,72	11,92	11,60	10,00	7,66	6,18	7,82	6,45	6,38	6,57	6,54	6,70	7,43

Кроме того, в нашем распоряжении имеются данные о среднем содержании СаО в известняках двух месторождений в Красноярском крае и в Кемеровской области (Сементовский Ю.В.,1999). Эти известняки преимущественно используются в качестве флюсов в металлургии. Среднее содержание СаО в известняках этих месторождений составляет 54,5 % и 54,7 %, а соответствующее содержание химически чистого известняка – 97,3 % и 97,6 %. Эти значения близки к нашим оценкам содержания химически чистого известняка в сырье, используемом для металлургии (96,18 %).

Таблица 4.6

*Государственные стандарты для известняков, используемых в обжиговых производствах*

Область применения	Минимальное содержание СаО, %	Соответствующее минимальное содержание химически чистого известняка, %	Источник информации
Сырье доменное, агломерационное, электросталеплавильное, ферросплавное 1 сорт	52	92,8	Шишкин А.В., 1984
Сырье доменное, агломерационное, электросталеплавильное, ферросплавное 2 сорт	50	89,2	Шишкин А.В., 1984
Флюсовый известняк в цветной металлургии	48 - 55	85,7 - 98,2	Шишкин А.В., 1984
Известняк для производства стекла, сорт "ИК-54-0.1"	54,0	97,4	ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой)
Известняк для производства стекла, сорт "ИК-53-0.2"	53	97,3	ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой)
Известняк для производства стекла, сорт "ИК-51-0.3"	51	95,5	ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой)
Химически чистый известняк	56,03	100	Бирюлев Г.Н. и др.,1999

Таблица 4.7

*Требования к доломитам, используемым в качестве сырья  
при производстве стекла и огнеупоров*

Область применения	Минимальное содержание MgO в сырье, %	Максимальное содержание CaO в сырье, %	Минимальное содержание химически чистого доломита в сырье, %	Допустимое содержание химически чистого известняка в сырье, %	Минимальное содержание карбонатных пород в сырье, %	Источник информации
Конвертерные доломиты	33	19	86,92	11,72	92,78	ТУ 14-8-232-77 Доломит дробленый для производства конвертерных огнеупоров
Доломит для обжига и заправки мартеновских печей		19	87,69	11,72	93,56	ОСТ 1485-82 Доломит обожженный металлургический
Доломит для обжига и заправки мартеновских печей		17	77,77	15,99	85,76	ОСТ 1485-82 Доломит обожженный металлургический
Доломит для заправки и подсыпки порогов мартеновских печей		12	54,89	15,99	62,89	ОСТ 1484-82 Доломит сырой металлургический
Доломит для стекла ДК-19-0,05	32	19	86,92	9,94	91,89	ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусковой и молотый)
Доломит для стекла ДК-19-0,10	32	19	86,92	9,94	91,89	ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусковой и молотый)
Доломит для стекла ДК-18-0,25	34	18	82,34	15,99	90,34	ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусковой и молотый)
Доломит для стекла ДК-18-0,40	34	18	82,34	15,99	90,34	ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусковой и молотый)
Доломит для стекла ДМ-20-0,10	31+1,0	20+1,0	91,49	5,67	94,33	ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусковой и молотый)
Химически чистый доломит	21,86	30,41	100	0		Бирюлев Г.Н. и др., 1999

Таблица 4.8

*Среднее содержание известняков и доломитов в карбонатном сырье,  
используемом в обжиговых производствах, %*

Область использования	Среднее содержание карбонатных пород в сырье
Использование известняков в качестве флюсов в металлургии	96,18
Использование известняков в производстве стекла	98,37
Использование доломитов для производства огнеупоров	90,89
Использование доломитов в производстве стекла	95,88

#### Выбросы CO<sub>2</sub> от производства и использования соды (2.А.4)

Выбросы CO<sub>2</sub> от производства кальцинированной соды в Российской Федерации не оценивались, поскольку вся выпускаемая в России кальцинированная сода является синтетической. Методики оценки выбросов при производстве синтетической кальцинированной соды отсутствуют в действующих руководствах МГЭИК. Сода из природного сырья в РФ не производится.

В предшествующих кадастрах при оценке выбросов CO<sub>2</sub> от использования (потребления) соды предполагалось, что вся произведенная сода используется в России в год ее производства. Использовались данные о производстве кальцинированной соды, собираемые Росстатом (Российский статистический ежегодник, 1998, 2005, 2006, 2007). В кадастре 2008 г. при оценке выбросов от использования кальцинированной соды проводился учет экспорта и импорта кальцинированной соды при расчете объемов ее потребления в стране. Данные об объемах экспорта и импорта кальцинированной соды в 1996-2006 гг. получены из базы данных Федеральной Таможенной Службы. Данные об экспорте и импорте кальцинированной соды в 1990-1995 гг. отсутствуют, поэтому расчет выбросов CO<sub>2</sub> в 1990-1995 гг. выполнен без учета экспорта и импорта кальцинированной соды.

Данные о производстве, экспорте и импорте кальцинированной соды приводятся в таблице 4.9.

#### Выбросы НМЛОС от производства асфальтовых кровельных покрытий (2.А.5)

Выбросы прямых парниковых газов от асфальтовых кровельных покрытий весьма незначительны по сравнению с выбросами неметановых летучих органических соединений (IPCC, 2006). Основным источником выбросов НМЛОС при производстве кровельных покрытий является продувка нефтебитума, которая представляет собой процесс полимеризации и стабилизации нефтебитума с целью повышения его устойчивости к атмосферным воздействиям. Окисленный или продутый нефтебитум используется в производстве асфальтовых кровельных покрытий. Выбросы НМЛОС от других стадий процесса изготовления асфальтовых кровельных покрытий (пропитка битумом, нанесение асфальтовых покрытий, обработка поверхности минеральными веществами) существенно меньше и не учитываются в кадастре 2008 г.

Считается, что весь нефтебитум, используемый не для дорожных покрытий, продувается (IPCC, 1996). Органами государственной статистики РФ учитываются два типа нефтебитума, используемого не для дорожных покрытий: кровельный нефтебитум и строительный нефтебитум, данные об объемах производства которых приводятся в таблице 4.10. Данные о производстве строительного и кровельного нефтебитума переданы Росстатом.

Для оценки выбросов НМЛОС использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 2,4 кг НМЛОС/тонну окисленного нефтебитума.

#### Выбросы НМЛОС от использования асфальта для дорожных покрытий (2.А.6)

Наиболее широко используемые в производстве дорожных покрытий горячие асфальтовые смеси содержат малое количество летучих углеводородных соединений и поэтому не могут быть значительным источником выбросов НМЛОС при производстве дорожных покрытий. Холодные асфальтобетонные смеси, которые имеют жидкую консистенцию благодаря добавлению в них нефтяных разбавителей и поэтому показывают высокий уровень выбросов НМЛОС за счет испарения разбавителя. С холодными асфальтобетонными покрытиями (разжиженными нефтебитумами) связана большая часть выбросов НМЛОС от использования асфальта для дорожных покрытий.

В кадастре выбросов парниковых газов 2008 г. оценивались выбросы только от использования холодных асфальтобетонных смесей для дорожных покрытий.

Органы государственной статистики РФ начали учет производства асфальтобетонных смесей для дорожных и аэродромных покрытий только в 2000 г. Кроме того отсутствует детализация статистических данных для холодных асфальтобетонных смесей по скорости испарения разбавителя. В этом случае руководством ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (ЕЕА, 2005) рекомендовано использование коэффициента выбросов для смеси быстрого затвердевания с использованием разбавителя с высокой летучестью, равного 320 кг НМЛОС/тонну холодной асфальтобетонной смеси.

Для оценки объемов производства холодной асфальтобетонной смеси в 1990-1999 гг. использовались данные о производстве нефтебитума дорожного. В 2000-2006 гг. соотношение объемов производства холодных асфальтобетонных смесей и объемов производства нефтебитума составляло от 0,14 до 0,24, в среднем около 0,17. Это значение и было использовано для приближенной оценки объемов производства холодных асфальтобетонных смесей в 1990-1999 гг. Исходные данные Росстата и результаты оценки объемов производства холодных асфальтобетонных смесей представлены в таблице 4.11

Таблица 4.9

*Производство, экспорт и импорт кальцинированной соды в России, тыс. т.*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство	3240	3048	2679	1992	1585	1823	1449	1652	1538
Экспорт							87,2	158,4	278,1
Импорт							66,8	20,0	29,0
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Производство	1918	2201	2339	2385	2386	2576	2582	2938	
Экспорт <sup>1)</sup>	317,1	479,8	482,1	504,3	573,6	448,9	544,0	600,2	
Импорт <sup>1)</sup>	6,9	17,0	63,3	49,1	36,7	83,4	164,3	289,1	

<sup>1)</sup> С 2000 г. с учетом данных о торговле с Республикой Беларусь

Таблица 4.10

*Производство окисленного нефтебитума в России в 1990-2006 гг., тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Кровельный нефтебитум	1413	1310	909,7	585,9	392	372	310,8	346,2	333,6
Строительный нефтебитум	1574	1446	978	625,5	617,5	638,4	467,1	414,4	397
Всего	2987	2756	1887,7	1211,4	1009,5	1010,4	777,9	760,6	730,6
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Кровельный нефтебитум	372,1	439,2	466,7	405,1	627,1	616,6	595,6	539,9	
Строительный нефтебитум	459,8	597,3	522,5	403,6	424,9	369,7	320,2	330,5	
Всего	831,9	1036,5	989,2	808,7	1052	986,3	915,8	870,4	

Таблица 4.11

*Производство нефтяного битума дорожного и холодных асфальтобетонных смесей в России в 1990-2006 гг., тыс. т*

Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон (холодные), тыс.т								
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
	704	548	776	548	475	535	551	
Нефтебитум дорожный жидкий, тыс. т								
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
7665	6756	4854	4623	3792	3955	3281	3137,6	4293,6
1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
3604,7	3785	3793,6	3196,3	3275	3374,3	3208,5	3657,1	
Оценка объемов производства холодных асфальтобетонных смесей, тыс. т								
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1313	1157	831	792	649	677	562	537	735
1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
617								

#### Выбросы НМЛОС от производства стекла (2.А.7.1)

Оценка выбросов неметановых летучих органических соединений при производстве стекла проводилась в соответствии с методикой МГЭИК (IPCC, 1996). В расчетах использовался коэффициент эмиссии по умолчанию, равный 4,5 кг НМЛОС/т. произведенного стекла.

Выбросы НМЛОС оценивались только для производства строительного и тарного стекла, доля которого в мировом производстве стекла составляет 90 %. Выбросы НМЛОС от производства сортового стекла (стеклянная посуда и др.), технического стекла (оптическое, химико-лабораторное, медицинское, электровакуумное, электроизоляционное и др.) и стекловолокна не оценивались из-за отсутствия данных об объемах производства этих видов стекла.

Оценка выбросов проводилась по данным Росстата о производстве различных видов архитектурно-строительного стекла: строительного, термополированного, закаленного и трехслойного безосколочного (табл. 4.12). Объемы производства архитектурного и строительного стекла представлены в квадратных метрах. Плотность и толщина различных видов архитектурно-строительного стекла взяты из справочника по строительным материалам (Айрапетов, 2005). Плотность стекла принята 2,5 г/см<sup>3</sup>; данные о средней толщине различных видов строительного стекла приводятся в таблице 4.13.

Учет выбросов от производства тарного стекла выполнен только для узкогорлой пищевой стеклянной тары (бутылок). Данные об объемах производства бутылок в 1990-2006 гг. переданы Росстатом. Выбросы от производства широкогорлой стеклотары (тара стеклянная консервная) не оценивались из-за отсутствия данных об объемах производства. В структуре производства пищевой стеклянной тары доминирует узкогорлая стеклотара, ее доля в 2006 г. по данным (Первое независимое рейтинговое агентство, 2006) составила более 87 %.

Вес разных видов бутылок по данным справочника (Павлушкин, 1973) приводится в таблице 4.14. На основании этих данных с учетом объемов производства в Российской Федерации пива, ликеро-водочной продукции, коньяка, виноградных, плодовых и шампанских вин оценивался средний вес одной бутылки.

Результаты оценки выбросов НМЛОС от производства кровельного (окисленного) нефтебитума, от использования асфальта для дорожных покрытий и от производства стекла приводятся в таблице 4.15.

Таблица 4.12

*Производство строительного, технического и тарного стекла в России в 1990-2006 гг.*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Строительное <sup>1)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	144,5	140,9	126,3	104,8	61,0	61,4	46,9	40,4	38,5
Листовое термополированное <sup>1,2)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	49,6	50,4	55,2	53,0	40,4	41,5	38,4	39,3	42,6
Трехслойное безосколочное <sup>1)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	2,8	2,1	1,8	2,0	1,5	1,6	1,5	1,6	1,4
Закаленное (сталинит) <sup>1)</sup> , млн. м <sup>2</sup>		6,0	5,4	4,3	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0
Бутылки, млн.шт.	1414	1262	1372	1526	1557	1769	1913	1741	2111
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Строительное <sup>1)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	40,4	40,2	37,7	38,4	36,6	35,1	34,9	55,2	
Листовое термополированное <sup>1,2)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	48,6	52,5	68,0	63,5	65,4	76,9	85,5	115,0	
Трехслойное безосколочное <sup>1)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	1,5	1,6	1,6	1,5	2,3	1,8	1,7	1,8	
Закаленное (сталинит) <sup>1)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	3,2	3,9	4,1	4,0	4,2	5,7	5,6	5,9	
Бутылки, млн.шт.	2418	3001	3769	4512	5559	7020	7115	9141	

<sup>1)</sup> В натуральном выражении

<sup>2)</sup> До 1977 г. – стекло полированное

Таблица 4.13

Толщина листового строительного стекла, мм

Вид стекла	Толщина стекла	
	По (Айрапетов, 2005)	Принято для расчета
Оконное	2 – 6	3,5
Термополированное	6,5 – 7	6,75
Закаленное	> 4,5	5

Таблица 4.14

Вес стеклянных бутылок, г

Вид бутылки	Вес бутылки	
	(Павлушкин, 1973)	Принято для расчета
Водочные	260 – 460	425
Винные	350 – 660	505
Шампанские	530 – 990	760
Пивные	370 - 480	360

Таблица 4.15

Выбросы НМЛОС от субсектора производство промышленности  
из минерального сырья, Гг

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство асфальтовых кровельных покрытий	7,2	6,6	4,5	2,9	2,4	2,4	1,9	1,8	1,8
Использование асфальта для дорожных покрытий	420	370	266	253	208	217	180	172	235
Производство стекла	12,4	12,3	12,2	11,4	8,7	9,2	8,7	8,2	9,0
Всего	440	389	283	268	219	228	190	182	246
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Производство асфальтовых кровельных покрытий	2,0	2,5	2,4	1,9	2,5	2,4	2,2	2,1	
Использование асфальта для дорожных покрытий	198	225	175	248	175	152	171	176	
Производство стекла	10,1	11,6	14,1	15,2	17,4	21,1	21,9	28,9	
Всего	210	239	192	265	195	175	195	207	

#### 4.2.3 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования

Для оценки и контроля качества применялись стандартные процедуры, включая контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы.

*Планируемые усовершенствования.*

Изучается возможность учета выбросов CO<sub>2</sub> от использования магнезита для производства огнеупорных материалов.



#### 4.2.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.А оценка неопределенностей выбросов CO<sub>2</sub> проводилась по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2000, 2006) для следующих источников:

- производство цемента;
- производство извести;
- использование известняков и доломитов;
- потребление кальцинированной соды.

Использовались формулы расчета неопределенностей от суммы и произведения независимых случайных величин (Зайдель, 1985, IPCC, 2006).

*Производство цемента.* Неопределенность исходных данных Росстата о производстве клинкера составляет 3 %. Неопределенности, связанные с принятыми по умолчанию параметрами расчета выбросов CO<sub>2</sub>, составляют 6% для предположения о содержании СаО в клинкере, равного 64,6 %, 2 % для предположения о том, что весь СаО в клинкере получен в результате обжига известняка (IPCC, 2000). Установленное по умолчанию значение потерь цементной пыли при производстве клинкера, равное 2 % (IPCC, 2000), в условиях устаревшего оборудования на российских цементных заводах может быть значительно выше. Неопределенность этого параметра достигает 200 %.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CO<sub>2</sub> от производства цемента составляет 10 %.

*Производство извести.* Строительная и технологическая известь производится многими, в том числе мелкими предприятиями, преимущественно для собственных нужд и не всегда учитывается органами государственной статистики. Поэтому неопределенность данных Росстата об объемах производства строительной и технологической принимается равной 30 %.

Неопределенности, связанные с использованием установленных по умолчанию коэффициентов выбросов для жирной и доломитовой извести, а также поправочного коэффициента для учета гашеной извести, невелики и составляют соответственно 2 %, 2 % и 5 % (IPCC, 2000). Общая неопределенность использования параметров расчета выбросов CO<sub>2</sub> по умолчанию равна 5,4 %.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CO<sub>2</sub> от производства извести практически полностью определяется неопределенностью исходных данных о производстве извести и составляет 31 %.

*Использование известняков и доломитов.* Неопределенность оценки объемов использования известняков и доломитов в обжиговых производствах составляет 7 % (Сенаторов, 2006).

Неопределенность коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> определяется неопределенностью содержания химически чистого известняка и доломита в реальных известняках и доломитах и составляет не более 3 %, в связи с жесткими требованиями к качеству исходного минерального сырья, предъявляемыми действующими стандартами и техническими условиями.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов составляет около 8 %.

*Потребление кальцинированной соды.* Неопределенность выбросов CO<sub>2</sub> при потреблении кальцинированной соды полностью определяется неопределенностью данных об объемах потребления соды, так как коэффициенты выбросов определяются по стехиометрии.

Неопределенность данных о потреблении кальцинированной соды может достигать 20 %, в 1990-1995 гг., так как отсутствуют данные об объемах экспорта и импорта кальцинированной соды в этот период. В 1996 – 2006 гг. неопределенность выбросов CO<sub>2</sub> от использования кальцинированной соды составляет не более 3 %.

## 4.3 Химическая промышленность (2.В)

### 4.3.1 Обзор

Для субсектора «Химическая промышленность» проводилась оценка выбросов следующих парниковых газов:  $\text{CO}_2$  от производства аммиака (2.В.1) и карбида кальция (2.В.4.2) и карбида кремния (2.В.4.1);  $\text{CH}_4$  от производства карбида кремния (2.В.4.1), технического углерода (2.В.5.1), этилена (2.В.5.2), стирола (2.В.5.4) и метанола (2.В.5.5);  $\text{N}_2\text{O}$  от производства азотной кислоты (2.В.2). Кроме того, оценивались выбросы в атмосферу газов с косвенным парниковым эффектом:  $\text{CO}$ , НМЛОС,  $\text{SO}_2$  от производства аммиака и  $\text{NO}_x$  от производства азотной кислоты, выбросы  $\text{SO}_2$  от производства серной кислоты, НМЛОС,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  от производства технического углерода, НМЛОС от производства этилена, пропилена, стирола, полиэтилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида, акрилонитрила и этилбензола (2.В.5).

Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от производства адипиновой кислоты (2.В.3) в Российской Федерации отсутствуют ввиду отсутствия производства данной продукции. Выбросы  $\text{CH}_4$  от производства дихлорэтилена (2.В.5.3) не оценивались из-за отсутствия исходных данных по объемам выпуска. Сбор данных и оценку выбросов планируется провести в следующих версиях кадастра. Но ввиду малых объемов производства, этот источник, скорее всего, можно рассматривать, как вносящий незначительный вклад в общий выброс парниковых газов от химической промышленности.

Результаты оценок выбросов парниковых газов представлены в таблице 4.16. В 1991-1998 гг. наблюдалось снижение выбросов, связанное с падением производства. В 1998 г. выбросы парниковых газов в химической промышленности достигли минимального уровня и составляли 60,5 % от выбросов 1990 г. В 2006 г. суммарные выбросы парниковых газов от химической промышленности составили 23642 Гг  $\text{CO}_2$ -экв. или 99,2 % от уровня 1990 г.

Основным источником парниковых газов в химической отрасли являются выбросы  $\text{CO}_2$  от производства аммиака, доля которых в 2006 г. составила 82,2 %. Следующий по значимости источник парниковых газов – производство азотной кислоты, выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от которого составили 13,6 % суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности в 2006 г. Выбросы метана от производства технического углерода, этилена, стирола и метанола существенно ниже и в 2006 г. составляли 1,6 % суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности.

### 4.3.2 Методика расчетов

#### Выбросы $\text{CO}_2$ от производства аммиака (2.В.1)

Оценка выбросов  $\text{CO}_2$  от производства аммиака проводилась в соответствии с методикой Уровня 1b МГЭИК (IPCC, 1996). Расчет базировался на данных по объемам производства аммиака в России. Использовался коэффициент эмиссии по умолчанию (IPCC, 1996), равный 1,5 т.  $\text{CO}_2$ /т произведенного аммиака.

Помимо выбросов  $\text{CO}_2$ , для производства аммиака оценивались выбросы НМЛОС,  $\text{CO}$  и  $\text{SO}_2$ . Для этой оценки также использовались коэффициенты эмиссий по умолчанию (IPCC, 1996), равные, соответственно, 4,7 кг НМЛОС/т аммиака, 7,9 кг  $\text{CO}$ /т аммиака и 0,03 кг  $\text{SO}_2$ /т аммиака.

Данные по объему производства синтетического аммиака получены из базы данных Росстата и представлены в таблице 4.17.

Таблица 4.16

Выбросы парниковых газов в химической промышленности в 1990-2006 гг., Гг CO<sub>2</sub>-экв

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Выброс CO <sub>2</sub> от производства аммиака																
18888	17904	15794	14850	13257	14486	14475	13105	11947	13920	15960	15863	15736	16631	17968	18710	19431
Выброс CO <sub>2</sub> от производства и потребления карбида кальция																
855	697	671	676	503	451	434	454	479	570	553	563	528	483	424	420	464
Выброс CO <sub>2</sub> от производства карбида кремния																
83	75	68	81	78	100	81	73	78	95	109	117	114	120	135	138	145
Всего CO <sub>2</sub>																
19826	18676	16533	15607	13838	15036	14990	13632	12503	14585	16621	16543	16378	17234	18527	19268	20040
Выброс CH <sub>4</sub> от производства карбида кремния																
9	8	7	8	8	10	8	8	8	10	11	12	12	12	14	14	15
Выброс CH <sub>4</sub> от производства технического углерода																
224	194	155	108	61	72	72	73	68	80	98	114	122	142	154	157	146
Выброс CH <sub>4</sub> от производства этилена																
49	45	41	36	30	34	25	26	24	34	40	41	42	44	45	44	45
Выброс CH <sub>4</sub> от производства стирола																
38	33	28	25	21	20	14	14	14	21	28	31	32	36	43	49	50
Выброс CH <sub>4</sub> от производства метанола																
105	98	88	80	80	64	45	63	50	61	80	89	95	122	122	124	133
Всего CH <sub>4</sub>																
424	377	318	257	200	200	165	183	164	206	257	287	302	356	379	389	389
Выброс N <sub>2</sub> O от производства азотной кислоты																
3567	3465	2893	2314	1882	2114	2331	2033	1732	1986	2396	2525	2996	2770	2925	3192	3213
Всего																
23816	22518	19743	18178	15920	17351	17486	15848	14400	16777	19275	19355	19677	20361	21831	22849	23642

Таблица 4.17

*Производство синтетического аммиака в России в 1990-2006 гг., тыс. т*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Объем производства	12592	11936	10529	9900	8838	9657	9650	8737	7965
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Объем производства	9280	10640	10575	10491	11087	11979	12473	12954	

*Выбросы  $N_2O$  от производства азотной кислоты (2.В.2)*

Производство азотной кислоты сопровождается выбросами закиси азота, как побочного продукта каталитического окисления аммиака при высокой температуре. Оценка выбросов  $N_2O$  от производства азотной кислоты проводилась с использованием методики МГЭИК (IPCC, 2000). Расчет проводился в соответствии с уравнением 3.9 МГЭИК, использовался коэффициент эмиссии по умолчанию, выбранный из коэффициентов, приведенных в таблице 3.8. В России все производства азотной кислоты оснащены установками по каталитической очистке выбрасываемых в атмосферу газов (Пископпель, 2001). Поэтому для расчетов был выбран коэффициент эмиссии  $N_2O$ , равный 2 кг  $N_2O$ /т азотной кислоты (IPCC, 2000).

Выбросы  $NO_x$  оценивались по методике МГЭИК (IPCC, 1996). В связи с тем, что в конце 80-х - начале 90-х годов в России были выведены из эксплуатации старые производства азотной кислоты, использующие процесс под атмосферным давлением (Пископпель, 2001), при расчетах использовался коэффициент эмиссии по умолчанию для технологических процессов под высоким давлением, равный 0,55 кг  $NO_x$ / т азотной кислоты.

Получение данных об объемах производства азотной кислоты в России столкнулось с трудностями, связанными с тем, что статистика не учитывает выпуск слабой (неконцентрированной) кислоты, перерабатываемой на предприятиях – производителях в другую продукцию. Полностью учитывается производство товарной слабой кислоты и производство крепкой кислоты. Неконцентрированная азотная кислота, как правило, используется для внутривозовского применения и практически не транспортируется. Мощности по ее производству сбалансированы с мощностями по переработке: производству аммиачной селитры, сложных удобрений, получаемых азотнокислым или азотно-сернокислотным разложением фосфатного сырья и для других целей.

Объем неконцентрированной азотной кислоты, используемой в производстве удобрений, может быть оценен косвенно, по имеющимся данным об объемах производства минеральных удобрений. В данной версии национального кадастра парниковых газов проведена оценка количества азотной кислоты, направляемой на производство нитрата аммония (аммиачной селитры). Крупнотоннажное производство аммиачной селитры является основным потребителем азотной кислоты в российской промышленности минеральных удобрений. Расход азотной кислоты на производство малотоннажных продуктов, таких как нитроаммофосфаты, и, возможно, другие виды удобрений, в производстве которых используется азотная кислота, существенно меньше и будет учтен в следующих версиях национального кадастра парниковых газов.

Для оценки количества азотной кислоты, переработанной в нитрат аммония (аммиачную селитру), использовался расходный коэффициент, рассчитанный по стехиометрическому соотношению (Соколов, 2003), и равный 0,786 т  $HNO_3$ / т  $NH_4NO_3$  и данные о производстве нитрата аммония в России в 1990-2006 гг., полученные из базы данных Росстата. Данные приводятся в таблице 4.18.

Общее производство азотной кислоты, приведенное в таблице 4.19, складывается из данных статистики и оценки, приведенной в таблице 4.18. Поскольку Росстат приводит данные о производстве азотной кислоты в моногидрате, то для перевода объемов производства в 100 % азотную кислоту они умножались на пересчетный коэффициент, равный 0,7778.

Таблица 4.18

Оценка количества азотной кислоты, использованной для производства аммиачной селитры (нитрата аммония) в 1990-2006 гг., тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство нитрата аммония	6614	6527	5530	4430	3638	4096	4572	4010	3388
Расход азотной кислоты	5199	5130	4347	3482	2859	3219	3594	3152	2663
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Производство нитрата аммония	3861	4667	4948	5931	5456	5626	6059	6105	
Расход азотной кислоты	3035	3668	3889	4662	4288	4422	4762	4799	

Таблица 4.19

Объемы производства азотной кислоты в 1990-2006 гг., тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Крепкая, в моногидрате <sup>1)</sup>	649,2	541,5	380,3	299,4	208,6	227,7	147,2	155,0	159,9
Слабая, в моногидрате	63,3	47,0	29,6	22,8	18,0	17,4	66,2	9,3	8,9
Слабая, использованная на производство нитрата аммония	5199	5130	4347	3482	2859	3219	3594	3152	2663
Всего, 100 %-ная кислота <sup>2)</sup>	5752,7	5588,0	4665,4	3732,5	3035,7	3410,1	3759,6	3279,6	2794,3
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Крепкая, в моногидрате	171,4	205,6	211,9	179,9	160,9	180,6	162,9	156,5	
Слабая, в моногидрате	45,8	47,5	23,1	39,6	70,1	199,3	334,6	337,8	
Слабая, использованная на производство нитрата аммония	3035	3668	3889	4662	4288	4422	4762	4799	
Всего, 100 %-ная кислота <sup>1)</sup>	3203,6	3865,1	4071,9	4832,5	4468,1	4717,5	5148,9	5183,0	

<sup>1)</sup> 1990г. -оценка ИГКЭ

<sup>2)</sup> Округленные значения

#### Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от производства карбида кремния (2.В.4.1)

Карбид кремния производится из кварцевого песка и нефтяного кокса, используемого в качестве источника углерода. В процессе производства около 35 % углерода нефтяного кокса переходит в карбид кремния, а остальная часть в избытке кислорода превращается в углекислый газ и выбрасывается в атмосферу.

Некоторое количество метана также выбрасывается в атмосферу в процессе производства карбида кремния.

В России карбид кремния производится только на ОАО «Волжский абразивный завод» в г. Волжский Волгоградской области. В 2008 г. получены данные завода об объемах производства карбида кремния и затратах нефтяного кокса на его производство в 1990-2006 гг. Эти данные приводятся в таблице 4.20.

Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> рассчитывались по методике, описанной в (IPCC, 1996, 2006) на основе данных об объемах затрат нефтяного кокса при производстве карбида кремния. Для расчета выбросов метана использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 10,2 кг CH<sub>4</sub>/тонну использованного нефтяного кокса. Для расчета выбросов CO<sub>2</sub> коэффициент выбросов рассчитывался по формуле (IPCC, 2006) :

$$EF = 0,65 \cdot CCF \cdot COF \cdot 44/12,$$

где CCF – коэффициент углеродного содержания нефтяного кокса, равный 0,877 т С/т нефтяного кокса, COF – коэффициент окисления углерода, равный 0,99.

Выбросы CO<sub>2</sub> от производства и потребления карбида кальция (2.В.4.2)

Карбид кальция производится путем прокаливания известняка и последующего восстановления извести углеродом, например, углеродом нефтяного кокса. Оба процесса приводят к выбросам CO<sub>2</sub>. Использование карбида кальция также сопровождается эмиссией CO<sub>2</sub>.

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> при производстве и потреблении карбида кальция проводилась по методике, описанной в (IPCC, 1996). Выбросы CO<sub>2</sub> от производства карбида кальция рассчитывались по данным Росстата об объемах производства карбида кальция. Потребление карбида кальция принималось равным производству минус экспорт плюс импорт в текущем году. В 2008 г. были получены данные Федеральной Таможенной Службы об объемах экспорта и импорта карбида кальция в 1996-2006 гг., в результате чего уточнены расчеты выбросов диоксида углерода при потреблении карбида кальция. Данные за 1990-1995 гг. отсутствуют, и потребление карбида кальция было принято равным объему его производства в соответствующем году. Для всех трех процессов использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 1996), они приводятся в таблице 4.21.

Данные о производстве приведены в таблице 4.22.

Таблица 4.20

*Производство карбида кремния и объемы затрат нефтяного кокса на его производство, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство	36,5	32,9	29,9	35,7	34,2	43,8	35,8	31,9	34,1
Затраты нефтяного кокса	40,1	36,2	32,9	39,2	37,7	48,1	39,3	35,1	37,5
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Производство	41,9	47,9	51,5	50,0	52,9	59,4	60,8	63,6	
Затраты нефтяного кокса	46,1	52,7	56,6	55,0	58,2	65,3	66,9	70,0	

Таблица 4.21

*Коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> от производства и потребления карбида кальция, т CO<sub>2</sub>/т карбида кальция*

Технологические процессы	Коэффициент эмиссии
Прокаливание известняка	0,76
Восстановление	1,09
Потребление карбида кальция	1,10

Таблица 4.22

*Производство, экспорт, импорт и потребление карбида кальция в России, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство	289,7	236,4	227,6	229,1	170,5	152,8	134,2	147,9	160,0
Экспорт							3,7	1,5	4,0
Импорт							38,0	17,4	9,9
Потребление	289,7	236,4	227,6	229,1	170,5	152,8	168,4	163,7	165,9
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Производство	196,7	192,2	189,6	177,4	161,0	138,5	137,2	155,4	
Экспорт <sup>1)</sup>	14,7	17,8	9,9	10,9	9,3	5,7	4,2	5,8	
Импорт <sup>1)</sup>	5,0	4,8	12,9	15,3	16,4	19,6	18,2	11,0	
Потребление	187,0	179,2	192,6	181,8	168,1	152,4	151,2	160,6	

<sup>1)</sup> С 2000 г. с учетом данных о торговле с Республикой Беларусь

Выбросы  $CH_4$  от производства технического углерода, этилена, стирола и метанола (2.В.5)

Оценка выбросов метана от производства технического углерода, этилена, стирола и метанола проводилась по методике, описанной в (IPCC, 1996). Расчет проводился на основе данных об объемах производства каждого из видов продукции. Выбросы метана от производства дихлорэтилена не рассчитывались по причине отсутствия данных об объемах его производства. При оценке выбросов метана использовались коэффициенты эмиссии метана по умолчанию (IPCC, 1996)., которые приводятся в таблице 4.23.

Данные о производстве технического углерода, этилена, стирола и метанола предоставлены Росстатом и приводятся в таблице 4.24

Кроме выбросов  $CH_4$ , для производства технического углерода оценивались выбросы НМЛОС,  $NO_x$ , CO и  $SO_2$ . Для этой оценки использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 1996), равные, соответственно, 40 кг НМЛОС, 0,4 кг  $NO_x$ , 10 кг CO и 3,1 кг  $SO_2$  на тонну произведенного технического углерода.

В соответствии с методикой, описанной в (IPCC, 1996), проводился расчет выбросов НМЛОС для ряда производств химической и нефтехимической промышленности: этилена, пропилена, стирола, полипропилена, полистирола, полиэтилена, поливинилхлорида, акрилонитрила и этилбензола, объемы производства которых по данным Росстата приводятся в таблице 4.25. Используемые в расчетах коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 1996) представлены в таблице 4.26.

Таблица 4.23

*Коэффициенты выбросов  $CH_4$ , кг/т. продукции*

Наименование продукции	Коэффициент выбросов
Технический углерод	11,0
Этилен	1,0
Стирол	4,0
Метанол	2,0

Таблица 4.24

*Производство технического углерода, этилена, стирола и метанола в России, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Технический углерод	968,4	839,9	669,2	465,7	263,6	311,4	310,1	315,6	292,3
Этилен	2318,5	2149,3	1960,3	1726,4	1405,9	1596,3	1199,7	1255,4	1165,8
Стирол	446,5	387,7	329,2	292,8	254,1	241,2	170,2	162,0	170,6
Метанол	2508,0	2321,6	2083,6	1903,7	1908,9	1522,9	1076,3	1495,2	1178,7
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Технический углерод	348,1	426,0	493,5	527,9	616,0	666,9	681,6	631,3	
Этилен	1630,6	1889,2	1944,2	1996,4	2096,8	2154,8	2101,4	2146,5	
Стирол	245,0	327,8	369,2	375,5	428,4	516,6	583,2	599,1	
Метанол	1443,8	1914,1	2129,1	2269,0	2894,3	2911,0	2943,1	3158,4	

Таблица 4.25

Производство отдельных видов химической и нефтехимической промышленности в России, тыс. т

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Пропилен																
990	929	854	778	582	681	495	543	543	740	856	903	969	944	962	1022	1033
Полипропилен																
97,1	77,2	66,5	52,5	38,5	62,2	82,0	103	148	201	233	260	269	286	294	349	395
Полистирол и сополимеры стирола																
202	191	168	152	104	98,6	53,9	48,2	35,1	68,3	92,2	106	108	135	165	228	278
Поливинил-хлоридная смола и сополимеры винилхлорида																
490	481	426	353	332	283	158	266	297	419	480	487	528	547	563	580	592
Полиэтилен																
767	669	635	649	510	685	573	586	597	801	923	951	1012	1038	1069	1049	1074
в том числе: низкой плотности																
372	359	342	354	327	342	346	367	312	319	321	324	313	337	357	328	337
высокой плотности																
391	306	290	291	181	340	224	216	242	390	434	425	465	464	461	475	476
Этилбензол																
			47,0	33,5	38,1	22,2	19,4	201	267	343	365	358	394	401	428	645
Акрилонитрил																
121	127	99,4	110	71,2	92,0	36,6	22,6	4,3	14,0	82,8	96,4	137	140	141	152	141

Таблица 4.26

Коэффициенты выбросов НМЛОС в химической промышленности,  
кг НМЛОС/тонну продукции

Наименование продукции	Коэффициент выбросов
Аммиак	4,7
Этилен	1,4
Стирол	18,0
Пропилен	1,4
Полипропилен	12,0
Полистирол	5,4
Поливинилхлорид	8,5
Полиэтилен высокой плотности	6,4
Полиэтилен низкой плотности	3,0
Этилбензол	2,0
Акрилонитрил	1,0



Оценка выбросов  $\text{SO}_2$  от производства серной кислоты выполнялась на основе данных Росстата об объемах производства серной кислоты по методике МГЭИК (IPCC, 1996). Коэффициент выбросов  $\text{SO}_2$  принимался равным 17,5 кг  $\text{SO}_2$  на тонну произведенной серной кислоты. Данные о производстве серной кислоты представлены в таблице 4.27

Оценка выбросов  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  приводится в таблице 4.28. Оценка выбросов НМЛЮС в химической промышленности - в таблице 4.29.

#### 4.3.3 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования

Для оценки и контроля качества применялись стандартные процедуры, включая контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы.

##### *Планируемые усовершенствования*

Оценка количества азотной кислоты, используемой в качестве сырья при производстве нитроаммофосфатов и других видов минеральных удобрений (кроме аммиачной селитры) - для уточнения оценки производства азотной кислоты и выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  (2.B.2).

#### 4.3.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.B оценка неопределенностей выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  проводилась по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2000, 2006) для следующих источников:

- производство аммиака;
- производство азотной кислоты;
- производство и использование карбида кальция;
- производство технического углерода, метанола, этилена и стирола.

Использовались формулы расчета неопределенностей от суммы и произведения независимых случайных величин (Зайдель, 1985, IPCC, 2006).

*Производство аммиака.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  от производства аммиака равна 5 %.

Неопределенность данных Росстата об объемах производства аммиака – 3 %.

Неопределенность оценки выбросов двуокиси углерода при производстве аммиака не превышает 6 %.

*Производство азотной кислоты.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  для заводов использующих метод неселективного каталитического восстановления в процессе обработки остаточного газа составляет 10 % (IPCC, 2006).

Неопределенность данных Росстата о производстве азотной кислоты с учетом оценок количества азотной кислоты, использованной на азотных комбинатах для производства удобрений, также составляет 10 %.

Таким образом, неопределенность оценки выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  от производства азотной кислоты составляет около 14 %.

Таблица 4.27

*Производство серной кислоты в моногидрате в России, млн. т*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Объем производства	12,8	11,6	9,7	8,2	6,3	6,9	5,8	6,2	5,8
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Объем производства	7,1	8,3	8,2	8,5	8,8	9,2	9,5	9,4	

Таблица 4.28

Выбросы косвенных парниковых газов (кроме НМЛОС) в химической промышленности, Гг

	Газ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Производство аммиака	CO	99,5	94,3	83,2	78,2	69,8	76,3	76,2	69,0	62,9	73,3	84,1	83,5	82,9	87,6	94,6	98,5	102,3
	SO <sub>2</sub>	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Производство азотной кислоты	NO <sub>x</sub>	3,2	3,1	2,6	2,1	1,7	1,9	2,1	1,8	1,5	1,8	2,1	2,2	2,7	2,5	2,6	2,8	2,9
Производство технического углерода	CO	9,7	8,4	6,7	4,7	2,6	3,1	3,1	3,2	2,9	3,5	4,3	4,9	5,3	6,2	6,7	6,8	6,3
	NO <sub>x</sub>	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
	SO <sub>2</sub>	3,0	2,6	2,1	1,4	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,9	2,1	2,1	2,0
Производство серной кислоты	SO <sub>2</sub>	224,0	203,0	169,8	143,5	110,3	120,8	101,5	108,5	101,5	124,3	145,3	143,5	148,8	154,0	161,0	166,3	164,5

Таблица 4.29

Выбросы НМЛОС от производства химической продукции, Гг

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Аммиак	59,2	56,1	49,5	46,5	41,5	45,4	45,4	41,1	37,4	43,6	50,0	49,7	49,3	52,1	56,3	58,6	60,9
Технический углерод	38,7	33,6	26,8	18,6	10,5	12,5	12,4	12,6	11,7	13,9	17,0	19,7	21,1	24,6	26,7	27,3	25,3
Этилен	3,2	3,0	2,7	2,4	2,0	2,2	1,7	1,8	1,6	2,3	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	2,9	3,0
Стирол	8,0	7,0	5,9	5,3	4,6	4,3	3,1	2,9	3,1	4,4	5,9	6,6	6,8	7,7	9,3	10,5	10,8
Пропилен	1,4	1,3	1,2	1,1	0,8	1,0	0,7	0,8	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4
Полипропилен	1,2	0,9	0,8	0,6	0,5	0,8	1,0	1,2	1,8	2,4	2,8	3,1	3,2	3,4	3,5	4,2	4,7
Полистирол	1,1	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9	1,2	1,5
Поливинилхлорид	4,2	4,1	3,6	3,0	2,8	2,4	1,3	2,3	2,5	3,6	4,1	4,1	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0
Полиэтилен	3,6	3,0	2,9	2,9	2,1	3,2	2,5	2,5	2,5	3,5	3,7	3,7	3,9	4,0	4,0	4,0	4,1
Этилбензол	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,3
Акрилонитрил	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Всего	120,7	110,2	94,4	81,5	65,6	72,4	68,4	65,4	62,0	75,6	88,7	92,4	94,4	102,4	110,8	116,1	118,1

*Производство карбида кремния.* Неопределенность коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от производства карбида кремния составляет 10% (IPCC, 2006). Неопределенность данных предприятия об объемах производства карбида кремния и затрат нефтяного кокса на это производство не превышает 2 %.

Общая неопределенность оценки выбросов CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от производства карбида кремния определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 10 %.

*Производство и использование карбида кальция.* Неопределенность коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> от производства и потребления принимается равной 10 % (IPCC, 2006).

Неопределенность данных Росстата о производстве карбида кальция – 3 %.

Неопределенность данных Федеральной таможенной службы об объемах экспорта и импорта карбида кальция также принимается равной 3 %.

Таким образом, неопределенность данных о потреблении карбида кальция в 1996-2006 гг. равна 3 %, в то время как в 1990-1995 гг. она может достигать 20 % из-за отсутствия данных об объемах экспорта и импорта карбида кальция за эти годы.

Полученная в результате расчетов неопределенность оценки выбросов двуокиси углерода от производства и потребления карбида кальция составляет 11 % в 1990-1995 гг и менее 8 % в 1996-2006 гг.

*Производство технического углерода, метанола, этилена и стирола.* Неопределенность коэффициентов выбросов CH<sub>4</sub> от производства в нефтехимической промышленности приводятся в таблице 4.30.

Неопределенность данных Росстата об объемах производства технического углерода, метанола, этилена и стирола составляет 3 %.

Неопределенность оценок выбросов CH<sub>4</sub> от производства технического углерода, метанола, этилена и стирола полностью определяется неопределенность коэффициентов выбросов CH<sub>4</sub>

Неопределенность суммарной оценки выбросов метана от нефтехимической промышленности составляет – (42-50) % + (30-46) %

Таблица 4.30

*Неопределенность коэффициентов выбросов CH<sub>4</sub> в нефтехимической промышленности, %*

	Неопределенность коэффициентов выбросов, %	
Производство технического углерода	-85 (IPCC,2006)	-85 (IPCC,2006)
Производство метанола	-80 (IPCC,2006)	+30 (IPCC,2006)
Производство стирола	-40	+40
Производство этилена	-10 (IPCC,2006)	+10 (IPCC,2006)

## 4.4 Металлургия (2.С)

### 4.4.1 Обзор

Для субсектора «Металлургия» проводилась оценка выбросов следующих парниковых газов:  $\text{CO}_2$  от производства чугуна и стали, ферросплавов, первичного алюминия;  $\text{CH}_4$  от производства кокса и перфторуглеродов  $\text{CF}_4$  и  $\text{C}_2\text{F}_6$  от производства первичного алюминия.

Кроме того, оценивались выбросы  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$  от производства чугуна, проката черных металлов и алюминия, а также выбросов неметановых летучих органических соединений от производства чугуна и проката черных металлов.

Результаты расчетов представлены в таблице 4.31.

В 1991-1998 гг. в металлургической промышленности наблюдалось снижение выбросов парниковых газов, связанное с падением производства и экономическим кризисом. В 1998 г. выброс парниковых газов от металлургии составлял 65,6 % от уровня 1990 г. В 2006 г. суммарный выброс парниковых газов от металлургии составил 109187 Гг  $\text{CO}_2$ -эквивалента, что соответствует 89,6 % от уровня выбросов в металлургии в 1990 г.

Основным источником парниковых газов в металлургии является выплавка чугуна и стали (2.С.1), выброс от которой в 2006 г. составил 76,4 % общего выброса парниковых газов от металлургической промышленности. Следующим по значению источником парниковых газов в отрасли является производство первичного алюминия (2.С.3). В 2006 г. выброс этого источника составил 20,7 % общего выброса. Выброс парниковых газов от производства ферросплавов (2.С.2) в 2006 г. составил 2,6 % общего выброса.

### 4.4.2 Методика расчетов

#### Выбросы $\text{CO}_2$ от производства чугуна и стали (2.С.1)

Оценка выбросов  $\text{CO}_2$  при производстве чугуна и стали проводилась в соответствии с методикой, описанной в «Руководящих указаниях по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов» (IPCC, 2000). Для расчета использовался метод второго уровня МГЭИК (Tier 2), предусматривающий раздельную оценку выбросов  $\text{CO}_2$  для доменного производства чугуна и для выплавки стали.

*Производство чугуна.* Эмиссия  $\text{CO}_2$  от производства чугуна оценивалась по формуле 3.6А (IPCC, 2000). Коэффициент эмиссии, равный 3,1 тонны  $\text{CO}_2$ /тонну кокса, и содержание углерода в руде и в чугуне (0 % и 4 % соответственно) принимались по умолчанию. (IPCC, 2000).

При производстве чугуна и стали в РФ в качестве восстановителя на подавляющем большинстве предприятий используется кокс. Единственное исключение – Оскольский электрометаллургический комбинат, на котором применяется технология прямого восстановления железа из руды. Его доля в производстве стали в стране составляет 3,8-4,1 % (Годовой отчет..., 2003-2005 гг.). В этой версии кадастра учитывается только доменное производство, так как отсутствуют методики - как МГЭИК, так и национальная для расчета выбросов  $\text{CO}_2$  при прямом восстановлении железа из руды.

В кадастре 2008 г. уточнены выбросы углекислого газа от выплавки чугуна и агломерационного производства в соответствии с Топливо-Энергетическим Балансом Российской Федерации. Для расчетов выбросов  $\text{CO}_2$  в 1990, 2000-2006 гг. количество кокса, использованного в качестве восстановителя, принималось по данным Топливо-Энергетического Баланса о использовании кокса в черной металлургии. В 1991-1999 гг. данные ТЭБ о потреблении кокса в черной металлургии отсутствуют, поэтому количество кокса, использованного на производство чугуна и агломерата оценивалось на основании статистических данных о выплавке чугуна (Промышленность России 1996, 2005, Российский статистический ежегодник 1998, 2005, 2007) и среднего удельного расхода кокса на производство тонны чугуна.

Таблица 4.31

Выбросы парниковых газов в металлургии в 1990-2006 гг., Гг CO<sub>2</sub>-экв

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Выброс CO <sub>2</sub> от производства чугуна и стали																
98634	78809	74472	65927	58853	64117	60000	60239	55878	65887	71810	73824	77492	76484	79481	77361	83444
Выброс CO <sub>2</sub> от производства ферросплавов																
2408	2168	1777	1582	1294	1379	1257	1450	1455	1840	1950	1922	1910	2253	2304	2565	2834
Выброс CO <sub>2</sub> от производства алюминия																
5114	4820	4907	4845	4695	4918	5107	5222	5303	5498	5678	5783	5858	6066	6272	6352	6462
Всего CO <sub>2</sub>																
106155	85797	81156	72354	64841	70414	66364	66911	62636	73226	79438	81530	85260	84803	88058	86278	92740
Выброс CH <sub>4</sub> от производства кокса																
413	341	321	293	267	291	267	269	248	295	315	314	331	348	359	333	343
Выброс CF <sub>4</sub> от производства алюминия																
13411	12994	13171	13033	12938	13800	14468	14766	14986	15688	16244	16148	12675	13142	13713	13846	14058
Выброс C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> от производства алюминия																
1898	1839	1864	1845	1831	1953	2048	2090	2121	2224	2303	2294	1837	1908	1993	2014	2046
Всего ПФУ																
15309	14833	15035	14878	14770	15754	16515	16857	17107	17912	18547	18442	14512	15051	15706	15860	16104
Всего																
121877	100971	96512	87525	79878	86459	83146	84037	79991	91432	98301	100286	100103	100202	104122	102471	109187

Средний удельный расход кокса рассчитывался по статистическим данным о потреблении кокса в черной металлургии и выплавке чугуна в 2000-2004 гг. Результаты расчетов приводятся в таблице 4.32. Среднеквадратическое отклонение удельного расхода кокса на выплавку тонны чугуна в 2000-2004 гг. составило менее 1,9 %.

*Производство стали.* Оценка выбросов CO<sub>2</sub> при производстве стали основана на изменении содержания углерода в продукции при производстве стали из чугуна. Кроме того, учитывалось сгорание электродов при производстве электростали (формула 3.6В, (IPCC, 2000)).

В расчетах использовались значения по умолчанию содержания углерода в чугуне и в стали 4 % и 1,25 % соответственно, а также удельный расход электродов в электропечах 1,25 кг углерода/т. электростали, (что соответствует 4,58 кг CO<sub>2</sub>/т. электростали), (IPCC, 2000).

При оценке выбросов CO<sub>2</sub> использовались статистические данные о количестве передельного (идущего на производство стали) чугуна и о производстве стали и электростали (Промышленность России 1996, 2005, Российский статистический ежегодник 1998, 2005, 2006, 2007). Необходимо отметить, что по данным Росстата в России около 97 % выплавляемого чугуна в дальнейшем используется для производства стали. Расчет выполнен с учетом экспорта и импорта передельного чугуна (Российский статистический ежегодник 1992, 1996, 1998, 2000, 2005, 2006, 2007, Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации, 2005).

Кроме оценки выбросов CO<sub>2</sub>, проведена оценка выбросов NO<sub>x</sub>, НМЛОС, CO, SO<sub>2</sub> от доменного и прокатного производства. Оценка проводилась по методике (IPCC, 1996). В расчетах использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию для различных стадий доменного и прокатного производства и данные Росстата о выпуске чугуна и проката, которые приводятся в таблицах 4.33 и 4.34.

*Производство кокса* Выбросы метана от производства кокса оценивались по методике (IPCC, 1996). В расчетах использовались статистические данные о производстве кокса в РФ и коэффициент эмиссии по умолчанию, равный 0,5 кг CH<sub>4</sub>/тонну кокса. Данные Росстата о производстве кокса в России приводятся в таблице 4.35.

Таблица 4.32

*Оценка удельного потребления кокса в черной металлургии*

	2000	2001	2002	2003	2004
Выплавка чугуна, тыс. т	44584	45016	46691	48812	50427
Использование кокса в черной металлургии, тыс. т	23971	24630	25859	25584	26590
Удельный расход кокса на производство чугуна, т/т	0,538	0,547	0,554	0,524	0,527
Среднее значение удельного расхода кокса на производство чугуна, т/т	0,538				

Таблица 4.33

*Коэффициенты выбросов NO<sub>x</sub>, НМЛОС, CO, SO<sub>2</sub> от доменного и прокатного производства, г/тонну продукции*

	NO <sub>x</sub>	НМЛОС	CO	SO <sub>2</sub>
Загрузка домны		100	1300	2000
Выпуск чугуна	76	20	112	30
Выпуск проката	40	30	1	45

Таблица 4.34

*Производство чугуна, в том числе передельного, стали, электростали и проката черных металлов в РФ, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Производство чугуна	59387	48891	46135	40857	36535	39758	37148	37328	34661	40856	44584	45016	46691	48812	50427	49175	52362
В том числе передельного чугуна	55812	46638	44021	39339	35454	38494	36286	36387	33521	39663	43352	43634	45199	47249	49109	47930	50947
Экспорт передельного чугуна	2549	3198	1931	2268	3258	2889	2109	2455	2537	2908	3691	3652	4193	4733	5546	5132	6101
Импорт передельного чугуна	-	-	-	0,1	0,1	174	162	66,1	26,4	5,3	2,2	0,2	1,1	0,5	7,8	2,5	1,3
Производство стали	89622	77100	67029	58346	48812	51589	49253	48502	43673	51518	59150	59030	59883	62839	65646	66262	70816
В том числе электростали	13361	12420	10407	8230	6501	6619	6205	6215	5584	6831	8711	8884	8997	10036	11572	13604	16269
Производство проката черных металлов	63737	55125	46824	42718	35855	39035	38911	38793	35189	40877	46712	46903	48534	50673	53701	54661	58215

Таблица 4.35

*Производство кокса в России, млн. т*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Объем производства	39,3	32,5	30,6	27,9	25,4	27,7	25,4	25,6	23,6	28,1	30	29,9	31,5	33,2	34,2	31,7	32,7

Таблица 4.36

*Производство ферросплавов в России, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Доменный ферромарганец	281	235	115	86,8	55,2	82,5	67,0	47,1	78,8	138,3	91,8	75,7	76,9	104,9	114,4	110,1	141,3
Ферросилиций, в пересчете на 45 % содержание кремния	633	537	490	503	359	372	461	510	494	601	672	707	702,4	761	724	742	892
Феррохром 60 %	476	505	428	292	343	354	135	248	218	267	294	235	232	352	454	584	554
Силикомарганец 92 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,6	0	0	0
Ферросиликохром 40 % (товарный)	16,4	8,9	6,1	4,9	87,2	76,7	34,7	36,1	106,4	109,4	91,0	79,1	55,1	63,6	83,4	85,4	80,2

#### Выбросы CO<sub>2</sub> от производства ферросплавов (2.С.2)

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства ферросплавов проводилась по методике, описанной в (IPCC, 1996). Выбросы рассчитывались по методу уровня 1b на основании данных об объемах производства ферросплавов. Оценка выполнена для производств доменного ферромарганца, ферросилиция и феррохрома и силикомарганца. Объемы производства получены из базы данных Росстата и представлены в таблице 4.36. Данных о производстве металлического кремния не имеется. По мере поступления данных выбросы будут учтены в следующих версиях кадастра.

Для расчета выбросов использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию (таблица 2.17 (IPCC, 1996): 1,6 т.CO<sub>2</sub>/т ферромарганца, 2,35 т. CO<sub>2</sub>/т ферросилиция 50 %, 1,3 т CO<sub>2</sub>/т. феррохрома, 1,7 т CO<sub>2</sub>/т. силикомарганца.

#### Выбросы CO<sub>2</sub> ПФУ от производства алюминия (2.С.3)

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства алюминия производилась по методике уровня 1b (IPCC, 1996). Использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию: 1,8 т CO<sub>2</sub>/т выплавленного алюминия для производства с использованием процесса Содерберга, и 1,5 т.CO<sub>2</sub>/т. алюминия для процесса с предварительно обожженными анодами (IPCC, 1996).

Данные об объемах выплавки первичного алюминия с использованием технологий Содерберга и процесса с предварительно обожженными анодами собраны на алюминиевых заводах (Снегов,1997, Прокопов, 2005, НП «Алюминий», 2007). Данные по выплавке первичного алюминия в период 1990-2006 гг. приведены в таблице 4.37 по данным федеральной статистики (Российский... 1998, 2004 - 2007; Промышленность... 2005).

Оценка выбросов перфторуглеродов CF<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> проводилась с использованием методики уровня 1 (IPCC, 2000). При расчетах использовались коэффициенты выбросов CF<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> по умолчанию для различных технологий, применяемых при выплавке алюминия (таблица 3.10 IPCC, 2000). Используемые коэффициенты выбросов CF<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> приводятся в таблице 4.38. Данные о производстве первичного алюминия с применением перечисленных выше технологий получены от НП «Алюминий» и приводятся в таблице 4.39.

Снижение на 21 % в 2002 г. выбросов ПФУ при производстве первичного алюминия связано с оснащением в 2002 г. всех электролизеров Саяногорского алюминиевого завода системой автоматической подачи глинозема.

Оценка выбросов CO, NO<sub>x</sub> и SO<sub>2</sub> выполнена по методике (IPCC, 1996) с использованием коэффициентов эмиссии по умолчанию, равных соответственно для процесса с предварительно обожженными анодами – 535 кг CO/тонну алюминия, 2,15 кг NO<sub>x</sub>/ тонну алюминия и 15,1 кг SO<sub>2</sub>/ тонну алюминия и для процесса Содерберга – 135 кг CO /тонну алюминия, 2,15 кг NO<sub>x</sub>/ тонну алюминия и 14,2 кг SO<sub>2</sub>/ тонну алюминия.

#### Выбросы гексафторида серы при производстве магниевых сплавов

В предыдущих кадастрах выбросы SF<sub>6</sub> оценивались по методике и с использованием коэффициента эмиссии МГЭИК (IPCC, 1996). При этом учитывалось, что для выплавки магниевых сплавов используются три технологии: выплавка под флюсом, выплавка в атмосфере инертного газа и выплавка в атмосфере SF<sub>6</sub>. Ввиду отсутствия данных о доле каждой из технологий в общем объеме выплавки, принималось что доля процесса с использованием SF<sub>6</sub> составляет одну треть.

В настоящем кадастре оценка выброса пересмотрена с учетом информация, полученной на предприятиях-производителях магниевых сплавов и в отраслевых научно-исследовательских организациях. Согласно этим данным, в период 1990-2006 гг. SF<sub>6</sub> в России в условиях производства не использовался. В настоящем кадастре для выбросов SF<sub>6</sub> в период 1990-2006 г. принята оценка NO (не происходят).

### **4.4.3 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования**

Для оценки и контроля качества применялись стандартные процедуры, включая контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы.

#### Планируемые усовершенствования

Сбор данных и изучение возможности выполнения отдельной оценки выбросов для производственного процесса с использованием прямого восстановления железа (2.С.1).



Таблица 4.37

*Производство первичного алюминия в России, % к предыдущему году*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Объем производства	103,0	93,8	99,4	100,0	92,4	104,0	105,0	101,1	103,4	104,7	103,0	101,7	101,5	103,9	103,4	102,0	102,0

Таблица 4.38

*Коэффициенты выбросов  $CF_4$  и  $C_2F_6$  для различных технологий выплавки алюминия, кг /тонну алюминия.*

Технология выплавки алюминия	$CF_4$	$C_2F_6$
Электролизеры с предварительным обжигом анодов с применением АПГ и центральной загрузкой (CWPB)	0,31	0,04
Электролизеры с предварительным обжигом анодов без применения АПГ и периферийной загрузкой (SWPB)	1,7	0,17
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS)	0,61	0,061
Электролизеры Содерберга с боковым токоподводом (HSS)	0,6	0,06

Таблица 4.39

*Доля использования различных технологий в производстве первичного алюминия в Российской Федерации в 1990-2006 гг., %*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS)	74,4	73,2	73,6	73,4	73,1	72,1	71,7	72,1	71,9	70,1	69,8	69,3	68,8	67,9	67,1	66,7	66,5
Электролизеры Содерберга с боковым токоподводом (HSS)	15,9	15,4	15,3	15,4	14,2	13,9	13,8	13,5	13,8	13,5	13,5	13,6	13,7	13,3	12,9	12,7	12,6
Электролизеры с предварительным обжигом анодов без применения АПГ и периферийной загрузкой (SWPB)	9,7	11,4	11,1	11,2	12,7	13,8	14,4	14,3	14,3	15,0	15,2	14,0	1,8	2,1	2,6	2,6	2,6
Электролизеры с предварительным обжигом анодов с применением АПГ и центральной загрузкой (CWPB)	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	1,4	1,4	3,2	15,6	16,7	17,3	18,0	18,3

#### 4.4.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.С оценка неопределенностей выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и PFCs проводилась по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2000, 2006) для следующих источников:

- производство чугуна и стали;
- производство кокса;
- производство ферросплавов;
- производство первичного алюминия;

Использовались формулы расчета неопределенностей от суммы и произведения независимых случайных величин (Зайдель, 1985, IPCC, 2006)

*Производство чугуна и стали.* Неопределенность данных об объемах использования кокса при производстве чугуна составляет по нашим данным около 5 %, неопределенность коэффициентов выбросов – 5 % (IPCC, 2000 г), неопределенность содержания углерода в чугуне при использовании в расчетах значений по умолчанию – 25 % (IPCC, 2000). Неопределенность данных Росстата о производстве чугуна – 3 %. Неопределенность оценки выбросов двуокиси углерода от чугунолитейного производства составляет около 8 %.

Оценки выбросов двуокиси углерода от выплавки стали отличаются высокой степенью неопределенности – от 50 до 60 %, что связано с использованием в расчетах принятых по умолчанию значений содержания углерода в чугуне и стали. Суммарная неопределенность оценки выбросов CO<sub>2</sub> от этого источника составляет – около 8,5 %.

*Производство кокса.* Неопределенность данных Росстата об объемах производства кокса составляет 3 %. Неопределенность принятых по умолчанию коэффициентов выбросов метана – 25 % (IPCC, 2006). Таким образом неопределенность оценок выбросов метана полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов CH<sub>4</sub> и составляет 25 %.

*Производство ферросплавов.* Неопределенность данных Росстата об объемах производства ферросплавов составляет 3 %. Неопределенности, связанные с использованием коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> по умолчанию значительно выше и составляют 37,5 % (IPCC, 2006). Суммарная неопределенность оценки выбросов от производства ферросплавов по результатам расчетов составляет от 24 до 30 %.

*Производство первичного алюминия.* Для этого источника оценивались неопределенности как для выбросов CO<sub>2</sub>, так и для выбросов перфторуглеродных соединений. По результатам расчетов неопределенность выбросов CO<sub>2</sub> от производства алюминия составляет 10,5 %. Неопределенность коэффициентов выбросов – 10 % (IPCC, 2006), неопределенность данных о производстве первичного алюминия – 3 %.

Для метода уровня 1 неопределенность оценки выбросов перфторметана и перфторэтана полностью определяется неопределенностью используемых по умолчанию коэффициентов выбросов этих соединений. Диапазоны неопределенностей выбросов перфторметана и перфторэтана рассчитаны по данным таблицы 3.10 (IPCC, 2000) и приводятся в таблице 4.40.

Диапазоны неопределенности оценки выбросов CF<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> по результатам расчетов составили соответственно -29 % / +71 % и -29 % / +68 %.

Таблица 4.40

*Диапазоны неопределенности оценки выбросов ПФУ по методу уровня 1 МГЭИК от производства первичного алюминия с использованием различных технологий, %.*

	CF <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS)	-33/+80	-33/+64
Электролизеры Содерберга с боковым токоподводом (HSS)	-100/+133	-100/+113
Электролизеры с предварительным обжигом анодов без применения АПГ и периферийной загрузкой (SWPB)	-50/+124	-50/+135
Электролизеры с предварительным обжигом анодов с применением АПГ и центральной загрузкой (CWPB)	-100/+400	-100/+400

## 4.5 Другие производства (2.D)

### 4.5.1 Обзор

В субсекторе «Другие производства», в соответствии с методикой, предложенной в «Пересмотренных Руководящих принципах национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996» (IPCC, 1996), оценивались эмиссии неметановых летучих органических соединений в целлюлозно-бумажной (2.D.1), пищевой промышленности и в производстве алкогольных напитков (2.D.2). Результаты представлены в таблице 4.41.

Кроме того, оценивались выбросы  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{SO}_2$  от целлюлозно-бумажной промышленности.

### 4.5.2 Методика расчетов

#### Выбросы НМЛОС в пищевой промышленности и производстве алкогольной продукции (2.D.2)

Для пищевой промышленности проводилась оценка выбросов НМЛОС от производства сахара, маргарина, мяса, птицы, рыбы, хлеба и хлебобулочных изделий. В расчетах использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию (таблица 2.26 Руководства (IPCC, 1996)). Оценка проводилась на основе объемов производства пищевой продукции по статистическим данным (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004, 2005, 2006, 2007). Коэффициенты эмиссии НМЛОС в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.42. Данные Росстата об объемах производства в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.43.

Оценка выбросов НМЛОС от производства алкогольных напитков проводилась по методике МГЭИК (IPCC, 1996). Оценка проводилась на основе данных об объемах производства различных видов алкогольных напитков: пива, виноградного, плодово-ягодного и шампанского вина, коньяка (бренди), ликероводочных (крепких) напитков (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004, 2005, 2006, 2007). Коэффициенты эмиссии НМЛОС для каждого вида алкогольных напитков взяты из таблицы 2.25 «Пересмотренных Руководящих принципах национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996» (IPCC, 1996). Данные об объемах производства алкогольных напитков в Российской Федерации в 1990-2006 гг. приводятся в таблице 4.44.

#### Выбросы НМЛОС $\text{NO}_x$ , $\text{CO}$ и $\text{SO}_2$ от целлюлозно-бумажной промышленности (2.D.1)

Оценка выбросов НМЛОС,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{SO}_2$  от целлюлозно-бумажной промышленности проводилась по методике МГЭИК (IPCC, 1996). В расчетах использовались статистические данные о производстве целлюлозы (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004, 2005), а также данные об объемах производства целлюлозы способом сульфатной варки, полученные из базы данных Росстата. Данные о производстве целлюлозы приводятся в таблице 4.45.

Коэффициенты эмиссии взяты по умолчанию из «Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК» (IPCC, 1996) (таблицы 2.23, 2.24) и равны: 1,5 кг  $\text{NO}_x$ /тонну сухой целлюлозы, 3,7 кг НМЛОС/ тонну сухой целлюлозы, 5,6 кг  $\text{CO}$ / тонну сухой целлюлозы и 7 кг  $\text{SO}_2$ / тонну сухой целлюлозы для сульфатного способа варки целлюлозы. Для сульфитного процесса коэффициент эмиссии  $\text{SO}_2$  равен 30 кг/ тонну сухой целлюлозы.

### 4.5.3 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования

Для оценки и контроля качества применялись стандартные процедуры, включая контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы.

Таблица 4.41

*Выбросы неметановых летучих органических соединений от целлюлозно-бумажной,  
пищевой промышленности и производства алкогольных напитков, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Пищевая промышленность	206,3	203,5	189,7	170,6	133,8	127,1	117,2	113,4	120,4	147,7	139,8	142,4	136,8	133,9	122,3	129,4	130,5
Производство алкогольных напитков	210,9	234,0	230,0	237,3	189,2	185,8	107,2	126,0	132,3	203,3	187,2	199,8	213,7	206,8	207,2	203,2	186,3
Целлюлозно-бумажная промышленность	17,3	14,9	13,5	10,6	8,3	10,8	8,1	8,6	9,2	12,3	14,2	14,9	16,0	16,5	17,0	17,5	17,8
Суммарный выброс НМЛОС	434,6	452,4	433,3	418,5	331,2	323,7	232,6	247,9	261,9	363,3	341,2	357,1	366,5	357,1	346,6	350,1	334,6

Таблица 4.42

*Коэффициенты выбросов НМЛОС в пищевой промышленности и производстве алкогольной продукции*

Продукция	Коэффициенты выбросов
Пиво, кг /гектолитр	0,035
Вино, кг /гектолитр	0,08
Коньяк, кг /гектолитр	3,5
Водка и ликероводочная продукция, кг /гектолитр	15
Сахар, кг/т	10
Мясо и рыба, кг /т	0,3
Маргарин, кг/т	10
Хлеб, кг/т	8

Таблица 4.43

## Производство отдельных видов пищевой продукции в Российской Федерации в 1990-2006 гг.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Сахар-песок, тыс. т																
3758	3425	3923	3918	2736	3155	3294	3778	4745	6808	6077	6590	6167	5841	4828	5600	5833
Сахар-рафинад, тыс. т																
1077	886	747	443	214	126	127	139	100	69,0	70,8	73,9	59,8	70,3	53,1	42,9	36,2
Товарная пищевая рыбная продукция, включая консервы рыбные, млн. т																
4,3	3,7	3,3	2,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1	3,0	3,0	3,0	3,4	3,5
Мясо, включая субпродукты 1 категории, тыс. т																
6484	5700	4686	3970	3224	2370	1900	1510	1315	1113	1193	1284	1456	1677	1776	1857	2185
Колбасные изделия, тыс. т																
2283	2077	1547	1493	1545	1293	1296	1147	1087	948	1052	1224	1468	1700	1865	2014	2198
Мясные полуфабрикаты, тыс. т																
1075	873	390	393	352	268	255	226	219	198	244	338	409	599	772	987	1093
Консервы мясные и мясорастительные., млн. усл. банок ( 1 усл. банка = 353 мл)																
545	478	558	488	352	348	380	326	344	560	508	542	555	513	523	674	648
Маргариновая продукция, тыс. т																
808	627	560	438	278	198	200	222	239	379	462	515	536	542	560	642	664
Хлеб и хлебобулочные изделия, млн. т																
18,2	18,8	16,8	15,0	12,5	11,3	9,9	8,8	8,5	9,2	9,0	8,6	8,4	8,4	8,2	8,0	7,8

Таблица 4.44

## Производство алкогольных напитков в Российской Федерации в 1990-2006 гг., млн. декалитров

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Пиво	336	333	279	247	218	213	208	261	336	445	516	638	703	755	838	910	1001
Вина виноградные	75,7	64,7	39,8	24,9	21,1	15,2	11,3	12,3	12,6	18,3	24,1	27,4	33,3	36,5	39,1	31,7	47,4
Вина плодовые	0	0,5	2,5	7,4	8,5	7,6	6,4	5,2	3,8	4,1	2,8	3,5	2,6	3,2	4,2	3,0	3,0
Вина шампанские и игристые	8,3	7,4	7,6	8,6	8,5	8,2	9,2	10,0	9,2	7,3	6,8	7,7	8,1	8,8	12,1	14,1	15,4
Коньяки	5,9	3,7	1,8	1,7	1,8	0,9	1,2	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,7	3,5	3,9	4,5	6,4
Водка и ликероводочные изделия	138	154	152	157	125	123	70,6	83,0	87,0	134	123	131	140	135	135	132	120

## 4.6 Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.Е).

### 4.6.1 Обзор

Для этого субсектора в кадастре 2008 г. проводилась оценка попутных выбросов трифторметана (ГФУ-23) при производстве хлордифторметана (ГХФУ-22) (2.Е.1.1), а также оценка фугитивных выбросов при производстве других галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.Е.2).

Результаты этой оценки приводятся в таблице 4.46.

В 2006 г. выбросы от этого субсектора составили 12715 Гг  $\text{CO}_2$  – эквивалента, что составляет 84,7 % уровня выбросов от этого субсектора в 1990 г.. Минимальный уровень выбросов от этого субсектора наблюдался в 1994 и составлял 40,7 % от уровня 1990 г.. Основным источником выбросов является производство ГХФУ-22. Его доля в 2006 г. составляла 91,5 % суммарного выброса парниковых газов от субсектора. Следующим по значимости источником выбросов в субсекторе является производство гексафторида серы (8,3 % суммарного выброса от субсектора в 2006 г.).

### 4.6.2 Методика расчетов

#### Выбросы ГФУ-23 как побочного продукта при производстве ГХФУ-22 (2.Е.1.1)

Оценка выбросов ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22 проводилась по методике уровня 1 МГЭИК (IPCC, 1996, 2000, 2006) с учетом данных об объемах сбора и улавливания попутного ГФУ-23, полученных от предприятий-производителей. Использовался коэффициент эмиссии по умолчанию МГЭИК, равный 0,04 т ГФУ-23 на тонну произведенного ГХФУ-22. В 2008 г. получены уточненные данные, собранные Министерством промышленности и энергетики Российской Федерации на трех заводах-производителях ГХФУ-22, об объемах производства ГХФУ-22 и объемах сбора и улавливания ГФУ-23, образующегося при производстве хлордифторметана. Эти данные представлены в таблице 4.47

#### Фугитивные выбросы при производстве галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.Е.2)

В период 1990 – 2006 гг. на предприятиях России производились следующие фторированные соединения:

- |     |  |
|-----|--|
| ГФУ | 1. трифторметан (ГФУ-23)                           |
|     | 2. пентафторэтан (ГФУ-125)                         |
|     | 3. дифторэтан (ГФУ-152a)                           |
|     | 4. гептафторпропан (ГФУ-227ea)                     |
| ПФУ | 1. тетрафторметан ( $\text{CF}_4$ )                |
|     | 2. октафторпропан ( $\text{C}_3\text{F}_8$ )       |
|     | 3. октафторциклобутан ( $\text{c-C}_4\text{F}_8$ ) |

и гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ).

Данные по объемам производства ГФУ, ПФУ и гексафторида серы собраны на предприятиях-производителях Министерством промышленности и энергетики Российской Федерации и представлены в таблице 4.48.

Оценка выбросов проводилась по методике уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Для расчета выбросов ГФУ и ПФУ использовался коэффициент выбросов по умолчанию МГЭИК, равный 0,5 % от объема производства соответствующего хладагента.

Гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ) повышенной чистоты в России производится на двух предприятиях: ОАО "Кирово-Чепецкий химический комбинат им. Б.П. Константинова" и ОАО «Галоген». В 1998 – 2000 гг. величины утечек и технологических выбросов в атмосферу при производстве гексафторида серы на Кирово-Чепецком химическом комбинате составили 3,56 % от объемов производства. (Письмо главного инженера Кирово-Чепецкого химического комбината В.Ю. Захарова № 86-32/2698 от 30.05.2001 г.) Это значение мы используем в качестве коэффициента выбросов для оценки фугитивных выбросов при производстве  $\text{SF}_6$ .

Таблица 4.45

## Производство целлюлозы в Российской Федерации, тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Всего	7525	6400	5676	4403	3314	4197	3075	3164	3210	4225	4960	5272	5579	5764	5922	6001	6008
в том числе по способу сульфатной варки	4689	4015	3650	2863	2230	2917	2200	2316	2492	3324	3833	4040	4324	4453	4600	4731	4817

Таблица 4.46

Выбросы парниковых газов от производства галоидоуглеводородов и гексафторида серы в 1990-2006 гг., Гг CO<sub>2</sub>-экв.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Попутные выбросы ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22																	
ГФУ-23	14802	14511	10970	6548	6089	6922	6106	7885	9318	10150	12506	12085	8828	7574	11288	12082	11640
Фугитивные выбросы при производстве галоидоуглеводородов и гексафторида серы																	
ГФУ-23	0	0	0	0	0	0	0,06	0,12	0,01	0	0	0,71	1,29	1,11	1,91	1,67	1,74
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	0,01	0,30	0,89	1,30	2,65	3,44	4,81	8,97	14,58	17,12	8,09
ГФУ-152a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,002	0	0	0	0
ГФУ-227ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,07	0	0,04	0,10	0,15	0,34	0,22	0,07
ПФУ-14	1,03	0,99	0,58	0,41	1,38	2,35	4,50	2,82	2,68	7,89	12,12	14,73	4,91	3,22	5,10	8,01	8,36
ПФУ-218	0,20	0,33	0,30	0,34	0,21	0,02	0,00	0,28	0,07	0,00	0,60	1,30	1,75	4,08	2,33	0,57	0,53
ПФУ-318	2,04	1,63	0,56	0,02	0,27	0,07	0,17	2,08	3,16	3,13	2,71	2,10	2,40	3,01	8,61	5,00	5,83
SF <sub>6</sub>	208	206	70	32	17	77	216	226	99	113	140	220	280	343	441	714	1051
Итого	15014	14720	11041	6580	6108	7001	6327	8117	9424	10275	12664	12327	9124	7937	11762	12829	12715

Таблица 4.47

Производство ГХФУ-22, сбор и улавливание попутного ГФУ-23 в 1990-2006 гг., т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство ГХФУ-22	37054	36107	26515	15991	14411	16591	14447	18624	21841
Сбор и улавливание ГФУ-23	217	204	123	80	56	72	56	71	77
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Производство ГХФУ-22	23882	29888	29113	21177	18908	27532	30560	29176	
Сбор и улавливание ГФУ-23	88	127	132	93	109	136	190	172	

Таблица 4.48

Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы в России, т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
ГФУ-23	0	0	0	0	0	0,04	1,00	2,00	0,21
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	1,06	21,37	63,52
ГФУ-152a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227ea	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00
CF <sub>4</sub>	31,56	30,36	17,97	12,75	42,40	72,24	138,56	86,90	82,56
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	5,75	9,55	8,59	9,67	6,02	0,51	0	8,00	2,00
c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	46,92	37,56	12,78	0,55	6,10	1,70	4,01	47,92	72,68
SF <sub>6</sub>	244,77	241,54	81,88	37,11	20,32	90,26	254,17	265,73	115,91
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
ГФУ-23	0	0	12,14	22,05	19,04	32,58	28,61	29,69	
ГФУ-125	92,66	189,00	245,44	343,81	640,40	1041,71	1222,70	577,53	
ГФУ-152a	0	0	6,00	3,03	0	0	0	0	
ГФУ-227ea	4,58	0	3,00	6,76	10,45	23,49	15,40	4,97	
CF <sub>4</sub>	242,74	372,87	453,26	150,96	99,18	157,06	246,60	257,32	
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	0	17,00	37,00	50,00	116,54	66,51	16,20	15,20	
c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	71,84	62,20	48,22	55,22	69,19	197,83	114,96	133,93	
SF <sub>6</sub>	132,34	164,01	258,64	329,58	403,48	518,79	839,64	1235,16	

#### 4.6.3 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования

Для оценки и контроля качества применялись стандартные процедуры, включая контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы.

##### Планируемые усовершенствования

В следующей версии кадастра выбросов парниковых газов усовершенствования в настоящем субсекторе не планируются.

#### 4.6.4 Оценка неопределенностей

Неопределенность расчета выбросов ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22 по методу уровня 1 оценивается экспертами МГЭИК как 50 % на основании данных о разнице выбросов различных заводов (IPCC, 2006). Неопределенность, связанная с использованием метода уровня 1, полностью перевешивает неопределенность данных о производстве ГХФУ-22.

Неопределенность расчета фугитивных выбросов при производстве ГФУ и ПФУ с использованием коэффициента выбросов по умолчанию МГЭИК полностью определяется неопределенностью коэффициента выбросов, установленного на уровне 100 % (IPCC, 2006).

Неопределенность выбросов при производстве гексафторида серы также определяется неопределенностью коэффициента выбросов и оценивается в 30-50 %, так как нет данных о технологических выбросах и утечках на ОАО «Галоген».



## 4.7 Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы

### 4.7.1 Обзор

Для этого субсектора проводилась оценка выбросов гидрофторуглеродов, и перфторуглеродов, используемых для кондиционирования воздуха и охлаждения (2.F.1), во вспененных пластиках (2.F.2), для противопожарной защиты (2.F.3), в аэрозолях (2.F.4), в электронной промышленности (2.F.7), в других областях применения (2.F.6), а также выбросы  $\text{SF}_6$  при использовании гексафторида серы в электрооборудовании (2.F.8). Результаты этой оценки приводятся в таблице 4.49.

Выбросы от субсектора «Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы» в 2006 г. составили 2110 Гг  $\text{CO}_2$ -эквивалента, что в 85 раз больше выбросов в этом субсекторе в 1990 г.. Основным источником выбросов является «Кондиционирование воздуха и охлаждение» (2.F.1). Его доля в 2006 г. составила 80,2 % суммарных выбросов в этом субсекторе. Следующими по значимости источниками выбросов ГФУ и ПФУ являются противопожарная защита, использование  $\text{SF}_6$  в электротехническом оборудовании и использование вспененных пластиков, с долей выбросов в 2006 г. 8,0 %, 4,7 % и 4,7 % соответственно.

На долю ГФУ приходится 91,3 % выбросов от субсектора. Доля выбросов ПФУ и  $\text{SF}_6$  составляет 4,0 % и 4,7 % соответственно.

### 4.7.2 Методика расчетов

Оценка выбросов ГФУ, ПФУ в этом субсекторе проводилась на основании данных о потреблении ГФУ и ПФУ в России. Объемы потребления ГФУ, ПФУ и гексафторида серы рассчитывались по формуле 7.1 (IPCC, 2006). Данные об экспорте, импорте ГФУ (в том числе смесевых хладагентов), ПФУ, и гексафторида серы в 1996-2006 гг. получены на основании анализа статистических данных внешней торговли РФ. Данные об экспорте, импорте и производстве галоидоуглеводородов и гексафторида серы приводятся в таблицах 4.50, 4.51 и 4.52.

В кадастре 2008 г. не учтены выбросы от импортного оборудования, содержащего ГФУ, ПФУ и гексафторид серы. По мере поступления информации они будут учитываться в следующих версиях кадастра.

#### Выбросы ГФУ от систем кондиционирования воздуха и охлаждения (2.F.1)

Использование фторированных заменителей озоноразрушающих веществ в системах кондиционирования воздуха и охлаждения в Российской Федерации начинается с 1995 – 1998 гг.. Поэтому в настоящее время в РФ отсутствуют выбросы, связанные с концом срока службы холодильных систем и оборудования для кондиционирования воздуха.

Оценка выбросов ГФУ от систем кондиционирования воздуха и охлаждения в основном осуществлялась по методу уровня 1a/b МГЭИК (IPCC, 2006). По данным о ежегодных объемах потребления ГФУ и хладоновых смесей для холодильной техники и систем кондиционирования воздуха для каждого вещества составлялся банк накопления этого вещества в системах кондиционирования воздуха и охлаждения. При расчетах выбросов использовался коэффициент выбросов по умолчанию – 15 % от накопленного банка хладагента, а также значение среднего срока службы оборудования – 15 лет (IPCC, 2006).

Для смесевых хладагентов значения выбросов пересчитывались в выбросы ГФУ и ПФУ, входящих в состав смеси, в соответствии с процентным составом (IPCC, 2006, Стрельцов, 2006).

Все смесевые хладагенты, импортируемые в РФ, используются для производства и обслуживания холодильной техники и оборудования для кондиционирования воздуха. Кроме того, в этой области используются ГФУ-23 (низкотемпературное холодильное оборудование), ГФУ-134а (бытовые и коммерческие холодильники, автомобильные кондиционеры и др.), ГФУ-143а. На ГФУ-23 приходится около 12 % совокупного потребления хладонов, на долю ГФУ-134а – около 6 %, доля ГФУ-143а – незначительна.

Таблица 4.49

Выбросы от использования ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990-2006 гг, Гг CO<sub>2</sub>-экв.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Системы кондиционирования воздуха и охлаждения																	
ГФУ - 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,84	31,46	51,85	87,99	124,10	157,01
ГФУ - 32	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,03	0,07	0,11	0,12	0,46	1,85	1,80	8,58
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	0,02	0,58	2,63	5,16	14,76	21,83	28,76	83,68	165,49	211,16	374,10
ГФУ-134a	0	0	0	0	0	0,07	4,35	8,63	11,50	20,43	37,18	84,22	135,29	204,30	312,29	392,13	593,00
ГФУ_152a	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008	0,008	0,010	0,009	0,007	0,008	0,007	0,006	0,005
ГФУ-143a	0	0	0	0	0	0	0,03	0,92	4,61	8,16	22,57	33,58	44,40	131,21	254,06	339,56	570,46
Итого ГФУ	0	0	0	0	0	0,07	4,40	10,13	18,75	33,78	74,59	152,58	240,03	471,52	821,68	1068,76	1703,15
Пенообразователи																	
ГФУ-134a	0	0	0	0	0	0	2,99	0,10	0,10	10,06	13,55	25,86	32,99	42,08	59,80	58,53	99,19
Противопожарная защита																	
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	0	1,16	4,17	5,47	7,51	12,26	18,14	24,61	39,63	67,54	96,12
ГФУ-227ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0,39	0,80	1,72	3,16	4,93
Итого ГФУ	0	0	0	0	0	0	0	1,16	4,17	5,47	7,51	12,38	18,53	25,41	41,35	70,69	101,05
ПФУ-318с	6,41	11,32	12,52	12,35	12,54	12,54	12,29	16,41	22,30	29,65	34,64	34,98	40,53	42,31	57,17	64,12	68,71
Аэрозоли																	
ГФУ_152a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,42	0,63	0,21	0	0	0
ГФУ-227ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,22	3,96	6,99	13,78	24,44	33,57
Итого ГФУ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,64	4,59	7,20	13,78	24,44	33,57
Другие виды использования																	
ГФУ-227ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,02	0,04	0,09	0,17	0,25
Производство полупроводников																	
ПФУ-14	0	0	0	0	0	0,60	0,00	7,02	0,55	0,00	3,76	13,59	0,00	26,09	0,00	5,17	0
ПФУ-218	0	0	0	0	0	1,29	0,00	15,12	1,18	0,00	8,10	29,27	0,00	56,20	0,00	11,13	0
ПФУ-318с	16,48	12,96	3,65	0,21	1,14	0,64	0,00	11,23	15,98	20,05	14,36	2,67	16,05	6,67	40,39	20,81	15,08
Итого ПФУ	16,48	12,96	3,65	0,21	1,14	2,53	0,00	33,37	17,70	20,05	26,22	45,52	16,05	88,97	40,39	37,11	15,08
Использование в электротехническом оборудовании																	
SF <sub>6</sub>	1,99	3,98	5,98	7,97	9,96	11,95	13,94	15,93	17,93	19,92	21,91	23,90	26,65	36,24	43,48	84,59	99,09
Итого от использования ГФУ, ПФУ и гексафторида серы																	
	24,89	28,27	22,14	20,52	23,64	27,09	33,62	77,11	80,94	118,93	178,41	296,87	379,39	713,77	1077,74	1408,41	2120,10

Таблица 4.50

## Производство, экспорт и импорт ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990-2006 гг., т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ГФУ-23																	
производство						0,04	1,00	2,00	0,21	0	0	12,14	22,05	19,04	32,58	28,61	29,69
экспорт							4,00	0	3,90	17,26	4,8	0	2,54	0	0	0,04	0
импорт							0	0	0,03	0,33	0	0,05	0,00	4,81	9,12	18,26	19,24
ГФУ-125																	
производство							1,06	21,37	63,52	92,66	189,00	245,44	343,81	640,40	1041,71	1222,70	577,53
экспорт							2,39	0,68	10,50	67,93	150,72	157,87	234,38	518,38	764,78	845,28	117,73
импорт							0	0	1,17	0	0	0	0	0	0	135,08	74,70
ГФУ-152a																	
производство	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,00	3,03	0	0	0	0
экспорт							0	0	0	0	0	0	0,005	0	0	0	0
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227ea																	
производство	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	4,58	0	3,00	6,76	10,45	23,49	15,40	4,97
экспорт								1,00	9,35	4,00	2,12	0	0	0	0	0	0
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,30	41,02
ПФУ-14																	
производство	31,56	30,36	17,97	12,75	42,40	72,24	138,56	86,90	82,56	242,74	372,87	453,26	150,96	99,18	157,06	246,60	257,32
экспорт							138,60	67,08	58,71	188,83	678,46	632,77	167,25	82,80	136,51	220,29	266,01
импорт							0,00	0,03	0,053	0	0,00	0,21	0,00	0	0	0,03	2,36
ПФУ-218																	
производство	5,75	9,55	8,59	9,67	6,02	0,51	0	8,00	2,00	0	17,00	37,00	50,00	116,54	66,51	16,20	15,20
экспорт							0,07	1,00	1,54	1,50	14,18	25,39	88,95	84,31	70,16	12,27	21,48
импорт							0	0	0,01	0	0,40	0	0	0	0	0,48	0
ПФУ-318с																	
производство	46,92	37,56	12,78	0,55	6,10	1,70	4,01	47,92	72,68	71,84	62,20	48,22	55,22	69,19	197,83	114,96	133,93
экспорт							16,28	18,03	30,17	18,50	24,00	41,04	12,51	51,19	90,37	59,59	93,80
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0
Гексафторид серы																	
производство	244,77	241,54	81,88	37,11	20,32	90,26	254,17	265,73	115,91	132,34	164,01	258,64	329,58	403,48	518,79	839,64	1235,16
экспорт			7,00	90,30	10,70	62,60	221,81	178,14	101,90	102,78	53,56	53,66	124,77	145,45	308,48	711,30	1046,38
импорт							0,91	1,85	1,04	0,18	0,50	2,02	4,36	18,00	16,46	2,60	6,93

Таблица 4.51

Импорт и экспорт ГФУ и хладоновых смесей в 1996-2006 гг., т

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ГФУ-134а											
экспорт	0,03	0,00	0,04	0,32	0,07	1,93	0,90	0,10	0,31	0,20	0,00
импорт	50,43	82,69	85,94	168,46	221,33	423,54	529,09	664,94	943,42	892,92	1552,27
ГФУ-143а											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0,06	0	0	0	0	0	6,40	3,52	28,61	41,05
R-401a											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0,05	0	1,05	0,02	0	0,49	0	0	0
R-401b											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0,51	0,05	0	0	0,22	0	0	0
R-402a											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	3,27	2,04	3,65	0,12	0,47	0	0	0
R-402b											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0,09	0	0,02	0	0	0,22	0	0	0
R-404a											
экспорт	0	0	0	0	0,41	0,04	0	0	0	1,72	0
импорт	0,10	2,90	10,41	14,30	52,75	48,60	53,50	302,36	474,10	363,74	871,90
R-407a											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0,06	0,08	0	0	0	0	0	0	0	22,08
R-407b											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
R-407c											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0,09	3,22	4,85	3,95	2,36	24,32	76,83	10,52	129,40
R-408a											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0,02	2,85	0	0,45	0	0	0,8	0	0	0
R-410a											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0,01	0	0	0,44	0	2,80	15,87	3,15	116,00
R-507											
экспорт	0	0	0	0,55	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0,11	0,94	1,26	2,44	0,23	0,98	8,22	1,10	12,18	9,15
R-510											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0	0
Смесь ГФУ-134а и ГФУ-152а											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0,77	0,00	0	0	0	0	0	0	0
Смесь ГФУ-134а и ГФУ-125											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0
готовые смеси для холодильной техники											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	336,70	97,70

В Российской Федерации для производства и обслуживания холодильной техники и оборудования для кондиционирования воздуха в больших объемах используется ГХФУ-22 и смеси на его основе. Его доля на рынке хладонов для кондиционирования воздуха и охлаждения составляет около 65 % (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007). В промышленных холодильных системах используется аммиак. Ряд предприятий по производству бытовых холодильников в настоящее время переходит на выпуск бытовой холодильной техники с использованием углеводородного хладагента R-600a.

Для определения доли ГФУ в этой области применения использовались данные маркетингового исследования, проведенного в 2005 – первом полугодии 2006 гг. (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007). По данным этого исследования для производства и обслуживания холодильной техники и оборудования для кондиционирования воздуха в 2005-2006 гг. использовалось 60 % ГФУ-23, 92 % ГФУ-134a, и 100 % ГФУ-143a потребляемого в РФ. Для расчета выбросов предполагалось, что структура потребления гидрофторуглеводородов оставалась постоянной с 1995 г..

По методу уровня 2a МГЭИК (IPCC, 2006) оценивались выбросы от использования ГФУ-134a в бытовых холодильниках российского производства, а также выбросы от использования смесевых хладагентов R-407a, R-407b и R-407c в стационарных системах кондиционирования воздуха. Хладагенты R-407a, R-407b и R-407c используются только таким образом (Бабакин, 2000).

При производстве бытовых холодильников из числа фторированных заменителей ОРВ в качестве хладагента используется только ГФУ-134a. Его использование в производстве бытовых холодильников в незначительных количествах начинается в 1995 г.. Информация об объемах производства и экспорта бытовых холодильников с ГФУ-134a и о количестве ГФУ-134a, использованного для их производства, собрана на заводах-производителях бытовых холодильников, в том числе на крупнейших производителях отрасли, таких как «Аристон-Индезит-Стинол» г. Липецк и «Бирюса» г. Красноярск.

В настоящее время нет информации о хладагентах, использовавшихся для производства для 2-15 % (в разные годы) бытовых холодильников в период 1996-2006 гг., от суммарного объема производства бытовых холодильников в России. Для оценки выбросов ГФУ-134a предполагалось, что доля бытовых холодильников с ГФУ-134a для холодильников с отсутствием информации о хладагенте равна доле холодильников с ГФУ-134a для бытовых холодильников, информация о хладагенте для которых имеется. Также учитывалась и доля экспорта бытовых холодильников с ГФУ-134a. Данные об суммарных объемах производства бытовых холодильников в России, объемах производства бытовых холодильников с использованием ГФУ-134a и объемах экспорта бытовых холодильников с ГФУ-134a приводятся в таблице 4.52.

Таблица 4.52

*Производство бытовых холодильников в 1990-2006 гг., тыс. шт.*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство бытовых холодильников <sup>1)</sup>	3773,8	3710,2	3184,1	3481	2662,4	1788,6	1063,6	1186,2	1042,7
В том числе с использованием ГФУ-134a <sup>2)</sup>	0	0	0	0	0	7,4	310,1	639,7	838,9
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134a <sup>2)</sup>	0	0	0	0	0	0	13,7	27,8	43,9
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Производство бытовых холодильников <sup>1)</sup>	1172,7	1326,8	1719,4	1938,4	2217,9	2589,2	2778,5	2994,7	
В том числе с использованием ГФУ-134a <sup>2)</sup>	817,4	806,0	1117,1	1222,9	1318,0	1557,4	1508,0	1684,3	
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134a <sup>2)</sup>	56,2	81,0	122,1	186,9	189,8	279,8	375,7	536,7	

<sup>1)</sup> Данные Росстата

<sup>2)</sup> Оценка ИГКЭ, основанная на данных производителей

Расчет проводился по методу уровня 2а МГЭИК (IPCC, 2006). Использовались коэффициенты выбросов по умолчанию: 6 % - выбросы от обращения с контейнерами, 0,6 % - выбросы от первоначальной заправки холодильников при производстве и 0, % - ежегодные выбросы от накопленного в бытовых холодильниках банка ГФУ-134а.

Выбросы от использования ГФУ в качестве пенообразователя (2.F.2)

Выбросы от этого приложения оценивались по методу уровня 1а МГЭИК (IPCC, 2006). Предполагалось, что половина ГФУ используется для производства пен с открытыми порами, другая половина – для производства пен с закрытыми порами. Для оценки выбросов от пен с закрытыми порами использовались коэффициенты выбросов по умолчанию, равные 10 % от использования ГФУ в текущем году для производства пен с закрытыми порами и 4,5 % от банка ГФУ в пенах – ежегодные выбросы от эксплуатации.

Для производства пен используется 8 % потребляемого в стране ГФУ-134а (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007)

Выбросы от использования ГФУ и ПФУ для противопожарной защиты (2.F.3)

В России ГФУ-125, ГФУ-227еа и ПФУ-318 используются для частичной замены озоноразрушающих веществ - галонов в стационарном (затопляющем) противопожарном оборудовании. Оценка выбросов от этого приложения проводилась по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006) с использованием коэффициента выбросов по умолчанию для затопляющих систем – 2 % от накопленных банков ГФУ и ПФУ в противопожарном оборудовании.

Для противопожарной защиты используется 100 % потребляемого в стране ГФУ-125, 69 % ГФУ-227еа и 84 % ПФУ-318 (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007).

Выбросы от использования ГФУ в аэрозолях (2.F.4)

Выбросы оценивались по методу уровня 1а МГЭИК (IPCC, 2006). Выбросы происходят в течении двух лет после производства: 50 % – в первый год и 50 % – во второй год.

В России в аэрозолях используется 100 % потребляемого ГФУ-152а и 28 % потребляемого ГФУ-227еа (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007)

Выбросы от других областей использования ГФУ и ПФУ (2.F.6)

По данным маркетингового исследования в других областях используется 3 % ГФУ-227еа и 40 % ГФУ-23 (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007). Предполагается, что ГФУ-227еа используется в низкоэмиссионных приложениях, а ГФУ-23 скорее всего используется в качестве сырья для органического синтеза.

Оценка выбросов от использования ГФУ-23 в качестве сырья не проводилась, так как отсутствуют коэффициенты выбросов для такого вида использования ГФУ.

При расчете выбросов от использования ГФУ-227еа использовались коэффициенты выбросов по умолчанию – 1 % от ежегодного потребления ГФУ-227еа в этой области использования (выбросы при производстве) и 2 % от накопленного банка ГФУ-227еа (ежегодные утечки) (IPCC, 2000).

Выбросы от использования ПФУ в производстве полупроводников (2.F.7)

Выбросы оценивались по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2000). Расчет проводился по формулам 3.31 и 3.32 (IPCC, 2000). Использовались коэффициенты выбросов по умолчанию.

Для производства полупроводников в России используется 100 % ПФУ-218, потребляемого в стране и 16 % ПФУ-318 (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007).

Выбросы от использования гексафторида серы в электротехническом оборудовании (2.F.8)

Выбросы оценивались по методу уровня 2b МГЭИК (IPCC, 2000). Расчет проводился по формуле 3.17 (IPCC, 2000). Использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 2 % от банка SF<sub>6</sub>, накопленного в существующем электротехническом оборудовании.

Использование элегазового оборудования в электрических сетях РАО «ЕЭС России» началось в 1989 г.. Данные по общему количеству SF<sub>6</sub> в оборудовании, собранные Министерством промышленности и энергетики РФ (2001-2006 гг) и полученные в результате интерполяции (1990-2000 гг.) приводятся в таблице 4.53.

Таблица 4.53

Общее количество  $SF_6$  в электротехническом оборудовании, т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Количество $SF_6$	4,2	8,3	12,5	16,7	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Количество $SF_6$	41,7	45,8	50,0	55,8	75,8	91,0	177,0	207,3	

#### 4.7.3 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования

Для оценки и контроля качества применялись стандартные процедуры, включая контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы.

##### Планируемые усовершенствования

В следующей версии кадастра выбросов парниковых газов планируется уточнение оценки выбросов от холодильной техники и выбросов, связанных с другими видами деятельности.

#### Литература и источники данных

1. Айрапетов Г.А., Безродный О.К., Жолобов А.Л. и др. Строительные материалы: учебно-справочное пособие. Феникс, Ростов-на-Дону, 2005
2. Академия конъюнктуры промышленных рынков. Рынок хладонов в России. Отчет маркетингового исследования. М., АКПР, 2007
3. Бабакин Б.С. Стефанчук В.И. Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. М., Колос, 2000
4. Бирюлев Г.Н., Гонюх В.М., Корнилов А.В. Минеральное сырье. Сырье стекольное. Справочник. М., ЗАО «Геоинформмарк», 1999
5. Буланов Ю.В., Чайка Ф.Н., Состояние отечественного производства огнеупорной продукции. «Огнеупоры и техническая керамика», N 6, 2002 с 10 – 13
6. Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2003 год
7. Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2004 год
8. Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2005 год
9. ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой)
10. ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусовой и молотый)
11. Жмай Л. (ООО «Азотэкон») Аммиачная селитра в России и в мире. Современная ситуация и перспективы. Доклад на конференции «Современное состояние и проблемы производства аммиачной селитры», г. Москва, 26 февраля 2004
12. Жмай Л. (ООО «Азотэкон») Перспективы внутреннего рынка удобрений в России. Доклад на I-ой Межрегиональной конференции «Рынок и рациональное использование удобрений и агрохимической продукции», С-Петербург, 31.05 – 1.06 2005
13. Зайдель А.Н. Погрешности измерения физических величин, Ленинград, Наука, 1985 112 с.
14. ЗАО НПО «ПиМ-Инвест» Хладоновая проблема в России – пути и методы решения. Информационно-аналитическая справка. М., ЗАО НПО «ПиМ-Инвест», 2002
15. Минпромэнерго России, 2006
16. Минпромэнерго России, 2007
17. НП «Алюминий» Объемы производства алюминия сырка на предприятиях РФ. М., НП «Алюминий», 2007
18. ОСТ 1485-82 Доломит обожженный металлургический.
19. Первое Независимое Рейтинговое Агентство. Российский рынок пищевой стеклянной тары. Маркетинговое исследование. Москва, 2006.

20. Пископел Л.А. (ООО «Азотэкон») Мировое производство азотной кислоты и место России., доклад на научно-практической конференции «Производство азотной кислоты», ОАО «Кирово-Чепецкий ХК», г. Кирово-Чепецк, 27-28 ноября 2001 г.
21. Прокопов И. В. Состояние и перспективы алюминиевой промышленности России. [www.aluminium-union.ru](http://www.aluminium-union.ru), 2005.
22. Промышленность России 1995 Статистический сборник, Госкомстат РФ, М.: 1996
23. Промышленность России 1998 Статистический сборник, Госкомстат РФ, М.: 1999
24. Промышленность России 2000 Статистический сборник, Росстат, М.: 2001
25. Промышленность России 2002 Статистический сборник, Росстат, М.: 2003
26. Промышленность России 2005 Статистический сборник, Росстат, М.: 2006
27. Российский статистический ежегодник 1998. Статистический сборник, Госкомстат РФ, М.: 1998
28. Российский статистический ежегодник 2004. Статистический сборник, Госкомстат РФ, М.: 2004
29. Российский статистический ежегодник 2005. Статистический сборник, Росстат, М.: 2006
30. Российский статистический ежегодник 2007. Статистический сборник, Росстат, М.: 2008
31. Сементовский Ю.В., Минеральное сырье. Известняк. Справочник. Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1999
32. Сементовский Ю.В., Бобрикова Е.В. Минеральное сырье. Доломит. Справочник., Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1998
33. Сементовский Ю.В., Мясников Н.Ф., Рахматуллин Э.Х. Минеральное сырье. Мел. Справочник. Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1997
34. Сенаторов П.П., Хайдарова Н.З. и др. Отчет по теме «Сбор и обобщение информации об объемах использования карбонатных пород в качестве флюсов для черной и цветной металлургии, в производстве огнеупорных материалов и глинозема в Российской Федерации в 1990 – 2005 гг.», Казань «ЦНИИГеолнеруд», 2006 г.
35. Сенаторов П.П., Хайдарова Н.З. и др. Отчет по теме «Сбор и обобщение информации об объемах использования карбонатных пород для производства химических продуктов, получаемых путем их обжига, стекла, и для известкования кислых почв в Российской Федерации в 1990 – 2005 гг.», Казань «ЦНИИГеолнеруд», 2006 г.
36. Снегов С. Технологическое отставание заводов угрожает их будущему. Финансовые известия, 1997, №48, с V.
37. Соколов Р.С. Химическая технология в 2 томах, «Гуманитарный изд. Центр ВЛАДОС», М.: 2003
38. Сосна М.Х., Алейнов Д.П. Модернизация азотной промышленности – требование времени, Химическая промышленность, N 5 2001 с. 7 – 9
39. Стрельцов А.Н., Шишов В.В. Справочник по холодильному оборудованию предприятий торговли и общественного питания, М., Издательский центр «Академия», 2006
40. ТУ 14-8-232-77 Доломит дробленый для производства конвертерных огнеупоров.
41. Шишкин А.В. Карбонатные породы. В сб. «Неметаллические полезные ископаемые СССР». Москва, Недра, 1984. с. 195 – 207.
42. Юсфин Ю.С., Леонтьев Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда. ИКЦ «Академкнига», М.: 2002, 469 с.
43. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-OECD-IEA. Paris. 1997.
44. IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-IGES-OECD-IEA. Japan. 2000.



## **5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И ДРУГОЙ ПРОДУКЦИИ (СЕКТОР 3 ОФД)**

### **5.1 Обзор по сектору**

Использование растворителей и другой продукции вносит незначительный вклад в общий выброс парниковых газов Российской Федерации (0,02% в 2006 г.) Единственным источником выбросов газов с непосредственным парниковым эффектом в этом секторе является использование  $N_2O$  в промышленности, медицине и других областях применения (субсектор 3.D ОФД «Прочие»). В России  $N_2O$  используется в медицине как средство для ингаляционного наркоза.

В субсекторах ОФД 3.A (использование красителей), 3.B (обезжиривание и сухая чистка), 3.C (химическая продукция, производство и обработка) оценивались выбросы неметановых летучих органических соединений. В субсекторе ОФД 3.D «Прочие» – выбросы  $N_2O$  от использования  $N_2O$  в медицине для анестезии. Результаты расчетов представлены в таблицах 5.1 и 5.2.

В период 1990-2006 гг. выбросы  $N_2O$  в целом изменялись незначительно, обнаруживая слабую тенденцию к уменьшению до 1997 г. и тенденцию к возрастанию в период 1997-2006 гг. Что касается выбросов НМЛОС, выполненные оценки являются приблизительными и не позволяют делать выводы о тенденциях изменения выбросов во времени.

### **5.2 Использование красителей (3.A)**

Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования красителей в промышленности, строительстве и домашнем хозяйстве оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2005). В этом методе используется средний коэффициент выбросов неметановых летучих органических соединений на душу населения, рассчитанный для европейских стран. Для оценки выбросов НМЛОС от использования красителей использовался коэффициент выбросов, равный 4,5 кг НМЛОС/на душу населения/в год (таблица 8.1.1 руководства ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2005) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2006 гг. (табл. 5.3).

### **5.3 Обезжиривание и химическая чистка (3.B)**

Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования растворителей для обезжиривания и химической чистки оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве ЕМЕП/CORINAIR (EEA, 2005). В этом методе используется средний коэффициент выбросов неметановых летучих органических соединений на душу населения, рассчитанный для европейских стран. Для оценки выбросов НМЛОС от использования растворителей для обезжиривания и химической чистки использовался коэффициент выбросов, равный 0,85 кг НМЛОС/на душу населения/в год (таблица 8.1.1 руководства ЕМЕП/CORINAIR) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2006 гг. (табл. 5.3).

#### 5.4 Полиграфическая промышленность, использование клеев и адгезивов, бытовое использование растворителей и прочие виды использования растворителей (3.С)

Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования растворителей в полиграфической промышленности, применения клеев и адгезивов, бытового использования растворителей (исключая использование красителей в быту) и прочих применений растворителей оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2005) и включены в субсектор 3.С. Коэффициенты выбросов НМЛОС, использованные в расчетах, приводятся в таблице 5.4. Результаты оценки выбросов НМЛОС от этого субсектора – в таблице 5.5.

Таблица 5.1

Выбросы  $N_2O$  в секторе «Использование растворителей и другой продукции» в 1990-2006 гг., Гг  $CO_2$ -экв.

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Выброс	561,6	528,9	521,4	510,6	515,9	511,7	510,6	508,2	517,3	515,5	522,9	532,9	531,5	532,6	534,8	531,9	532,0

Таблица 5.2

Выбросы НМЛОС в секторе «Использование растворителей и другой продукции» в 1990-2006 гг., Гг

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Использование красителей	665	667	668	669	668	668	667	666	665
Обезжиривание и химическая чистка	126	126	126	126	126	126	126	126	126
Прочие	982	986	988	988	987	988	986	984	983
Всего	1772	1780	1782	1783	1781	1782	1780	1776	1774
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Использование красителей	664	661	658	655	653	649	646	642	
Обезжиривание и химическая чистка	125	125	124	124	123	123	122	121	
Прочие	981	977	973	968	964	959	954	949	
Всего	1770	1763	1756	1747	1740	1730	1722	1713	

Таблица 5.3

Численность населения Российской Федерации в 1990-2006 гг. (на начало года), млн. чел.

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Численность	147,7	148,3	148,5	148,6	148,4	148,4	148,3	148,0	147,8	147,5	146,9	146,3	145,6	145,0	144,2	143,5	142,8

Таблица 5.4

Коэффициенты выбросов НМЛОС, кг/на душу населения/год

Область использования	Коэффициент выброса
Полиграфическая промышленность	0,65
Использование клеев и адгезивов	0,6
Бытовое использование растворителей	1,8
Прочие применения	3,6

## 5.5 Прочие (3.D)

Выбросы N<sub>2</sub>O в этом субсекторе относятся к источнику 3.D.1 – использование N<sub>2</sub>O для анестезии.

Выбросы оценивались исходя из предположения, что весь использованный в медицине N<sub>2</sub>O выделяется в атмосферу в ходе проведения наркоза. Таким образом, выброс N<sub>2</sub>O равен его потреблению. Данные об использовании N<sub>2</sub>O не собираются российской статистикой, поэтому для проведения оценки, использовались данные о ежегодной потребности медицинских учреждений в N<sub>2</sub>O, предоставленные Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации для 1997-2000 гг. Для тех лет, у которых эти данные отсутствуют, потребность в N<sub>2</sub>O оценивалась исходя из количества сделанных в этом году хирургических операций (принималось, что потребность в N<sub>2</sub>O пропорциональна общему числу хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах (Здравоохранение, 1996, 2001, 2006)). Число операций приведено в табл. 5.6. Число операций за 2005 и 2006 гг. получено из базы данных Росстата.

Неопределенность оценок выбросов оценивается в пределах  $\pm 40$  %. Контроль качества производился путем сравнения значений оценок выбросов за разные годы.

Таблица 5.5

*Выбросы НМЛОС от полиграфической промышленности, использования клеев и адгезивов, бытового использования и прочих применений растворителей, Гг*

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Полиграфическая промышленность																
96	96	97	97	96	97	96	96	96	96	95	95	95	94	94	93	93
Использование клеев и адгезивов																
89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	88	88	87	87	87	86	86
Бытовое использование растворителей																
266	267	267	267	267	267	267	266	266	266	264	263	262	261	260	258	257
Прочие применения																
532	534	535	535	534	535	534	533	532	531	529	527	524	522	519	517	514

Таблица 5.6

*Количество хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах, в Российской Федерации в 1990 -2006 гг., тыс. операций*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Количество операций	9223	8685	8563	8386	8472	8403	8386	8346	8496
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Количество операций	8465	8587	8751	8729	8747	8782	8735	8736	

## Литература и источники данных

1. Здравоохранение в Российской Федерации: Стат. сб./ Госкомстат России, М., 1996. – 101 с.
2. Здравоохранение в России: Стат. сб./ Госкомстат России, М., 2001. – 356 с.
3. Здравоохранение в России 2005: Стат. сб./ Росстат, М., 2006. – 390 с.
4. ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2005)

## 6. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО (СЕКТОР 4 ОФД)

### 6.1 Обзор по сектору

В 2006 году суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора Российской Федерации составили 131 479 Гг CO<sub>2</sub>-экв., что соответствует 42,5 % уровня 1990 года (309 424 Гг CO<sub>2</sub>-экв.). В 2006 году вклад N<sub>2</sub>O в общие сельскохозяйственные выбросы был примерно в два раза больше (68,4 %) вклада CH<sub>4</sub> (31,6 %). К наиболее значимым источникам в аграрном секторе РФ относятся прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (51 307 Гг CO<sub>2</sub>-экв.) и выбросы CH<sub>4</sub> при внутренней ферментации домашних животных (37 165 Гг CO<sub>2</sub>-экв.). В течение периода 1990-2006 гг. прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель сократился на 49,1 %, а выброс метана от процессов внутренней ферментации животных на 60,8 %. Снижение выбросов парниковых газов связано с уменьшением поголовья скота и численности птицы в сельском хозяйстве страны, а также сокращением посевных площадей в стране и норм вносимых минеральных азотных удобрений, как результат экономических преобразований аграрного сектора и страны в целом.

Ниже приводится подробное рассмотрение выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O и методологий их оценки за 2006 год в аграрном секторе Российской Федерации от следующих источников:

- внутренняя ферментация домашних животных (категория 4А МГЭИК);
- системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (категории 4Вa и 4Вb);
- рисовые поля (категория 4С);
- прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (категория 4D1);
- навоз пастбищ и выпасов (категория 4D2);
- косвенный выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель (категория 4D3).

Результаты оценок выбросов в секторе «Сельское хозяйство» для периода 1990-2006 гг. приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве по источникам за 1990-2006 гг. (Гг CO<sub>2</sub>-экв.)

Годы	Источники							Всего
	Внутренняя ферментация, CH <sub>4</sub>	Системы сбора и хранения навоза, CH <sub>4</sub>	Системы сбора и хранения навоза, N <sub>2</sub> O	Рисовые поля, CH <sub>4</sub>	Прямой выброс от почв, N <sub>2</sub> O	Навоз пастбищ и выпасов, N <sub>2</sub> O	Косвенный выброс от почв, N <sub>2</sub> O	
1990	94 752	7 413	48 013	2 411	100 871	9 922	45 987	309 369
1991	92 001	7 219	46 714	2 243	94 446	9 610	42 918	295 151
1992	84 814	6 639	42 569	2 226	87 780	9 198	38 043	271 268
1993	80 807	6 264	39 820	2 192	80 221	8 849	33 120	251 273
1994	75 687	5 890	37 012	1 621	71 469	8 089	27 570	227 339
1995	68 187	5 303	32 655	1 436	65 560	7 468	23 879	204 488
1996	61 143	4 759	28 627	1 445	62 528	6 968	21 553	187 023
1997	55 300	4 273	25 576	1 268	61 623	6 227	19 825	174 092
1998	49 467	3 947	23 167	1 226	53 708	5 528	17 746	154 790
1999	43 427	3 650	20 776	1 453	52 325	5 256	15 761	142 649
2000	43 653	3 636	20 623	1 470	54 654	5 354	16 876	146 267
2001	44 573	3 610	20 930	1 294	54 982	5 272	16 680	147 340
2002	44 206	3 600	21 093	1 252	55 097	5 073	16 992	147 312
2003	42 938	3 633	20 852	1 310	52 811	5 105	16 427	143 076
2004	41 573	3 463	20 198	1 117	52 446	5 010	16 003	139 810
2005	39 087	3 131	19 137	1 218	51 527	4 722	15 400	134 223
2006	37 165	3 047	18 709	1 378	51 307	4 550	15 325	131 479

Учитывая, что саванны не встречаются на территории Российской Федерации, а сжигание пожнивных остатков на сельскохозяйственных полях законодательно запрещено, расчет по категориям МГЭИК 4Е (Контролируемое сжигание саванн) и 4F (Сжигание растительных остатков на полях) не производился. Для остальных категорий сельского хозяйства оценка выбросов парниковых газов выполнена по методике Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 1997 г. (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997) и Руководящих указаний по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000) с использованием национальных коэффициентов и национальных методологий расчета (см. ниже).

Ведение сельскохозяйственной деятельности может сопровождаться изменениями запаса почвенного углерода, а, следовательно, и выбросами (абсорбцией) углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ). В соответствии с рекомендациями МГЭИК выбросы  $\text{CO}_2$  от сельскохозяйственных почв могут рассматриваться как в инвентаризации аграрного, так и лесного секторов. В настоящем кадастре антропогенный поток  $\text{CO}_2$  от наземных экосистем отнесен к лесному хозяйству и включен в главу 7.

## **6.2 Методология сбора данных о деятельности по сектору сельского хозяйства**

Сбор данных о деятельности в сельскохозяйственном секторе выполняет Федеральная служба государственной статистики (Росстат) ([www.gks.ru](http://www.gks.ru)). Статистическое наблюдение за состоянием сельского хозяйства ведется на основе сочетания методов сплошного и несплошного наблюдения в отношении различных групп производителей сельскохозяйственной продукции. С развитием многоукладности в сельском хозяйстве сформировались три основные группы производителей:

1. сельскохозяйственные организации, среди которых примерно 17 тыс. крупных и средних. В расчете на каждое из них приходится в среднем 5 тыс. га сельскохозяйственных угодий, 2,8 тыс. га посевных площадей, около 600 голов крупного рогатого скота, примерно 450 голов свиней, 200 голов овец и коз. Средняя численность работников в этих предприятиях составляет 128 человек. Наряду с крупными и средними сельскохозяйственными организациями производством сельскохозяйственной продукции занимаются и более мелкие предприятия, в число которых входят подсобные сельскохозяйственные предприятия промышленных, строительных и других предприятий и организаций, сельскохозяйственные производственные кооперативы и др.

2. крестьянские (фермерские) хозяйства, число которых в 2006 г., насчитывалось более 250 тыс. Средний размер земельного участка в этих хозяйствах составляет 81 га.

3. хозяйства населения – 17 млн. личных подсобных хозяйств со средней площадью земли 0,51 га, коллективных садово-огородных участков со средним размером одного участка 0,08 га, производящих продукцию, в основном, для продовольственного обеспечения семьи.

Основой наблюдения за крупными и средними сельскохозяйственными предприятиями служат представляемые ими годовые и периодические (ежемесячные) формы федерального статистического наблюдения. Небольшие сельскохозяйственные предприятия, субъекты малого предпринимательства, крестьянские (фермерские) хозяйства представляют преимущественно годовые формы в ходе проведения ежегодных статистических учетов посевных площадей, валовых сборов сельскохозяйственных культур и поголовья скота.

Для наблюдения за хозяйствами населения используются данные обследования личных подсобных хозяйств, похозяйственного учета сельских администраций, переписей. В настоящее время создана выборочная сеть личных подсобных хозяйств населения, на базе которой осуществляется мониторинг производства сельскохозяйственной продукции в этой основной группе индивидуальных производителей.

В 2006 году Росстат провел в стране общую сельскохозяйственную перепись. Предыдущая полная перепись сельского хозяйства была проведена в 1920 году. Результаты переписи 2006 года в настоящее время обрабатываются и будут готовы к опубликованию в

конце 2008 года. Результаты переписи могут повлечь за собой соответствующие пересчеты в кадастре выбросов парниковых газов в сельскохозяйственном секторе.

### **6.3 Выбросы $\text{CH}_4$ при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (4А)**

Выбросы метана при внутренней ферментации оценивались для основных видов сельскохозяйственных животных, включая крупный рогатый скот, свиней, овец, коз, мулов, ослов, лошадей, верблюдов, кроликов, северных оленей, лис, песцов, норок, нутрий и разных видов птицы. Исходные данные о поголовье скота и птицы за период с 1990 по 2006 гг., были взяты из отчетных материалов и официальных статистических изданий Росстата на 1 января соответствующего года (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Сельское хозяйство..., 2004; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006). При этом сведения по поголовью коз получены расчетным путем на основе данных поголовья овец и общего поголовья овец и коз в хозяйствах всех категорий за соответствующий год. Данные о поголовье коз в 1990 году получены методом интерполяции между поголовьем 1986 (2 824 тыс. голов) и 1991 годов (2 953 тыс. голов). Аналогично рассчитано поголовье кроликов в 1990 г. (в 1986 – 4 006 и в 1991 – 3 354 тыс. голов). Данные по поголовью пушных зверей на 1 января 1990 года приняты равными 3664,2 тыс. (лисицы, песцы, норки) и 80 тыс. (нутрии), т.е. численности этих животных на 1 января 1991 года.

Расчет выбросов метана при процессах внутренней ферментации крупного рогатого скота (КРС) оценивался по разработанной национальной методике, которая по сложности и детальности расчетов соответствует Уровню 2 методики МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). При этом отдельно рассматривали коров (скот молочного направления) и другое поголовье КРС. Для оценки валовой энергии (МДж), потребляемой в расчете на одну голову скота в год, использованы ежегодные статистические данные по количеству расхода кормовых единиц разных видов кормов (концентраты, комбикорма, грубые и сочные корма) на коров и КРС (без коров). Расход других видов кормов оценивался как разница между общим количеством потребляемых кормовых единиц в год и суммой потребления известных видов кормов. На основе соотношения видов кормов в годовом рационе скота и статистических данных по суммарному расходу кормов на 1 голову коров и другого поголовья КРС рассчитывали потребление кормов по их видам в расчете на 1 голову.

Перевод потребления энергии из кормовых единиц в МДж осуществлялся на основании анализа данных литературы и разработки среднего содержания кормовых единиц в килограмме сухого вещества для разных видов кормов (приложение 3, таблица П.3.1). Известно (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000), что 1 кг сухого вещества кормов содержит около 18,4 МДж валовой энергии. Таким образом, используя полученные пересчетные коэффициенты, были рассчитаны значения валовой энергии для коров и другого поголовья КРС.

В таблицах 6.2. и 6.3. приведена методология расчета валовой энергии, потребляемой коровами и другим поголовьем КРС в 2006 году соответственно.

Коэффициент преобразования метана ( $Y_m$ ) для КРС использован по умолчанию для развитых стран (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000) и равен 0,06. Таким образом, на основании полученных результатов валовой энергии рассчитаны значения коэффициентов выбросов метана при внутренней ферментации у коров и другого поголовья КРС в соответствии с уравнением 4.14 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Результаты расчетов приведены в таблице 6.4.

Расчет выбросов метана для всех остальных видов животных и птицы выполнялся в соответствии с методикой МГЭИК Уровень 1 (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Среднегодовая температура на территории России ниже 15 °С (Романенко с соавт. 1998), поэтому коэффициенты выброса метана при внутренней ферментации для каждой категории сельскохозяйственных животных соответствуют средним значениям, приведенным в Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК для развитых стран

Восточной Европы, расположенных в холодном климатическом регионе (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Таблица 6.2

Расчет валовой энергии коров за 2006 г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комби-кормов)	Комби-корма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на коров в 2006 г., тыс. тонн корм. ед.	35040,5	5720,5	2367,5	10772,8	8209,8	7969,9
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе коров, %	100,0	16,3	6,8	30,7	23,4	22,8
Расход кормовых единиц на 1 голову коров в 2006 г.	3773,5	616,0	255,0	1160,1	884,1	858,3
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества <sup>1)</sup>		1,13	0,98	0,55	0,81	0,84
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг		545,2	260,2	2109,3	1091,5	1021,8
Валовая энергия в 1 кг сухого вещества, МДж		18,4	18,4	18,4	18,4	18,4
Валовая энергия в расчете на 1 голову в год, МДж	92513,1	10031,1	4786,9	38811,2	20083,6	18800,2
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, МДж	253,5					

<sup>1)</sup> см. приложение 3, таблица П.3.1

Таблица 6.3

Расчет валовой энергии КРС (без коров) за 2006 г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комби-кормов)	Комби-корма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на КРС (без коров) в 2006 г., тыс. тонн корм. ед.	23944,1	3640,3	1260,8	7437,0	5026,1	6580,0
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе, %	100	15,2	5,3	31,0	21,0	27,5
Расход кормовых единиц на 1 голову в 2006 г.	1960	298,0	103,2	608,8	411,4	538,6
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества <sup>1)</sup>		1,13	0,98	0,55	0,81	0,84
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг		263,7	105,3	1106,9	507,9	641,2
Валовая энергия в 1 кг сухого вещества, МДж		18,4	18,4	18,4	18,4	18,4
Валовая энергия в расчете на 1 голову в год, МДж	4852,1	1937,7	20366,1	9345,9	11798,4	4852,1
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, МДж	132,3					

<sup>1)</sup> см. приложение 3, таблица П.3.1

Данные по поголовью скота, пересчетные коэффициенты, а также общий выброс при внутренней ферментации за 2006 год приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4

*Поголовье скота в РФ, пересчетные коэффициенты и выбросы CH<sub>4</sub> от внутренней ферментации в 2006 г.*

Категория сельскохозяйственных животных	Поголовье животных (на 1 января 2006 г.), тыс. голов	Коэффициент выбросов при внутренней ферментации, кг CH <sub>4</sub> /гол.*год	Выбросы CH <sub>4</sub> при внутренней ферментации, Гг
Коровы	9546	99,74	952,16
КРС (без коров)	11927	52,08	621,11
Овцы	16074	8	128,59
Козы	2138	5	10,69
Лошади	1319	18	23,74
Свиньи	13455	1,5	20,18
Мулы	0,203	10	0,002
Ослы	21,93	10	0,22
Верблюды	6,29	46	0,29
Северные олени	1298,5	9,18	11,92
Кролики	1584,5	0,5	0,79
Пушные звери (лисы, песцы, норки)	719,3	0,1	0,07
Нутрии	25,6	0,1	0,003
Всего			1 769,8

Коэффициент выбросов при внутренней ферментации у северных оленей рассчитан как среднее значение между коэффициентами, используемых в инвентаризациях некоторых стран Скандинавии для этих животных: Финляндия – 8,85 кг CH<sub>4</sub>/гол.\*год, Норвегия – 11 и Швеция – 7,7 кг CH<sub>4</sub>/гол.\*год (NIR Finland, 2004; NIR Norway, 2004; NIR Sweden, 2004). Полученное среднее значение составляет 9,18 кг CH<sub>4</sub>/гол.\*год, которое и было использовано в расчетах. Для пушных зверей использован коэффициент, разработанный в Норвегии (NIR Norway, 2004), а для кроликов – данные исследований, выполненных для инвентаризации парниковых газов в Португалии (NIR Portugal, 2004).

Сравнение полученных национальных коэффициентов для коров в течение периода с 1990 по 2006 года с коэффициентами, используемыми для этого вида животных в развитых странах Европы, свидетельствует о том, что в России при сравнительно низких надоях молока коэффициенты выброса метана достаточно высокие. По-видимому, это может объясняться более высоким процентом потребления грубого корма в годовом рационе коров, который может снижать отношение обменной энергии к валовой и, соответственно, увеличивать выбросы метана. В целом тренд рассчитанных коэффициентов выброса метана при внутренней ферментации у коров положительно коррелирует с надоями молока за период с 1990 по 2006 гг. (коэффициент корреляции равен 0,83) – рисунок 6.1. Следует отметить наметившуюся в течение последних лет (с 2001 г.) тенденцию увеличения эффективности использования энергии корма и, соответственно, получение более высоких надоев молока, без значительного увеличения выбросов метана.



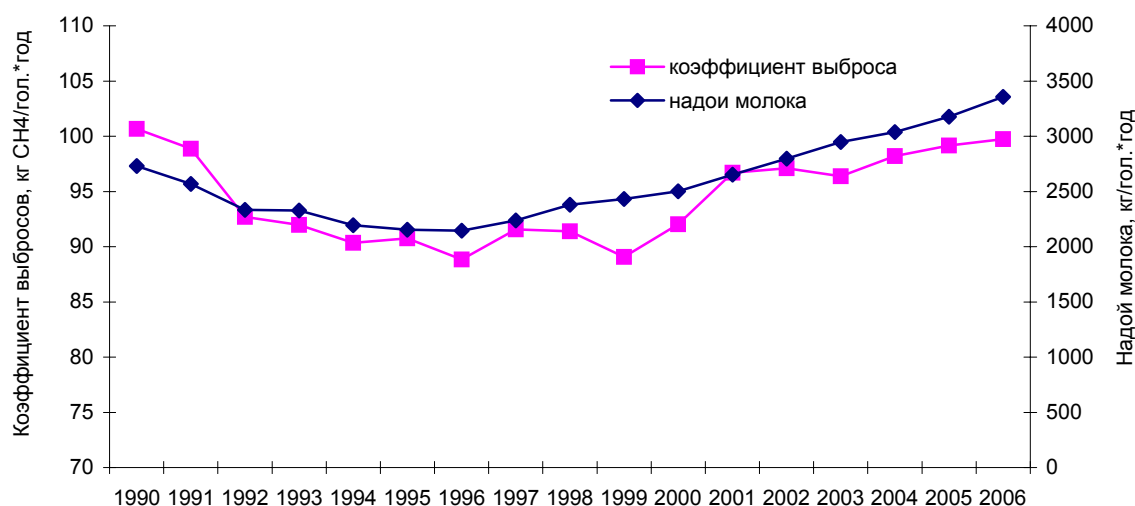


Рис. 6.1. Коэффициенты выбросов метана при внутренней ферментации у коров и надой молока за период с 1990 по 2006 гг.

#### 6.4 Выбросы СН<sub>4</sub> от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Ва)

При расчете выбросов метана от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета используются те же данные о поголовье скота (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Сельское хозяйство..., 2004; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006), как и для категории 4А. Статистическая информация по численности подкатегорий птицы (мясные куры и петухи, куры-несушки, цыплята, гуси, гусята, другая взрослая птица и молодняк другой птицы) разрабатывается только для сельскохозяйственных организаций. Условно, соотношение перечисленных подкатегорий птицы в хозяйствах всех категорий было принято равным их соотношению в сельскохозяйственных предприятиях. На основании этого допущения и статистических данных по общей численности птицы в стране были рассчитаны значения для всех подкатегорий за период с 1990 по 2006 г.

Коэффициенты выброса метана от систем сбора, хранения и использования навоза КРС и свиней рассчитаны по Уровню 2 методики МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Выделение летучих веществ (VS) оценивалось по уравнению 6.1. (соответствует уравнению 4.16. из (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000)), содержание золы в навозе принято по умолчанию (8%).

$$VS = (GE * (1 - DE\% / 100) + UE * GE) * (1 - ASH) / 18.4, \quad (6.1)$$

где:

$VS$  – выделение сухого вещества летучих веществ, кг/сут.;  $GE$  – валовая энергия, МДж/сут.;  $DE$  – коэффициент перевариваемости корма, %;  $UE$  – энергия мочи, фракция валовой энергии (0,04 для КРС и 0,02 для свиней);  $ASH$  – содержание золы в сухом веществе навоза.

Значения валовой энергии для КРС были рассчитаны при оценке выбросов метана при внутренней ферментации у этих категорий сельскохозяйственных животных. Коэффициенты перевариваемости у КРС разных видов кормов также оценивались по справочным данным (Кормовые нормы..., 1991). Исходная информация для расчета средних коэффициентов перевариваемости находится в приложении 3. Средневзвешенные значения коэффициентов перевариваемости кормов определялись в зависимости от соотношения разных видов кормов для каждого года. Для 2006 года их величины равны 68,34 и 67,89 % для коров и поголовья КРС немолочного направления соответственно.

Валовая энергия корма для свиней рассчитывалась по аналогичной методике, как и для КРС (см. выше). Расход животных кормов оценивался как разница между общим количеством потребляемых кормовых единиц в год и суммой потребления известных видов кормов. Учитывая разницу в рационе КРС и свиней, а также физиологические особенности переваривания корма у жвачных и нежвачных животных, коэффициенты содержания кормовых единиц в килограмме сухого вещества и коэффициенты перевариваемости разных видов кормов для свиней были рассчитаны отдельно. Исходные справочные данные (Кормовые нормы..., 1991), использованные для разработки этих коэффициентов, представлены в приложении 3, таблица П.3.2. В таблице 6.5. приведена методология расчета валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2006 год.

Коэффициенты выброса метана от систем сбора и хранения навоза КРС и свиней рассчитаны по уравнению 4.17 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Максимальные потенциалы выброса метана ( $Vo$ ) от навоза этих животных определены по данным по умолчанию для стран Восточной Европы (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997) и равны 0,24, 0,17 и 0,45 для навоза коров, другого поголовья КРС и свиней соответственно. Значения коэффициентов пересчета  $CH_4$  (MCFs) от разных систем сбора, хранения и использования навоза для КРС и свиней были взяты из материалов обзора литературы последних лет (Mangino et al., 2001; Moller et al., 2004; Zeeman, 1994; Safley et al., 1992; Amon et al., 1998), использованных при разработке Руководящих принципов МГЭИК 2006г. (IPCC, 2006). Для жидких систем использован коэффициент выброса метана для холодного климата – 20 %, для хранения навоза в твердом виде – 2 % и для содержания животных на пастбищах – 1 %. Соотношение разных типов систем сбора, хранения и использования навоза КРС и свиней приведены в разделе 6.4. (категория 4Bb), таблица 6.10.

Таблица 6.5

Расчет валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2006 г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комби-кормов)	Комби-корма	Грубые корма	Сочные корма	Животные корма
Расход кормов в 2006 г., тыс. тонн корм. ед.	12667,3	5089,6	4800,2	99,0	1746,8	931,7
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе свиней, %	100	40,2	37,9	0,8	13,8	7,3
Расход кормовых единиц на 1 голову свиней в 2006 г.	864,2	347,2	327,5	6,8	119,2	63,6
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества <sup>1)</sup>		1,16	1,12	0,58	0,86	1,70
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг	779,3	299,3	292,4	11,6	138,6	37,4
Валовая энергия в 1 кг сухого вещества, МДж		18,4	18,4	18,4	18,4	18,4
Валовая энергия в расчете на 1 голову в год, мДж	14339,8	5507,8	5380,1	214,3	2549,7	688,0
Коэффициент перевариваемости, %	73,07	75,20	77,02	40,27	48,36	90,84

<sup>1)</sup> см. приложение 3, таблица П.3.2.

Методология расчета выбросов метана от навоза и помета остальных видов сельскохозяйственных животных и птицы соответствует Уровню 1 Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Используются рекомендуемые коэффициенты выбросов для развитых стран Восточной Европы. Для разных подкатегорий птицы, а также коэффициенты выброса для пушных зверей и кроликов взяты из Руководящих принципов МГЭИК 2006г. (IPCC, 2006). Коэффициент выбросов метана от систем сбора, хранения и использования навоза северных оленей принят равным значению, использованному в инвентаризации Норвегии – 0,369 кг  $\text{CH}_4/\text{гол.} \cdot \text{год}$  (NIR Norway, 2004). Результаты расчетов для 2006 года, а также используемые пересчетные коэффициенты представлены в таблице 6.6.

Полученные национальные коэффициенты для коров и прочего крупного рогатого скота несколько ниже коэффициентов выбросов, предлагаемых по умолчанию для этих категорий животных в методике МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997) – 6 и 4 кг  $\text{CH}_4/\text{гол.} \cdot \text{год}$  соответственно. По-видимому, разница этих оценок, прежде всего, обусловлена преобладанием в России систем хранения навоза в сухом виде (табл. 6.10.), которые характеризуются более слабыми выбросами метана по сравнению с анаэробными и жидкими системами хранения.

Таблица 6.6

*Пересчетные коэффициенты и выбросы  $\text{CH}_4$  от систем сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности скота и птицы в 2006г.*

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Коэффициент выбросов для навоза и птичьего помета, $\text{кгCH}_4/\text{гол.} \cdot \text{год}$	Выбросы $\text{CH}_4$ от навоза и помета, Гг
Коровы	4,70	44,88
КРС (без коров)	2,72	32,39
Овцы	0,19	3,05
Козы	0,12	0,26
Верблюды	1,59	0,01
Лошади	1,39	1,83
Мулы	0,76	0,0002
Ослы	0,76	0,017
Свиньи	3,94	53,04
Птица		
мясные куры, петухи	0,02	0,07
куры-несушки	0,03	4,23
цыплята	0,02	3,98
гуси	0,02	0,02
гусята	0,02	0,002
другая взрослая птица	0,045	0,06
молодняк другой птицы	0,02	0,12
Северные олени	0,369	0,48
Кролики	0,08	0,13
Пушные звери (лисы, песцы, норки)	0,68	0,49
Нутрии	0,68	0,017
Всего		145,07

Распределения выбросов  $\text{CH}_4$  от внутренней ферментации и от систем сбора, хранения и использования отходов жизнедеятельности по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2006 гг. представлены в таблице 6.7. Как следует из таблицы 6.7, почти 90 % выброса метана от кишечной ферментации обусловлено жизнедеятельностью крупного рогатого скота, который характеризуется наиболее интенсивными ферментативными процессами. В суммарные выбросы от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета, кроме крупного рогатого скота, существенный вклад вносят отходы свиноводческих ферм.

Как следует из данных таблицы 6.7, распределения выброса метана от разных категорий сельскохозяйственных животных и птицы в 1990 и 2006 годах очень близки. Исключение составляют выбросы от немолочного крупного рогатого скота, вклад которого заметно сократился (на 5 %) за исследуемый период. Это связано с более сильным снижением поголовья этих животных, чем поголовья коров, за период 1990-2006 гг.

Таблица 6.7

Распределение выброса  $\text{CH}_4$  по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2006 гг.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Выбросы $\text{CH}_4$ , %					
	Внутренняя ферментация		Системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета		Суммарные выбросы	
	1990	2006	1990	2006	1990	2006
Коровы	46,4	53,8	28,0	30,9	45,1	52,07
КРС (без коров)	40,6	35,1	28,0	22,3	39,7	34,13
Овцы	9,8	7,3	3	2,1	9,3	6,87
Козы	0,3	0,6	0,1	0,18	0,3	0,57
Верблюды	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Лошади	1,05	1,34	1,0	1,26	1,0	1,34
Мулы	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
Ослы	0,005	0,01	0,005	0,01	0,005	0,01
Свиньи	1,3	1,14	34,5	36,6	3,7	3,82
Птица						
мясные куры, петухи	0,0	0,00	0,03	0,05	0,002	0,004
куры-несушки	0,0	0,00	1,9	2,91	0,1	0,22
цыплята	0,0	0,00	2,2	2,74	0,2	0,21
гуси	0,0	0,00	0,01	0,01	0,001	0,001
гусята	0,0	0,00	0,004	0,00	0,00	0,00
другая взрослая птица	0,0	0,00	0,03	0,04	0,002	0,003
молодняк другой птицы	0,0	0,00	0,2	0,085	0,01	0,01
Северные олени	0,5	0,67	0,2	0,33	0,4	0,65
Кролики	0,04	0,04	0,08	0,09	0,04	0,05
Пушные звери (лисы, песцы, норки)	0,01	0,004	0,7	0,34	0,06	0,03
Нутрии	0,00	0,00	0,02	0,01	0,001	0,001
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

## 6.5 Выбросы N<sub>2</sub>O от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Bb)

Оценка выбросов N<sub>2</sub>O при сборе, хранении и использовании продуктов жизнедеятельности животных и птицы выполнена в соответствии с Уровнем 1 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000) с использованием уточненных национальных коэффициентов по экскреции азота, целесообразность определения которых отмечается в руководствах МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Выход азота навоза крупного рогатого скота и свиней рассчитывался с использованием рекомендаций по эффективной практике (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). При этом были определены годовое поглощение азота животными с кормом (Nintake, кг) и фракция удерживаемого азота в теле животного (Nretention). Поглощение азота рассчитывалось на основе уравнения 6.2:

$$Nintake = GE/18.4 * (CP\%/100)/6.25, \quad (6.2)$$

где: CP% – содержание сырого протеина в корме, %.

Средние значения CP для разных видов кормов КРС и свиней были определены по справочным данным (Кормовые нормы..., 1991). Исходная информация представлена в таблицах приложения 3. Средневзвешенные значения CP% определялись для каждого года инвентаризации отдельно в зависимости от конкретного соотношения разных видов кормов, израсходованных на коров, другое поголовье КРС и свиней. Рассчитанные значения CP% для 2006 года приведены в таблице 6.8.

Коэффициенты удержания азота корма в теле животных были взяты по умолчанию из таблицы 4.15 Руководства по эффективной практике (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Они равны 0,2, 0,07 и 0,3 для коров, другого поголовья КРС и свиней соответственно. Расчет экскретируемого азота (Nex) для этих животных выполнялся по уравнению 6.3:

$$Nex = Nintake * (1 - Nretention) * 365. \quad (6.3)$$

Годовые потоки азота от подкатегорий птицы определялись по “Общесоюзным нормам технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза” (ОНТП 17-81), в которых приведены средние нормы выхода и содержание азота в птичьем помете в пересчете на сухое вещество экскрементов. Выход азота для подкатегорий «другая взрослая птица» и «молодняк другой птицы» рассчитывался как средние величины по данным для взрослых уток и индеек и их молодняка соответственно.

Таблица 6.8

Средневзвешенные значения содержания сырого протеина (CP) в сухом веществе кормов КРС и свиней в 2006 году, %

Вид кормов	Категория сельскохозяйственных животных					
	Коровы		КРС (без коров)		Свиньи	
	CP%	соотношение кормов в рационе, %	CP%	соотношение кормов в рационе, %	CP%	соотношение кормов в рационе, %
Пастбищные корма	16,12	22,8	16,12	27,5		
Сочные корма	12,32	23,4	12,32	21,0	13,78	13,8
Грубые корма	13,83	30,7	13,83	31,0	13,83	0,8
Концентраты (без комбикормов)	11,61	16,3	11,61	15,2	23,51	40,2
Комбикорма	23,57	6,8	23,57	5,3	31,14	37,9
Животные корма					41,73	7,3
Средневзвешенное значение CP, %	14,20		14,24		26,32	

Величины экскретируемого азота за год северными оленями, кроликами и пушными зверями определены на основании анализа данных инвентаризаций стран Приложения 1 (NIR Sweden, 2004; NIR Italy, 2004; NIR Denmark, 2004). Полученные данные для КРС, свиней, птицы, оленей, кроликов и пушных зверей представлены в таблице 6.9.

Полученные значения экскретируемого азота для КРС немолочного направления и свиней близки коэффициентам, рекомендуемым МГЭИК для стран Восточной Европы (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997), которые равны 50 и 20 кг/гол.\*год соответственно. Однако значение, полученное для коров, заметно превышает рекомендованный коэффициент (70 кг/гол.\*год). По-видимому, это связано с различиями в рационе коров стран Восточной Европы и России. Значения потоков азота для остальных видов сельскохозяйственных животных, не перечисленных в таблице 6.9., взяты как средние значения для Восточной Европы из Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

По результатам исследования систем сбора, хранения и утилизации навоза и помета в Российской Федерации были определены основные типы этих систем (Гитарский с соавт., 2001). Одни и те же категории животных в течение года могут содержаться с использованием различных систем сбора и хранения навоза, приведенных в Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Так, в сельскохозяйственных предприятиях, фермерских и личных хозяйствах в Российской Федерации практикуется выпас большинства видов сельскохозяйственных животных (овцы, козы, лошади, мулы и др.) в летнее время на пастбищах (18,4 % годового времени). Соответственно 81,6 % годового потока азота выделяется при хранении навоза в твердом виде. Летом в дневное время домашняя птица в частных хозяйствах также находится вне закрытых помещений и огороженных вольеров (24 % годового времени) (Гитарский с соавт., 2001). Соответственно птичий помет не собирается, а остается на местах выгула и, следовательно, может рассматриваться как «навоз на пастбищах, огороженных выгулах или загонах». Учитывая соотношение частных и государственных хозяйств в стране и численность в них птицы, была рассчитана доля помета, которая остается на местах выгула (6,5 %). Применение жидкостных систем сбора и хранения навоза возможно только при стойловом содержании животных, которое практикуется при откорме животных на мясо. В откормочных хозяйствах содержатся молодое поголовье крупного рогатого скота и свиней. Согласно проведенному исследованию (Гитарский с соавт., 2001), в среднем доля животных, содержащихся с применением жидкостных систем хранения навоза, составила 6,4 % поголовья крупного рогатого скота мясного направления продуктивности и 23,9 % – численности свиней.

Таблица 6.9

*Экскреция азота сельскохозяйственными животными и птицей в 2006 г., кг/гол.\*год*

Категории сельскохозяйственных животных и птицы	Экскреция азота, кг N/год.*год
Коровы	91,98
КРС (без коров)	55,92
Свиньи	22,98
Птица	
мясные куры и петухи	1,7
куры-несушки	1,0
цыплята	0,6
гуси	2,2
гусята	1,5
другая взрослая птица	2,1
молодняк другой птицы	1,5
Северные олени	10,0
Кролики	0,605
Пушные звери (лисы, песцы, норки, нутрии)	0,07

Количество навоза, остающееся на местах выгула КРС, определялось для каждого года отдельно в зависимости от доли пастбищных кормов в годовом рационе скота. При этом принималось, что пастбищные корма животные получают только на местах выпаса и доля пастбищных кормов в рационе соответствует доле годового времени, проведенного на пастбищах. Остальной навоз молочного рогатого скота собирается и хранится в твердом виде. Навоз немолочного рогатого скота помимо пастбищ, хранится в жидкостных системах и твердом виде, между которыми и распределялась оставшаяся величина. При пересчете учитывалось соотношение типов систем, определенное Гитарским с соавт. (2001), для немолочного рогатого скота: 6,4 : 76,4 % (жидкостные системы хранения и хранение в твердом виде соответственно).

Для кроликов и большинства пушных зверей характерно клеточное содержание, и практически весь навоз хранится в твердом виде. Учитывая специфику поведения нутрий и условия их содержания, экскременты этих животных, как правило, хранятся в жидкостных системах сбора. Полученные данные распределения экскретируемого азота по основным системам сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и птицы представлены в таблице 6.10.

Применение анаэробных систем сбора и хранения навоза, а также использование навоза в качестве топлива по всей вероятности, очень незначительно для территории Российской Федерации и в расчетах ими можно пренебречь (Гитарский с соавт., 2001). Ежедневный вывоз и внесение навоза на поля запрещено законодательством в связи с необходимостью предварительной дезинфекции навоза при хранении. Согласно (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000), величины коэффициентов выброса  $N_2O$  при применении различных систем хранения и переработки продуктов жизнедеятельности животных и птицы следующие: сбор и хранение навоза или помета в жидком виде – 0,001 кг  $N_2O-N$ /кг азота; хранение в твердом виде, а также навоз пастбищ и огороженных выпасов – 0,02 кг  $N_2O-N$ /кг азота. Выбросы закиси азота от навоза пастбищ и выпасов рассматриваются при оценке выбросов от сельскохозяйственных земель (категория 4D2).

Как показали расчеты, выбросы  $N_2O$  от систем сбора, хранения и использования навоза и помета в твердом виде и сухой массе оказывают определяющее влияние на общий выброс закиси азота от категории 4Bb (около 99 %), что обусловлено широким применением этих систем в животноводстве и птицеводстве страны. Так, в 2006 году выбросы  $N_2O$  от систем хранения в твердом виде составили 60,18 Гг, а от жидкостных систем – только 0,18 Гг.

Таблица 6.10

*Соотношение основных типов систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета для разных категорий сельскохозяйственных животных и птицы в 2006г., %.*

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Тип системы хранения навоза (помета)		
	Жидкостные	В твердом виде	Пастбища и выпасы
Коровы	0,0	77,3	22,7
КРС (без коров)	5,6	66,9	27,5
Птица	0,0	93,5	6,5
Овцы	0,0	81,6	18,4
Козы	0,0	81,6	18,4
Свиньи	23,9	76,1	0,0
Лошади	0,0	81,6	18,4
Верблюды	0,0	81,6	18,4
Мулы	0,0	81,6	18,4
Ослы	0,0	81,6	18,4
Северные олени	0,0	81,6	18,4
Кролики	0,0	100	0,0
Пушные звери (лисы, песцы, норки)	0,0	100	0,0
Нутрии	100	0,0	0,0

## 6.6 Рисоводство (4C)

В России рисовые чеки занимают относительно небольшую площадь пахотных угодий (около 0,2 %). На территории России выращивание риса преимущественно производится на полях при постоянном затоплении. Информация о посевных площадях риса в хозяйствах всех категорий за период с 1990 по 2006 гг. включительно была взята из отчетов и материалов государственной статистической отчетности за соответствующие года (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Сельское хозяйство..., 2004; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006). Значения коэффициентов для расчета выбросов метана от рисоводства соответствуют средним значениям, рекомендуемым в Руководстве по эффективной практике для Уровня 1 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). В настоящее время статистическая информация по количеству вносимых органических удобрений на рисовых чеках не собирается. Поэтому использовать масштабирующие коэффициенты в зависимости от доз удобрений (табл. 4.21., Руководящие указания по эффективной практике..., 2000) не представляется возможным. В настоящих расчетах был использован коэффициент масштабирования 2 при внесении органических добавок, приведенный в таблице 4.22 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Результаты расчета выброса  $\text{CH}_4$  с рисовых полей за период с 1990 по 2006 г. представлены в таблице 6.11.

Выбросы метана из рисовых полей в среднем оцениваются около 2,5 % от общего выброса  $\text{CH}_4$  в сельском хозяйстве. Значительное уменьшение газообразных потерь углерода в форме  $\text{CH}_4$  в течение последних лет обусловлено сокращением площади, занятой рисовыми чеками в аграрном секторе страны.

## 6.7 Прямые выбросы $\text{N}_2\text{O}$ от сельскохозяйственных земель (4D1)

В России аграрный сектор является ведущим источником антропогенного выброса  $\text{N}_2\text{O}$  в атмосферу. При этом основной вклад в общий национальный выброс  $\text{N}_2\text{O}$  (около 85 %) дают сельскохозяйственные земли, включая обрабатываемые торфяные почвы.

Таблица 6.11

*Выбросы  $\text{CH}_4$  при выращивании риса за период с 1990 по 2006 г., Гг.*

Годы	Выброс $\text{CH}_4$ , Гг
1990	114,8
1991	106,8
1992	106,0
1993	104,4
1994	77,2
1995	68,4
1996	68,8
1997	60,4
1998	58,4
1999	69,2
2000	70,0
2001	61,6
2002	59,6
2003	62,4
2004	53,2
2005	58,0
2006	65,6



Необходимые сведения об общем количестве внесенных в сельскохозяйственные земли минеральных азотных удобрений в 1994, 1995 и 1998 гг. взяты из материалов ежегодных статистических сборников (Внесение минеральных и органических удобрений..., 1995; Внесение удобрений..., 1996; 1999). Данные по внесению минеральных азотных удобрений для 2000-2002 гг. предоставлены Министерством сельского хозяйства РФ. Количество азотных удобрений, использованных в 1990, 1993 и 2003-2006 гг., были получены из отчетных материалов Росстата. Внесение азота минеральных удобрений в 1996, 1997 и 1999 было получено расчетным путем на основе статистических данных по внесению всех минеральных удобрений (Сельское хозяйство в России, 1998) и соотношения между общим количеством минеральных удобрений и использованных азотных удобрений за известные годы (в 1995 и 1998 гг.). Так, доля азотсодержащих в общем количестве минеральных удобрений в 1995 и 1998 гг. составляла в среднем около 62 % (в 2005 г. эта величина соответствовала 60 %). Величины вносимых минеральных азотных удобрений за 1991 и 1992 гг., в течение которых статистическая отчетность по удобрениям не собиралась, были получены при помощи метода графической интерполяции данных о применении удобрений за известные годы (Романовская, 2000). Ежегодное внесение азотных удобрений на разных типах почв рассчитывалось на основе данных об общем количестве вносимых азотных удобрений в стране и соотношения основных типов почв в структуре пахотных земель России. Так, доля черноземов в общей площади сельскохозяйственных почв в стране составляет 64,1 %, доля дерново-подзолистых почв – 14,7 % и на остальные типы почв приходится 21,2 % (Агропромышленный комплекс..., 1995; Распределение земельного фонда..., 1980).

Использованная в расчетах доля азота удобрений, которая теряется в виде аммиака и окислов азота (FracGASF), соответствует среднему значению, приведенному в Пересмотренных руководящих принципах МГЭИК (0,1 кг N-NH<sub>3</sub>, N-NO<sub>x</sub>/кг N удобрений) (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Расчет прямого выброса закиси азота от внесенных азотных удобрений на черноземах и дерново-подзолистых почвах выполнялся с использованием уточненных национальных коэффициентов (Romanovskaya et al., 2002), которые были получены на основе анализа данных литературы по определению газообразных потерь азота в виде N<sub>2</sub>O в полевых и лабораторных опытах на разных типах почв. С целью определения реальных доз и сроков внесения азотных удобрений в России были использованы государственная статистическая отчетность и технологические карты по возделыванию сельскохозяйственных культур (Примерные технологические карты..., 1965; Смирнов, 1972). На основании проведенного анализа данных (Романовская, 2000; Romanovskaya et al., 2002) определена продолжительность почвенной эмиссии N<sub>2</sub>O при однократном внесении азотсодержащих удобрений, которая составляет в среднем 140 дней. Кроме того, были рассчитаны среднесуточные величины выброса N<sub>2</sub>O для черноземов и дерново-подзолистых почв, которые составляют 0,009 и 0,017 % от внесенного азота соответственно (по данным Борисовой с соавт., 1978; Соловьева с соавт., 1988; Умарова с соавт., 1996; Christensen, 1985; Svensson et al., 1985). Коэффициенты выброса N<sub>2</sub>O от минеральных удобрений для черноземов и дерново-подзолистых почв определены умножением соответствующих значений среднесуточного выброса закиси азота и его продолжительности (140 дней) в течение первого года после внесения. Газообразные потери N<sub>2</sub>O для других типов почв определяли по коэффициенту, рекомендованному в Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). В целом, методология расчета соответствует Уровню 1b Руководства по эффективной практике МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Рассчитанные величины минеральных азотсодержащих удобрений, внесенных на черноземы, дерново-подзолистые и другие типы почв аграрного сектора страны, используемые пересчетные коэффициенты и соответствующий выброс N<sub>2</sub>O для 2006 года приведены в таблице 6.12.

Таблица 6.12

*Внесение минеральных азотных удобрений, коэффициенты выброса и выброс N<sub>2</sub>O  
от минеральных азотных удобрений в 2006 г.*

	Черноземы	Дерново- подзолистые почвы	Другие типы почв
Внесение минеральных азотных удобрений <sup>1)</sup> , тыс. тонн N	586,30	134,46	193,91
Коэффициенты выброса, кг N-N <sub>2</sub> O/кг N внесенных удобрений	0,0126 <sup>2)</sup>	0,0238 <sup>3)</sup>	0,0125 <sup>2)</sup>
Выбросы N-N <sub>2</sub> O, Гг	6,65	2,88	2,18

<sup>1)</sup> данные по внесению минеральных удобрений приведены без учета потерь N с эмиссиями аммиака и окислов азота;

<sup>2)</sup> национальные коэффициенты (Романовская, 2000; Romanovskaya et al., 2002);

<sup>3)</sup> коэффициент, рекомендованный МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Рассчитанное значение национального коэффициента потерь N<sub>2</sub>O для черноземов близко к величине МГЭИК, в то время как коэффициент выброса для дерново-подзолистых почв заметно выше. Это можно объяснить различиями в свойствах исследуемых почв, которые оказывают определяющее действие на интенсивность эмиссии закиси азота. Высокая влажность, сильная кислотность и недостаточная аэрация дерново-подзолистых почв может обуславливать повышенную эмиссию N<sub>2</sub>O (Куракова и Умаров, 1984; Макаров, 1967; 1994; Степанов, 2000).

Оценка выброса N<sub>2</sub>O при внесении органических удобрений выполнена в соответствии с методикой МГЭИК (Уровень 1) на основании данных о поголовье сельскохозяйственных животных и птицы и количестве выделяемого ими азота (см. категорию 4Bb). Доля азота навоза, использованного в качестве топлива, принята равной нулю. Атмосферные выбросы аммиака и окислов азота от внесенных органических удобрений рассчитаны с использованием соответствующих пересчетных коэффициентов (FracGASM), приведенных в Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК (0,2 кг N-NH<sub>3</sub>, N-NO<sub>x</sub>/кг N удобрений) (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Выбросы N<sub>2</sub>O от фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями культивируемых растений (азотфиксаторов) рассматриваются в подкатегории сельскохозяйственных остатков и учтены при оценке количества азота в корнях бобовых культур. Поэтому данная подкатегория в отчетных таблицах ОФД заполнена символами «IE» («included elsewhere» – «включено в другом месте»).

Запахивание оставленных на полях пожнивных и корневых остатков сельскохозяйственных культур рассматривается как один из основных антропогенных источников атмосферного выброса закиси азота в России. Количество азота растительных остатков, поступающего в сельскохозяйственные почвы аграрного сектора, оценивалось в соответствии с разработанной национальной методикой (Романовская с соавт., 2002) на основе анализа данных литературы по оценке баланса питательных веществ в севооборотах (Левин, 1977; 1983; Ломако, 1992a; 1992b; Унежев, 1996; Чупрова, 1997). Выбор для расчетов соответствующих уравнений регрессии и коэффициентов, разработанных Левиным для определения массы азота, поступающего в почвы при минерализации растительных остатков (Левин, 1977; 1983), обоснован несколькими причинами. Во-первых, исследования Левина выполнены на основе анализа большого количества экспериментального материала на всей территории Российской Федерации. Во-вторых, данная методика учитывает летнее поступление отмирающей биомассы растений, которое по некоторым оценкам составляет от 60 до 80 % общего количества не утилизируемой мортмассы (Чупрова, 1997). Ниже представлен общий вид уравнений, используемых в расчетах:

$$Ab \text{ или } Un = \sum_i ((a_i Y_i + b_i) * N_i) * S_i, \quad (6.4.)$$

где:

$Ab$  – масса азота, поступающего в почву при разложении поверхностных ( $Un$  – корневых) остатков культурных растений определенного вида  $i$  (кг N);  $Y_i$  – урожайность основной продукции данной культуры (ц сух. в-ва/га);  $a_i$  и  $b_i$  – соответствующие коэффициенты для расчета массы поверхностных (корневых) остатков данной сельскохозяйственной культуры при определенном уровне урожайности (Левин, 1983);  $N_i$  – содержание азота в поверхностных (корневых) остатках данной культуры (кг N/кг сух. массы) (Левин, 1977);  $S_i$  – посевная площадь данного вида растений (га).

Азот поверхностных ( $Ab$ ) и корневых ( $Un$ ) остатков всех культур суммируются за каждый год. Полученная величина используется для расчета выброса  $N_2O$  почв при минерализации растительных остатков. В обобщенном виде разработанная система уравнений для расчета количества азота, поступающего в почву с растительными остатками сельскохозяйственных культур, и последующего выброса закиси азота (Romanovskaya et al., 2004), представлена в таблице 6.13. Точность расчетов по этим данным составляет  $\pm 10\%$ .

Статистические данные по валовому сбору основной продукции и посевным площадям культурных растений приведены в Приложении 3 (таблица П.3.3) настоящего Доклада. Урожайность растений рассчитана как частное от деления величины валового сбора на посевную площадь культуры.

Для тех культурных растений, по которым не разработано видоспецифичных уравнений регрессии и коэффициентов, были использованы параметры наиболее биологически сходных видов (Вехов с соавт., 1978). Так, растительные остатки риса рассчитывались по просу, рапс и горчица – по однолетним травам, а соя – по гороху.

Исходные данные по урожайности и посевным площадям культурных растений взяты из статистических справочников и отчетов Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Сельское хозяйство..., 2004; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006). Оценка прямого выброса закиси азота от вносимых органических удобрений и запахивания растительных остатков производилась с использованием коэффициента, рекомендованного Пересмотренными Руководящими принципами МГЭИК –  $0,0125 \text{ кг } N-N_2O/\text{кг } N$  (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Ежегодные статистические данные по площадям обрабатываемых органогенных почв в стране отсутствуют. Поэтому их площадь была определена расчетным путем на основании общей ежегодной культивируемой площади в стране (сумма пашни, пара и многолетних насаждений) и доле торфянистых и торфяных почв в сельскохозяйственных угодьях России, которая составляет около  $1,5\%$  (Распределение земельного фонда..., 1980). Используемый коэффициент выброса закиси азота соответствует  $8 \text{ кг } N_2O-N/\text{га}/\text{год}$  (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Рассчитанные площади органогенных почв и соответствующий выброс  $N_2O$  с них приведены в таблице 6.14.

На рисунке 6.2 показаны выбросы  $N_2O$  при использовании минеральных удобрений, разложении растительных остатков, оставленных на полях, включая остатки азотфиксирующих растений, от органических удобрений, а также культивации органогенных почв в течение периода 1990-2006 гг.

При резком снижении объемов вносимых минеральных удобрений и сокращении поголовья сельскохозяйственных животных минерализация растительных (пожнивных и корневых) остатков обуславливает от 40 (в 1990 г.) до 59 % (в 2006 г.) ежегодного поступления антропогенного азота в сельскохозяйственные земли и является ведущим источником выброса закиси азота в аграрном секторе России. Так в 1990 г. использование азотных удобрений определило поступление в атмосферу около  $83 \text{ Гг } N_2O$ . В 2006 г. эта величина составила чуть более 22 % от уровня 1990 г. ( $18,4 \text{ Гг}$ ) и доля минеральных удобрений в прямых выбросах  $N_2O$  сократилась от 26 до 11 % за период с 1990 по 2006 г. Вклад органических удобрений (навоза и помета) и органогенных земель в течение исследуемого периода составляет 19-25 % и 8-11 % общего прямого выброса  $N_2O$  от сельскохозяйственных земель страны соответственно.

Таблица 6.13

Уравнения для расчета количества азота, поступающего в почвы с растительными остатками

Культура	Урожайность, ц/га	Азот, поступающий с	
		поверхностными остатками ( $Ab$ )	корнями ( $Un$ )
озимая рожь	10-25 26-40	$= (0,3 \cdot Y + 3,2) \cdot 0,45 / 100$ $= (0,2 \cdot Y + 6,3) \cdot 0,45 / 100$	$= (0,6 \cdot Y + 8,9) \cdot 0,75 / 100$ $= (0,6 \cdot Y + 13,9) \cdot 0,75 / 100$
озимая пшеница	10-25 26-40	$= (0,4 \cdot Y + 2,6) \cdot 0,45 / 100$ $= (0,1 \cdot Y + 8,9) \cdot 0,45 / 100$	$= (0,9 \cdot Y + 5,8) \cdot 0,75 / 100$ $= (0,7 \cdot Y + 10) \cdot 0,75 / 100$
яровая пшеница	10-20 21-30	$= (0,4 \cdot Y + 1,8) \cdot 0,65 / 100$ $= (0,2 \cdot Y + 5,4) \cdot 0,65 / 100$	$= (0,7 \cdot Y + 10,2) \cdot 0,8 / 100$ $= (0,8 \cdot Y + 6) \cdot 0,8 / 100$
ячмень	10-20 21-35	$= (0,4 \cdot Y + 1,8) \cdot 0,5 / 100$ $= (0,09 \cdot Y + 7,6) \cdot 0,5 / 100$	$= (0,8 \cdot Y + 6,5) \cdot 1,2 / 100$ $= (0,4 \cdot Y + 13,45) \cdot 1,2 / 100$
овес	10-20 21-35	$= (0,3 \cdot Y + 3,2) \cdot 0,6 / 100$ $= (0,15 \cdot Y + 6,12) \cdot 0,6 / 100$	$= (1 \cdot Y + 2) \cdot 0,75 / 100$ $= (0,4 \cdot Y + 16) \cdot 0,75 / 100$
просо	5-20 21-30	$= (0,2 \cdot Y + 5) \cdot 0,5 / 100$ $= (0,3 \cdot Y + 3,3) \cdot 0,5 / 100$	$= (0,8 \cdot Y + 7) \cdot 0,75 / 100$ $= (0,56 \cdot Y + 11,2) \cdot 0,75 / 100$
кукуруза на зерно	10-35	$= (0,23 \cdot Y + 3,5) \cdot 0,75 / 100$	$= (0,8 \cdot Y + 5,8) \cdot 1 / 100$
горох	5-20 21-30	$= (0,14 \cdot Y + 3,5) \cdot 1,25 / 100$ $= (0,2 \cdot Y + 1,7) \cdot 1,25 / 100$	$= (0,66 \cdot Y + 7,5) \cdot 1,7 / 100$ $= (0,37 \cdot Y + 12,9) \cdot 1,7 / 100$
гречиха	5-15 16-30	$= (0,25 \cdot Y + 4,3) \cdot 0,8 / 100$ $= (0,2 \cdot Y + 5,2) \cdot 0,8 / 100$	$= (1,1 \cdot Y + 5,3) \cdot 0,85 / 100$ $= (0,54 \cdot Y + 14,1) \cdot 0,85 / 100$
подсолнечник	8-30	$= (0,4 \cdot Y + 3,1) \cdot 1,4 / 100$	$= (1 \cdot Y + 6,6) \cdot 1,2 / 100$
картофель	50-200 201-350	$= (0,04 \cdot Y + 1) \cdot 1,8 / 100$ $= (0,03 \cdot Y + 4,1) \cdot 1,8 / 100$	$= (0,08 \cdot Y + 4) \cdot 1,2 / 100$ $= (0,06 \cdot Y + 8,6) \cdot 1,2 / 100$
сахарная свекла	100-200 201-400	$= (0,003 \cdot Y + 2,5) \cdot 1,4 / 100$ $= (0,02 \cdot Y + 0,8) \cdot 1,4 / 100$	$= (0,06 \cdot Y + 5,45) \cdot 1,2 / 100$ $= (0,07 \cdot Y + 3,5) \cdot 1,2 / 100$
овощи	50-200 201-400	$= (0,02 \cdot Y + 1,5) \cdot 0,35 / 100$ $= (0,006 \cdot Y + 3,6) \cdot 0,35 / 100$	$= (0,06 \cdot Y + 5) \cdot 1 / 100$ $= (0,04 \cdot Y + 6) \cdot 1 / 100$
кормовые корнеплоды	50-200 201-400	$= (0,003 \cdot Y + 2,4) \cdot 1,3 / 100$ $= (0,01 \cdot Y + 1) \cdot 1,3 / 100$	$= (0,05 \cdot Y + 5,2) \cdot 1 / 100$ $= (0,05 \cdot Y + 5,5) \cdot 1 / 100$
лен	3-10	$= (1,3 \cdot Y + 9,4) \cdot 0,8 / 100$	
конопля	3-10	$= (2,2 \cdot Y + 9,1) \cdot 0,5 / 100$	
силосные	100-200	$= (0,03 \cdot Y + 3,6) \cdot 0,8 / 100$	$= (0,12 \cdot Y + 8,7) \cdot 1,2 / 100$
кукуруза на силос	100-200 201-350	$= (0,03 \cdot Y + 3,6) \cdot 0,8 / 100$ $= (0,02 \cdot Y + 5) \cdot 0,8 / 100$	$= (0,12 \cdot Y + 8,7) \cdot 1,2 / 100$ $= (0,08 \cdot Y + 16,2) \cdot 1,2 / 100$
однолетние травы	10-40	$= (0,13 \cdot Y + 6) \cdot 1,1 / 100$	$= (0,7 \cdot Y + 7,5) \cdot 1,2 / 100$
многолетние травы	10-35 36-60	$= (0,2 \cdot Y + 6) \cdot 1,9 / 100$ $= (0,1 \cdot Y + 10) \cdot 1,9 / 100$	$= (0,8 \cdot Y + 11) \cdot 2,1 / 100$ $= (1 \cdot Y + 15) \cdot 2,1 / 100$

Таблица 6.14

Площади органогенных почв и выброс  $N_2O$  с их территории за период с 1990 по 2006гг., Гг.

Годы	Сумма посевных площадей, пара и многолетних насаждений, тыс. га	Площадь органогенных почв, га	Выброс $N_2O$ , Гг
1990	132532,4	1987986	24,99
1991	131210,6	1968159	24,74
1992	128630,6	1929459	24,26
1993	126339,4	1895091	23,82
1994	123324,5	1849868	23,26
1995	120962,4	1814436	22,81
1996	118416,9	1776254	22,33
1997	115344,1	1730162	21,75
1998	111211,7	1668176	20,97
1999	106895,0	1603425	20,16
2000	104448,1	1566722	19,70
2001	103222,4	1548336	19,46
2002	101859,1	1527887	19,21
2003	96901,0	1453515	18,27
2004	95756,8	1436352	18,06
2005	93327,1	1399906	17,60
2006	91883,5	1378253	17,33

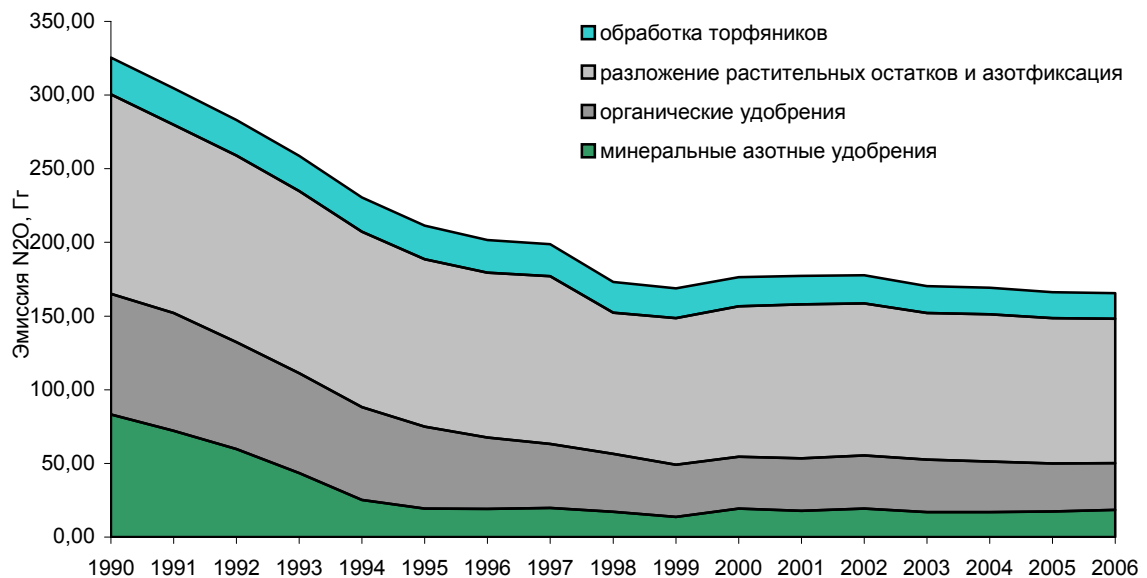


Рис. 6.2. Прямой выброс  $N_2O$  от сельскохозяйственных земель РФ в период 1990-2006 гг.

## 6.8 Навоз пастбищ и огороженных выпасов (4D2)

Расчет выбросов закиси азота при содержании сельскохозяйственных животных на пастбищах и огороженных выпасах выполнен на основе данных по суммарной массе азота, произведенного животными при выпасе и птицей за год, определенных в категории 4Bb. Значение коэффициента выброса закиси азота для данной системы сбора, хранения и использования навоза соответствует величине, рекомендованной в методиках МГЭИК – 0,02 кг N-N<sub>2</sub>O/кг N (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). В 2006 году выброс N<sub>2</sub>O с территории пастбищ и огороженных выпасов составил 14,7 Гг N<sub>2</sub>O.

## 6.9 Косвенный выброс N<sub>2</sub>O от сельскохозяйственных земель (4D3)

При расчете общего выброса закиси азота в аграрном секторе России учитывался также выброс N<sub>2</sub>O, образованный в результате вторичных превращений антропогенных азотных соединений (при вымывании и выносе азота с полей, а также при атмосферных выпадениях азотсодержащих веществ – NO<sub>x</sub> и NH<sub>3</sub>).

Расчет косвенного выброса закиси азота при атмосферных выпадениях NH<sub>3</sub> и NO<sub>x</sub> и вымывании соединений азота из почв производится на основе сведений об общем количестве минеральных азотных удобрений (раздел 6.6, категория 4D1) и количестве экскретируемого за год сельскохозяйственными животными и птицей азота навоза и помета (раздел 6.4, категория 4Bb). Средние значения коэффициентов выброса N<sub>2</sub>O, образующегося при данных процессах, взяты из Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК – 0,01 кг N-N<sub>2</sub>O/кг N эмиссий NH<sub>3</sub> и NO<sub>x</sub> и 0,025 кг N-N<sub>2</sub>O/кг вымываемого из почвы N (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Доля азота, которая теряется с поверхностным и внутрипочвенным стоком из сельскохозяйственных почв равна 30 % (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Полученные величины косвенного выброса закиси азота в 2006 году составляют 9,27 Гг N<sub>2</sub>O от атмосферных выпадений и 40,16 Гг N<sub>2</sub>O в результате вымывания соединений азота из почв.

## 6.10 Неопределенность оценок выбросов

Расчет неопределенности инвентаризации в сельскохозяйственном секторе выполнялся в соответствии с Уровнем 2 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000) по методу Монте-Карло по данным инвентаризации 2004 года. Его результаты представлены в таблице 6.15. Для расчета было использовано программное обеспечение SimLab. Точность выполненной инвентаризации определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Основная исходная информация бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5 %).

Переводные коэффициенты, использованные в расчетах, были взяты из методик МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Для пересчетных коэффициентов и параметров по умолчанию были использованы рекомендованные в методиках доверительные интервалы. Неопределенность национальных параметров, использованных при оценке выбросов от КРС и свиней в категориях 4А и 4В по Уровню 2, были математически рассчитаны по данным, представленным в приложении 3. Доверительный интервал для значений MCF взят из материалов обзора литературы для Руководящих принципов МГЭИК 2006г. (IPCC, 2006; Mangino et al., 2001; Moller et al., 2004; Zeeman, 1994; Safley et al., 1992; Amon et al., 1998). Точность определения соотношения разных систем сбора, хранения и использования навоза и помета в стране принята равной  $\pm 10$  %. Для коэффициентов, взятых из данных инвентаризаций других стран Приложения 1 для оленей, кроликов и пушных зверей, принята точность равная доверительным интервалам соответствующих параметров по умолчанию. Неопределенности фракций выбросов аммиака и окислов азота от минеральных и органических удобрений – FracGASF и FracGASM были взяты из Руководящих принципов МГЭИК 2006 г. (IPCC, 2006). Разработанные национальные пересчетные коэффициенты

выброса  $N_2O$  от минеральных азотных удобрений имеют неопределенность  $-95/+150\%$  (Романовская, 2000). Точность оценки азота растительных остатков рассчитывалась последовательно для каждого вида растений отдельно для поверхностных и корневых остатков. Затем находили неопределенность суммы. Ошибка в определении доли органогенных почв в стране экспертно оценивается как достаточно высокая и находится в пределах  $\pm 50\%$ . Кроме того, точность коэффициента выброса  $N_2O$  при культивации органогенных почв имеет самую большую неопределенность ( $-88/+900\%$ ) (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Поэтому стандартное отклонение по категории 4D1.5 (Обработка органогенных почв) наибольшее.

В выполненных расчетах были учтены корреляции между выбросами метана (4Ba) и закиси азота (4Bb) от систем хранения навоза и помета, внутренней ферментацией (4A), органическими удобрениями (4D1.2), навозом пастбищ и выпасов (4D2), а также косвенным выбросом  $N_2O$  (4D3). Корреляция между выбросами закиси азота от атмосферных выпадений (4D3.1) и вымывания (4D3.2) составляет 0,99. Кроме того, при нахождении суммарной неопределенности была учтена корреляция между выбросами от минеральных удобрений (4D1.1) и косвенными выбросами закиси азота от почв (4D3).

Величина неопределенности данных инвентаризации оценивается 95 % доверительным интервалом, а не стандартным отклонением (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Поэтому на основании данных таблицы 6.14. для величины суммарных выбросов от сельского хозяйства был рассчитан доверительный интервал, который составляет  $\pm 51\,867$  Гг  $CO_2$ -экв. или 37,1 %. Таким образом, можно считать, что точность (неопределенность) полученных оценок по инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве составляет 37 % (Романовская, 2007).

Таблица 6.15

Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов  
в сельском хозяйстве России в 2004 г.

Категория источника	Выброс парниковых газов, $CO_2$ -экв., Гг	Стандартное отклонение	
		$CO_2$ -экв., Гг	%
4А Внутренняя ферментация	41 573,03	2 746,8	6,6
4В Системы сбора, хранения и утилизации навоза и помета	23 660,84	5 278,5	22,3
4Ba выбросы $CH_4$	3 463,31	236,1	6,8
4Bb выбросы $N_2O$	20 197,54	5 126,1	25,4
4С Рисоводство	1 117,2	373,5	33,4
4D1 Прямые выбросы $N_2O$ от почв			
4D1.1 Минеральные удобрения	5 228,07	699,3	25,4
4D1.2 Органические удобрения	10 686,0	3 378,3	31,6
4D1.4 Растительные остатки	30 946,07	9 119,8	29,5
4D1.5 Обработка органогенных почв	5 597,59	16 888,7	301,7
4D2 Навоз пастбищ и выпасов	5 010,12	1 360,4	27,1
4D3 Косвенный выброс $N_2O$	16 002,54	4 723,4	29,5
Всего	139 821,46	26 010,9	18,6

## 6.11 Обеспечение и контроль качества

*Минеральные удобрения.* В ответ на замечание группы экспертов по проверке Национального кадастра выбросов парниковых газов, поданного РФ в 2006 году, нами был проведен контроль качества данных о внесении минеральных удобрений в почвы в соответствии с Уровнем 2 Руководящих указаний по эффективной практике (2000). В связи с тем, что тренд данных по внесению, которые использованы в кадастре, показывает резкий спад количества вносимых удобрений, а тренд их производства, напротив, увеличивается в течение отчетного периода, возникла необходимость подтверждения надежности используемых данных.

Для выполнения контроля качества исходных данных Росстатом были предоставлены балансы минеральных удобрений в России за 1999-2005 гг. в расчете на 100 % действующего вещества. Данные по производству, экспорту и импорту минеральных удобрений за предыдущие года были взяты из статистических ежегодников Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995, 1998). Данные по экспорту и импорту удобрений в течение периода с 1994 по 1998 года приведены в ежегодниках в единицах общей массы удобрений (млн. тонн). Статистическая информация по экспорту и импорту минеральных удобрений со странами СНГ в 1992 и 1993 годах дана в расчете на 100 % активного вещества, в то время как торговля со странами дальнего зарубежья приведена в расчете на общую массу удобрений. Кроме того, следует отметить, что статистика по хранению удобрений в России не собирается.

Основываясь на известных данных для 1999-2006 гг. мы рассчитали средний коэффициент для перевода единиц общей массы экспортируемых и импортируемых удобрений в массу 100 % действующего вещества. Для экспортируемых удобрений этот коэффициент равен 2,0122, для импортируемых – 2,0036. Используя полученные величины, нами были рассчитаны массы экспорта и импорта удобрений в 1992-1998 гг. в сопоставимых единицах.

Для каждого года периода 1990-2006 гг. была рассчитана следующая величина в расчете на 100 % действующего вещества:

$$Bal = \text{Производство удобрений} - \text{экспорт удобрений} + \text{импорт удобрений} \quad (6.5)$$

Полученные значения «*Bal*» представляют собой оценку ежегодных продаж минеральных удобрений на внутреннем рынке России, включая продажу для промышленных потребителей и для сельского хозяйства.

На рисунке 6.3 приведены тренды производства минеральных удобрений, данные по внесению удобрений в сельском хозяйстве (величины за 1991 и 1992 годы получены методом интерполяции), а также рассчитанное значение «*Bal*».

Как следует из рисунка 6.3. тренд рассчитанной величины продаж удобрений на внутреннем рынке соответствует тренду снижения данных по внесению удобрений в сельскохозяйственные земли. Таким образом, используемые в кадастре исходные данные по объемам вносимых минеральных удобрений подтверждаются выполненной проверкой.

Следует отметить, что в последние годы, начиная с 1997г., внутренние продажи значительно превышают количество внесенных удобрений (тренды 2 и 3). Это может объясняться высокими ценами на минеральные удобрения и низкую покупательную способность сельскохозяйственных производителей в России. Поэтому примерно половина объема внутренних продаж поступает к промышленным потребителям для химического производства (например, производство КОН, КСlO<sub>3</sub>, КСlO<sub>4</sub>, КNO<sub>3</sub> из КСl; производство взрывчатых веществ из нитрата аммония).

*Растительные остатки.* В настоящем кадастре для оценки количества азота растительных остатков, который является ведущим источником прямой эмиссии N<sub>2</sub>O от почв, разработана национальная методика (раздел 6.7). Для контроля качества выполненных расчетов нами было проведено сравнение с оценками, выполненными в соответствии с методикой по умолчанию МГЭИК 1997 г. (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997) и методикой МГЭИК 2006 года (IPCC, 2006). Результаты расчетов приведены на рисунке 6.4.



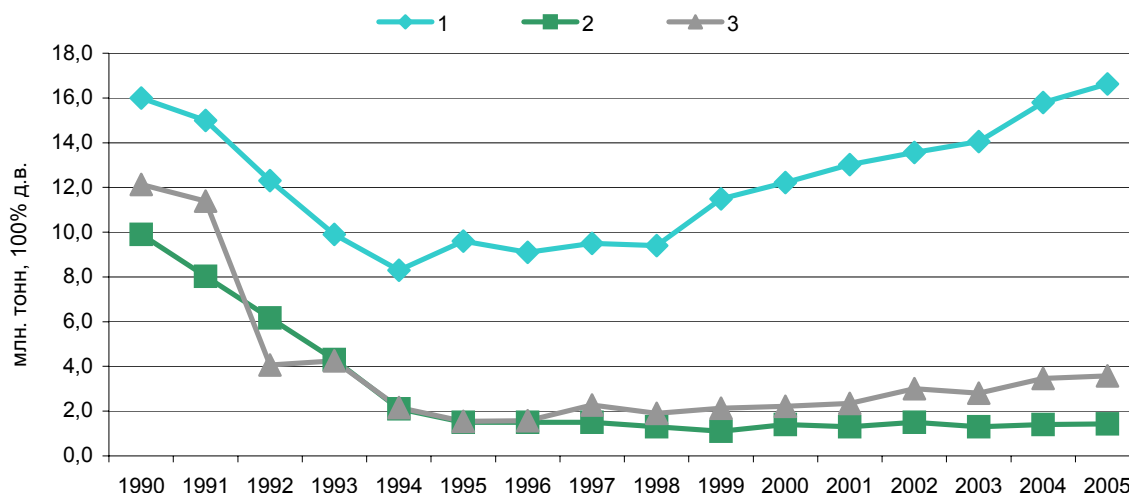


Рис. 6.3. Производство, внесение и продажи минеральных удобрений на внутреннем рынке РФ в период 1990-2005 гг., где 1- производство удобрений; 2- внесение удобрений под посевы; 3- величина «Bal» (отражает продажи удобрений на внутреннем рынке РФ)

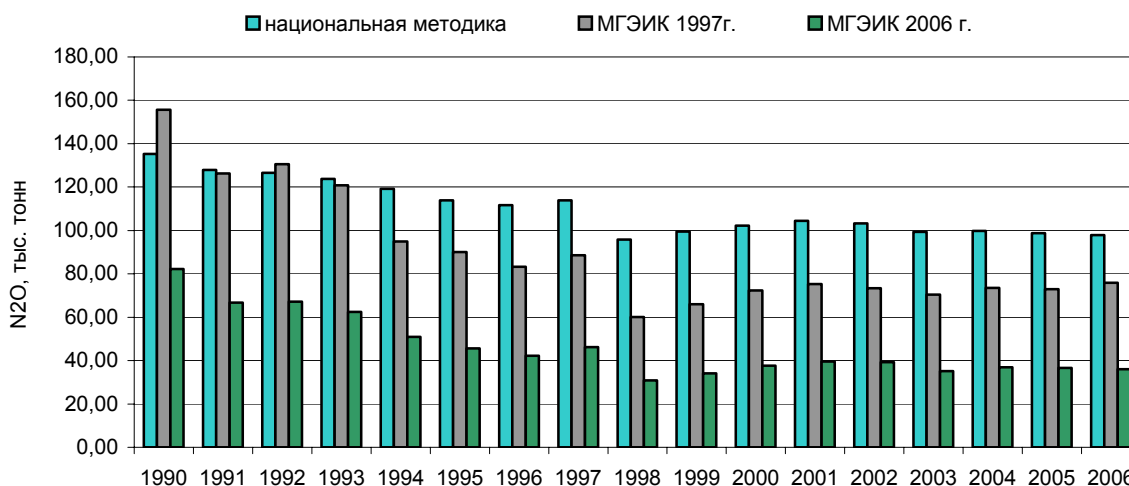


Рис. 6.4. Сравнение оценок выброса  $N_2O$  от азота растительных остатков по методике МГЭИК 1997 года, по Уровню 2 методике МГЭИК 2006 года и по национальной методологии

Как следует из рисунка 6.4, оценки выброса  $N_2O$  от азота растительных остатков, выполненные по национальной методологии для 1990 г., ниже оценок, полученных по методике МГЭИК 1997г.; близки к ним в течение периода с 1991 по 1993 гг. и выше для всех остальных лет. Тренды выбросов, рассчитанные по этим методологиям, также несколько различны. По методике МГЭИК 1997г. снижение объема выброса закиси азота в течение 1990-2006 гг. (на 51 %) полностью соответствует тренду сокращения общего сбора валовой продукции в стране (51 %). Оценки, выполненные в соответствии с национальной методикой, показывают поступление в почвы более стабильного количества растительных остатков в течение рассматриваемого периода. С 1990 по 2006 гг. посевные площади в стране сократились на 24,5 %. Расчетный выброс  $N_2O$  по национальной методике упал за этот период несколько больше – на 27,6 %, что обусловлено также некоторым уменьшением урожайности растений. Известно, что количество растительных остатков находится в прямой зависимости от посевных площадей, однако уровень урожайности также оказывает свое воздействие. При низкой урожайности абсолютная масса растительных остатков сокращается, но отношение остатков к урожаю основной продукции растет (Romanovskaya et al., 2004). Именно этот аспект объясняет значительные различия в оценках, выполненных

по национальной методике и Уровню 2 методики МГЭИК 2006 г. Хотя в последнем случае также применяются регрессионные уравнения, основанные на урожайности культурных растений, однако, в отличие от национальной методологии, не разработаны уравнения, соответствующие разному уровню урожайности. Пересчетные коэффициенты уравнений для методики МГЭИК 2006 г. были разработаны по данным США на основе урожайности культур в 2, иногда в 3 раза превышающей современный уровень урожайности в России, и, следовательно, эти коэффициенты занижают отношение остатков к урожаю основной продукции для условий нашей страны. Именно поэтому, оценка количества растительных остатков при низком уровне урожайности с использованием уравнений для высокой урожайности дает систематически неверные (заниженные) результаты (рис. 6.4).

Следует также отметить, что оба метода, рекомендуемые МГЭИК (1997 и 2006 гг.), имеют ряд обобщений в целях упрощения расчетов. Так в методике 1997 г. оценки растительных остатков проводятся только по двум группам культурных растений: азотфиксирующим и не фиксирующим азот растениям. В методике 2006 г. МГЭИК ввела большее количество групп растений, и даже для нескольких видов разработаны специализированные уравнения регрессии. Однако только национальная методология оценки характеризуется наиболее полным видоспецифичным списком уравнений регрессии, которые также разработаны для разных уровней урожайности. Кроме того, разработанные конверсионные коэффициенты адаптированы к условиям ведения сельскохозяйственной деятельности в России, т.е. применению характерных методов и сроков сбора урожая, использованию на полях российской сельхоз техники, проводящей срез стерни на определенной высоте. Таким образом, оценка азота растительных остатков, выполненная по разработанной национальной методике характеризуется наиболее репрезентативными и надежными результатами, которые и были использованы в кадастре.

## 6.12 Пересчеты и планируемые усовершенствования

В настоящем кадастре не выполнялось пересчетов эмиссий парниковых газов от сельского хозяйства за 1990-2005 гг.

В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке кадастра парниковых газов, подданного РФ в 2006 году, структура раздела в секторе сельского хозяйства Национального доклада о кадастре была усовершенствована. Был добавлен подраздел с описанием методологии сбора данных о деятельности (подраздел 6.2.), выполнен и представлен контроль качества некоторых данных кадастра в соответствии с уровнем 2 Руководящих указаний по эффективной практике (2000) (подраздел 6.11). Также в ответ на замечания экспертов в приложении 3 настоящего доклада приведены посевные площади и валовые сборы культурных растений, использованные при составлении кадастра.

В будущем усовершенствование инвентаризации выброса закиси азота в сельском хозяйстве может потребовать:

- включения в расчет азота подстилки, вносимой с навозом и пометом на поля, а также азота торфа, используемого в качестве органического удобрения;
- разработки национального пересчетного коэффициента по количеству вымываемого азота из почв;
- определения количества дополнительно минерализованного азота почв в результате антропогенного воздействия на них;
- определения азота атмосферных выбросов  $\text{NH}_3$  и  $\text{NO}_x$  от систем сбора, хранения и использования навоза и помета в стране;
- дальнейшего развития методов контроля качества в секторе сельского хозяйства в соответствии с рекомендациями Руководящих указаний по эффективной практике (2000).

Кроме того, рассматривается возможность применения метода математического моделирования при оценке эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$  от почв, как это рекомендовано группой экспертов при проверке кадастра РФ, поданного в 2006 году.

## Литература и источники данных

1. Агропромышленный комплекс России: ресурсы, продукция, экономика. Стат. сборник, Новосибирск, РАСХН, 1995, т.1, 260 стр.
2. Борисова Н.И., Бурцева С.Н., Родионов В.Н., Семенов Ю.И. Влияние влажности почвы на газообразные потери азота в результате денитрификации. Бюллетень Почвенного Института им В.В. Докучаева, 1978, вып. XIX, с. 73-78.
3. Вехов В.Н., Губанов И.А., Лебедева Г.Ф.. Культурные растения СССР. Отв. ред. Т.А. Работнов. Москва, Мысль, 1978, 336 стр.
4. Внесение минеральных и органических удобрений под урожай 1994 года. Москва. Госкомстат России, 1995, 66 стр.
5. Внесение удобрений под урожай 1995 года и проведение работ по химической мелиорации земель. Москва. Госкомстат России, 1996, 80 стр.
6. Внесение удобрений под урожай 1998 года и проведение работ по химической мелиорации земель. Москва. Госкомстат России, 1999, 81 стр.
7. Гитарский М.Л., Лоджун Ж.Н., Нахутин А.И., Савин В.А., Карабань Р.Т., Алексахин Р.М., Назаров И.М. Эмиссия парниковых газов от сельскохозяйственных животных и птицы в аграрном секторе России. Сельскохозяйственная биология, 2001, 6, с. 73-79.
8. Кормовые нормы и состав кормов: Справочное пособие. Под ред. А.П. Шпакова, В.К. Назарова, И.Л. Певзнера и др. Минск, Ураджай, 1991, 384 стр.
9. Куракова Н.Г., Умаров М.М. Роль денитрификации в азотном балансе почв. Агрохимия, 1984, 5, с. 118-129.
10. Левин Ф.И. Вопросы окультуривания, деградации и повышения плодородия пахотных почв. М., МГУ, 1983, 93 стр.
11. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. Агрохимия, 1977, № 8, с. 36-42.
12. Ломако, 1992а. Ломако Е.И. К методике оценки хозяйственного баланса азота в посевах многолетних трав. В сб.: Материалы юбилейной научной конференции Казанского сельскохозяйственного института, 1 часть, Казань, Татарское книжное издание, 1992, с. 91-94.
13. Ломако, 1992б. Ломако Е.И. Определение количества растительных остатков в посевах полевых культур по урожаю основной продукции. В сб.: Материалы юбилейной научной конференции Казанского сельскохозяйственного института, 1 часть, Казань, Татарское книжное издание, 1992, с. 89-91.
14. Макаров Б.Н. Влияние некоторых факторов на выделение азота из почвы. Агрохимия, 1967, 10, с. 85-90.
15. Макаров Б.Н. Газообразные потери азота почвы и удобрений и приемы их снижения. Агрохимия, 1994, 1, с. 101-114.
16. ОНТП 17-81. Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (ОНТП 17-81). Москва, Колос, 1983, 32 стр.
17. Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. IPCC-OECD-IEA. Париж. 1997.
18. Примерные технологические карты по возделыванию сельскохозяйственных культур. Ленинград, Лениздат, 1965, 228 стр.
19. Распределение земельного фонда с.х. угодий РСФСР по группам почв. Москва: Минсельхоз РСФСР, Россельхозхимия, Главное управление землепользования и землеустройства, ВНИИ и проектно-технологический институт химизации с.х. 1980. 107 стр.
20. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. Москва, РАСХН, 1998, 375 стр.
21. Романовская А.А. Антропогенная эмиссия закиси азота сельскохозяйственными землями России. Автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Москва, 2000, 19 стр.

22. Романовская А.А. Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России. В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2007 (в печати).
23. Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Оценка эмиссии N<sub>2</sub>O от не утилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. // В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. СПб: Гидрометеиздат. 2002. т. 18. с.276-286.
24. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат РФ, 2005, 679 с.
25. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат РФ, 2006, -600 с.
26. Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК-ИГЭС-ОЭСР-МЭА. 2000.
27. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1995, 503 стр.
28. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1998, 448 стр.
29. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 2000, 414 стр.
30. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. Москва: Госкомстат России. 2002. 448 с.
31. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник, Москва, Росстат, 2004, 478 стр.
32. Смирнов В.А. Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур. Основные сельскохозяйственные культуры и кормовые угодья. Ленинград, ВНИИ кибернетики МСХ СССР, Сев.- Зап. НИИ с/х МСХ РСФСР, 1972, 246 стр.
33. Соловьев Г.А., Большева Т.Н., Куракова Н.Г., Степанов А.Л., Шабаев В.П., Умаров М.М. Оптимизация азотного баланса дерново-подзолистой почвы при внесении различных форм и доз азотных удобрений В кн.: Оптимизация водного и азотного режимов почвы, Москва, МГУ, 1988, с.139-149.
34. Степанов А.Л. Микробная трансформация закиси азота в почвах. Москва, автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, 2000, 49 стр.
35. Третье национальное сообщение Российской Федерации. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, Москва, 2002, 158 стр.
36. Умаров М.М., Шабаев В.П., Степанов А.Л., Большева Т.Н. Азотфиксирующая и денитрифицирующая активность серой лесной почвы и трансформация азота при внесении азотных удобрений Агрохимия, 1996, 2, с.3-10.
37. Унежев Х.М. Количество органических остатков у разных видов многолетних бобовых трав в горной зоне Северного Кавказа. В сб.: Тезисы докладов 4 международной научной конференции СОИСАФ «Биологический азот в растениеводстве». М., 1996, с.99-100.
38. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. Красноярск, Красноярский Государственный Университет, 1997, 165с.
39. Amon, B. Th. Amon, J. Boxberger, and A. Pollinger. Emissions of NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, and CH<sub>4</sub> from composted and anaerobically stored farmyard manure. In Martinez J, Maudet M-N (eds) Ramiran 98, Proc. 8th Int. Conf. on the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture. Rennes, France. 1998. pp. 209-216
40. Christensen S. N<sub>2</sub>O- formation during soil cropping/ Denitrification in the nitrogen cycle, New York and London, Plenum press, 1985, pp.135-144.
41. IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for national Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.) IGES. Japan. 2006.
42. Mangino, J., D. Bartram, and A. Brazy. Development of a Methane Conversion Factor to Estimate Emissions from Animal Waste Lagoons. Presented at U.S. EPA's 17th Annual Emission Inventory Conference, Atlanta GA, April 16-18, 2002.

43. Moller, H. B., S. G. Sommer, and B. Ahring. Biological Degradation and Greenhouse Gas Emissions during Pre-Storage of Liquid Animal Manure. *Journal of Environmental Quality*, 2004, 33: pp. 27-36.
44. NIR Denmark, 2004. Denmark's national inventory report 2004. Ministry of the Environment, Denmark, National Environmental Research Institute. 2004. 135 p.
45. NIR Finland, 2004. Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2002. National inventory report. Ministry of Environment. 2004. 97 p.
46. NIR Italy, 2004. Italian greenhouse gas inventory 1990-2002. National inventory report 2004. Agency for the Protection of the Environment and for Technical Services. Italy, 2004. 151 p.
47. NIR Norway, 2004. National inventory report 2004. Norway. Norwegian Pollution Control Authority (SFT), Norwegian Ministry of Environment. 2004. 189 p.
48. NIR Portugal, 2004. Portuguese national inventory report on greenhouse gases 1990-2002. Institute for the Environment. Ministry for the Environment and Land-Use Planning. Amodora. Portugal. 2004. 407 p.
49. NIR Sweden, 2004. Sweden's national inventory report 2004. Swedish Environmental Protection Agency. 179 p. Available at [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se).
50. Romanovskaya A.A., Gytarsky M.L., Karaban R.T., Konyushkov D.E, and Nazarov I.M. Nitrous oxide emission from agricultural lands in Russia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2002, Vol.7, 1, pp.31-43.
51. Romanovskaya A.A., Gytarsky M.L., Karaban' R.T., Nazarov I.M. 2004. Nitrous oxide emission from residues of agricultural crops in Russia within 1990-2002. In *Proceedings of 3<sup>rd</sup> International Nitrogen Conference*, 12-16 October 2004, Nanjing, China. pp.740-743.
52. Safley, L.M., M.E. Casada, J.W. Woodbury, and K.F. Roos (1992) *Global Methane Emissions from Livestock and Poultry Manure*. US Environmental Protection Agency, Global Change Division, Washington, D.C., February 1992, EPA/400/1091/048.
53. Svensson B.H., Klemetsson L., Rosswall T. Preliminary field denitrification studies on nitrate- fertilized and nitrogen- fixing crops. *Denitrification in the nitrogen cycle*, New York and London, Plenum press, 1985, pp.157-170.
54. Zeeman, G. Methane production/emission in storages for animal manure. *Fertilizer Research* Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 1994. #37. pp.207-211.

## **7. ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО (РАЗДЕЛ 5 ОФД)**

### **7.1 Обзор по сектору**

В главе приведены исходные данные и результаты расчетов выбросов и стока парниковых газов в результате антропогенной деятельности в лесном хозяйстве и при землепользовании с 1990 по 2006 годы включительно. Согласно Решению Девятой Конференции Сторон РКИК (13/СР.9), инвентаризация парниковых газов в лесном хозяйстве и при землепользовании должна выполняться на основе методологии Руководящих указаний по эффективной практике МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). В целях обеспечения прозрачности, сопоставимости и полноты охвата известных источников и поглотителей, Руководящие указания по эффективной практике МГЭИК выделяют следующие категории землепользования:

- лесные земли (по МГЭИК – земли, занятые лесной растительностью);
- пахотные земли (по МГЭИК – занятые сельскохозяйственными культурами земли);
- сенокосы и пастбища (по МГЭИК – земли, занятые травянистой растительностью);
- избыточно увлажненные земли (по МГЭИК – водно-болотные угодья);
- земли населенных пунктов;
- другие земли.

В дополнение к указанным категориям, МГЭИК выделяет основные резервуары (пулы), изменения в которых могут сопровождаться выбросами или стоком парниковых газов и, соответственно, должны учитываться при представлении странами, Сторонами Приложения I к РКИК, ежегодных национальных кадастров парниковых газов. Эти резервуары включают биомассу, мертвое органическое вещество и почвы (Руководящие указания по эффективной практике, 2003).

Все земли, находящиеся в пределах Российской Федерации, составляют земельный фонд страны. Согласно действующему законодательству и сложившейся практике, государственный учет земельного фонда страны осуществляется по категориям земель и угодьям. Категория земель определяется как часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению и имеющая определенного правообладателя и соответствующий правовой режим. Земельные угодья входят в состав категорий земель и подразделяются на сельскохозяйственные (пашня, залежь, многолетние насаждения, сенокосы и пастбища) и несельскохозяйственные (лесные угодья и угодья под древесно-кустарниковой растительностью, не входящей в лесной фонд, болота и др.). Земельные угодья определяются как систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей земли. Действующее на территории Российской Федерации законодательство предусматривает 7 категорий земель:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли поселений;
- земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения и иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда;
- земли запаса.

Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям представлено в таблице 7.1 (Государственный доклад..., 1995; 1996; 1998; 2001; 2003; 2004; 2006; 2007; Четвертое национальное сообщение, 2006). Как следует из таблицы, за отчетный период площади всех категорий земель изменились, причем наиболее значительные изменения коснулись земель сельскохозяйственного назначения, лесного фонда, водного фонда и запаса.

Таблица 7.1

Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям<sup>1)</sup>

Динамика площадей по годам, млн. га																	Изменения	
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2006 к 2005	2006 к 1990
Земли, используемые сельскохозяйственными предприятиями и гражданами																		
639,2	621,1	620,4	656,6	667,7	656,7	670,1	662,2	642,4										
Земли сельскохозяйственного назначения <sup>2)</sup>																		
								455,0	440,1	406,0	397,9	400,8	393,2	401,0	401,6	402,6	1,0	-236,6
Земли поселений																		
7,5	27,3	36,2	38,0	38,6	38,7	38,2	38,6	20,9	18,6	18,7	18,8	18,9	19,1	19,1	19,1	19,1	0,0	11,6
Земли промышленности и иного специального назначения																		
15,9	14,6	18,2	17,8	17,6	17,6	18,2	18,3	17,6	17,4	17,3	17,2	17,1	17,0	16,7	16,7	16,7	0,0	0,8
Земли особо охраняемых территорий и объектов																		
17,4	20,5	20,7	26,7	27,3	28,9	29,8	32,5	31,6	31,7	32,0	34,1	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	0,0	16,8
Земли лесного фонда, в т. ч.																		
895,4	889,6	878,3	843,3	838,6	843,8	825,6	828,1	858,9	1059,8	1096,8	1102,4	1103,1	1104,0	1104,8	1104,9	1104,9	0,0	209,5
Лесные земли управляемых лесов, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза <sup>3)</sup>																		
605,9 <sup>4)</sup>	-	-	614,8	-	-	-	-	611,9	613,8	614,7	614,7	615,1	616,8	619,3	614,4	619,4	5,0	13,5
Земли водного фонда																		
4,1	17,4	18,1	19,0	19,4	19,4	19,4	19,4	19,9	27,8	27,8	27,8	27,8	27,7	27,9	27,9	27,9	0,0	23,8
Земли запаса																		
130,2	119,3	117,9	108,4	100,6	104,7	108,5	110,7	118,5	114,4	111,2	111,6	107,9	114,6	106,1	105,4	104,4	-1,0	-25,8
Итого земель в Российской Федерации																		
1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	0,0	0,0

<sup>1)</sup> Данные представлены по состоянию на 1 января года, следующего за отчетным.

<sup>2)</sup> До 1999 года категория земель объединяла все земли, используемые сельскохозяйственными предприятиями и гражданами. С 1999 года данные представляются только по площадям сельскохозяйственного назначения.

<sup>3)</sup> В состав управляемых лесов МПР России входят не только лесные земли лесного фонда, но и лесные земли национальных парков, которые в таблице учитываются также в составе категории “Земли особо охраняемых территорий и объектов”.

<sup>4)</sup> По состоянию на 1988 г.

С 1990 г., в границах территории Российской Федерации отмечалось выбытие сельскохозяйственных угодий из оборота при сокращении общей площади пахотных угодий. Значительные площади переводились в кормовые угодья, залежь и земли запаса. В свою очередь, из состава кормовых угодий ежегодно выбывают площади в результате зарастания кустарником и мелколесьем, которые впоследствии выводятся из состава сельскохозяйственных угодий. Кроме того, сельскохозяйственные угодья в черте поселений могут вовлекаться в застройку, что также приводит к сокращению их площади в целом по стране.

Изменение площади земель водного фонда связано со вступлением в силу Водного кодекса Российской Федерации, в соответствии с которым крупные водные объекты были выведены из состава земель хозяйствующих субъектов. В 1997 году вступил в силу Лесной кодекс Российской Федерации, в соответствии с которым к лесному фонду относятся все леса, за исключением лесов, расположенных на землях обороны и землях городских и сельских поселений.<sup>17</sup>

Перевод земель из одной категории в другую – непрерывный процесс, связанный с предоставлением земельных участков для государственных, муниципальных и частных нужд, изменением границ поселений, возвратом в прежнюю категорию обработанных, рекультивированных или не соответствующих действующему законодательству земель. Кроме того, ведется последовательное приведение правового состояния земель в соответствие с действующим законодательством Российской Федерации. Результаты этой деятельности находят отражение в ежегодных формах государственной статистической отчетности о земельных ресурсах.

В соответствии с действующим законодательством с 1999 года были внесены изменения в формирование площадей категорий земель и угодий, а также представление данных о них в формах статистической отчетности. Так до 1999 года категория земель сельскохозяйственного назначения включала все земли, используемые сельскохозяйственными предприятиями и гражданами. В связи с изменением порядка формирования площадей категорий земель, с 1999 года данные представляются только по площадям сельскохозяйственного назначения. Ежегодные сведения о распределении земель по категориям отражают организационные, правовые и законодательные изменения в состоянии земельного фонда за отчетный период. Пространственно-временная динамика отдельных категорий земель учитывает изменения, произошедшие в соответствии с принятыми во время рассматриваемого периода нормативно-правовыми и законодательными решениями. Так, увеличение земель населенных пунктов обусловлено передачей местным органам власти части неиспользуемых земель, оставшихся после передачи в собственность гражданам земельных долей из состава земель сельскохозяйственного назначения (ранее бывших в ведении сельскохозяйственных предприятий).

Категории земель, установленные в пределах Российской Федерации, не имеют полного соответствия с категориями МГЭИК. Сопоставление национальных категорий земель и категорий МГЭИК, перечень включенных в раздел “Землепользование и лесное хозяйство” парниковых газов и их представление в таблицах Общей формы доклада (ОФД) приведены в таблице 7.2.

Как показано в таблице 7.2, величины выброса  $N_2O$  от использования азотных удобрений представлены в разделе «Сельское хозяйство», что обусловлено использованием обобщенных данных национальной статистики о внесении азотных удобрений. Выбросы  $CO_2$  от известкования представлены в разделе «Пахотные земли», что также связано с использованием обобщенных данных национальной статистики о внесении известковых материалов в сельскохозяйственные земли. Выбросы парниковых газов от избыточно-увлажненных земель, земель населенных пунктов и других земель не оценивались (табл. 7.2).

Суммарный выброс  $CO_2$  при землепользовании и в лесном хозяйстве приведен на рисунке 7.1.

---

<sup>17</sup> Лесной кодекс Российской Федерации от 29 января 1997 г., № 22-ФЗ.



Таблица 7.2

Соответствие национальных категорий земель категориям МГЭИК, парниковые газы, включенные в отчет и их представление в Национальном докладе о кадастре и таблицах ОФД

Категории земель Российской Федерации	Категории земель МГЭИК по (Руководящим указаниям по эффективной практике, 2003)	Парниковые газы и их предшественники, по которым представляется отчет	Представление данных в Национальном докладе и таблицах ОФД	
			Национальный доклад	Таблицы ОФД
Лесные земли лесного фонда	Лесные земли	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO и NO <sub>x</sub>	Глава 7	5; 5.A; 5(V)
Лесные земли особо охраняемых территорий и объектов				
Земли сельскохозяйственного назначения	Пахотные земли	CO <sub>2</sub>	Глава 7	5; 5.B; 5 (IV)
		N <sub>2</sub> O	Глава 6	4; 4.D
	Сенокосы и пастбища	CO <sub>2</sub>	Глава 7	5; 5.C
Земли водного фонда	Избыточно-увлажненные земли	не оценивались	-	-
Земли поселений	Земли населенных пунктов	не оценивались	-	-
Земли промышленности и иного специального назначения	Другие земли	не оценивались	-	-
Земли запаса				

Так как оценка выбросов CO<sub>2</sub> в лесном хозяйстве выполнялась по методу разности запасов (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), поток CO<sub>2</sub> в атмосферу от лесозаготовок и лесных пожаров на рисунке 7.1 включен в оценку изменения запасов в управляемых лесах и, следовательно, не учитывается в итоговом расчете CO<sub>2</sub>. Поэтому выбросы CO<sub>2</sub> от лесозаготовок и лесных пожаров в таблицах ОФД не приводятся. В таблицы включены данные о выбросах CO<sub>2</sub> от пахотных земель и известкования, а также поглощение на землях сенокосов и пастбищ (рис. 7.2). Вместо данных о выбросах от лесозаготовок и лесных пожаров использовано стандартное условное обозначение «Включено в другом месте» (IE).

Динамика выброса диоксида углерода при землепользовании в значительной мере определяется интенсивностью использования пахотных земель, которая была минимальной в 1998 году. В 2006 г. выброс CO<sub>2</sub> составил 360,1 млн. т, что немного превышает уровень 1990 г. (рис. 7.1).

Управляемые леса и травяные экосистемы (сенокосы и пастбища) являются стоком CO<sub>2</sub> (рис. 7.2). Исключение составил 2000 год, когда управляемые леса были источником выбросов CO<sub>2</sub>.

Результаты расчетов выбросов парниковых газов по источникам в секторе лесного хозяйства и землепользования за период с 1990 по 2006 гг. приведены в таблице 7.3. Итоговая динамика годового нетто-выброса (поглощения) CO<sub>2</sub> в управляемых лесах и при землепользовании приведена на рисунке 7.3 (поглощение CO<sub>2</sub> представлено с отрицательным знаком, а выброс имеет положительную величину).

Выбросы других парниковых газов обусловлены преимущественно лесными пожарами в управляемых лесах, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза. Детализированные оценки выбросов и поглощения парниковых газов представлены в таблицах Общей формы доклада (ОФД).

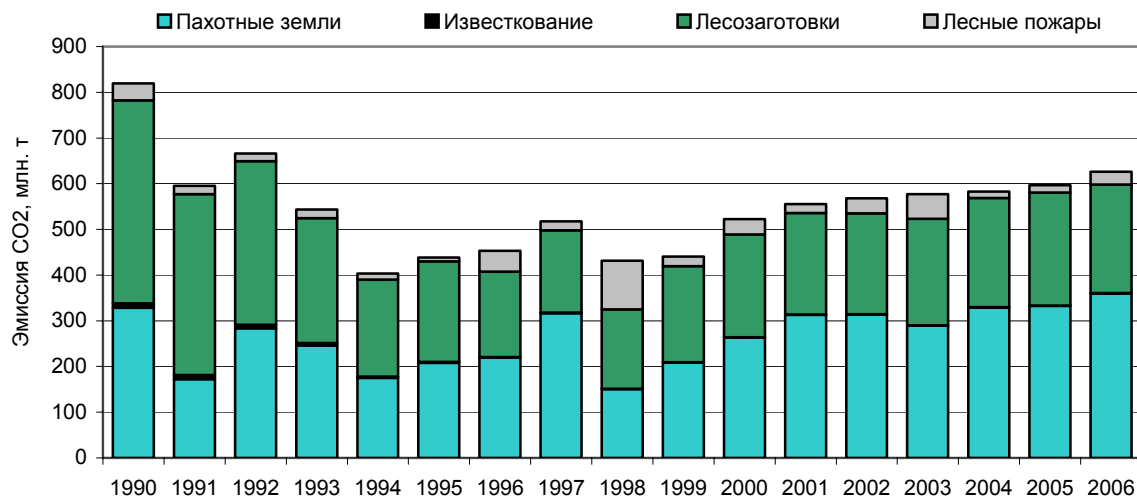


Рис. 7.1. Суммарный выброс  $CO_2$  в лесном хозяйстве и при землепользовании

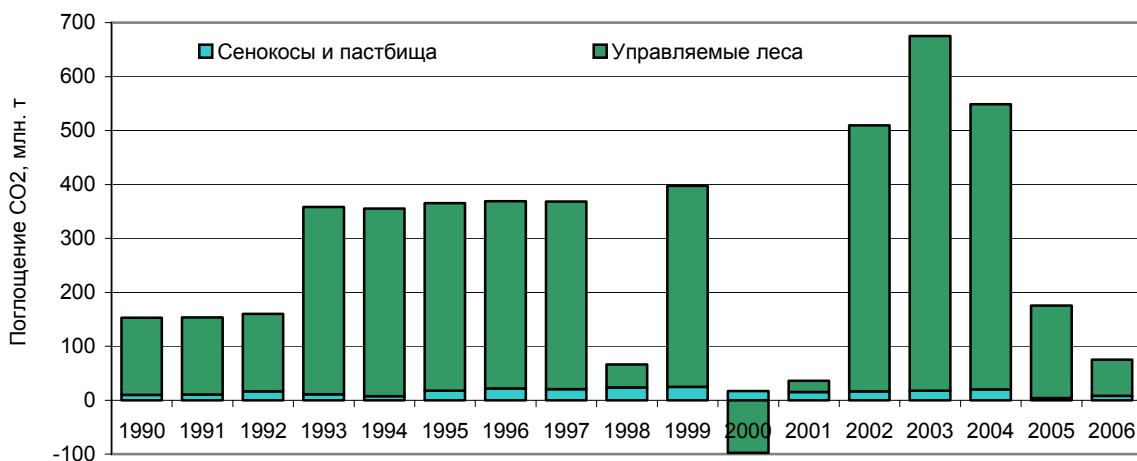


Рис. 7.2. Поглощение  $CO_2$  биомассой управляемых лесов и на землях сенокосов и пастбищ

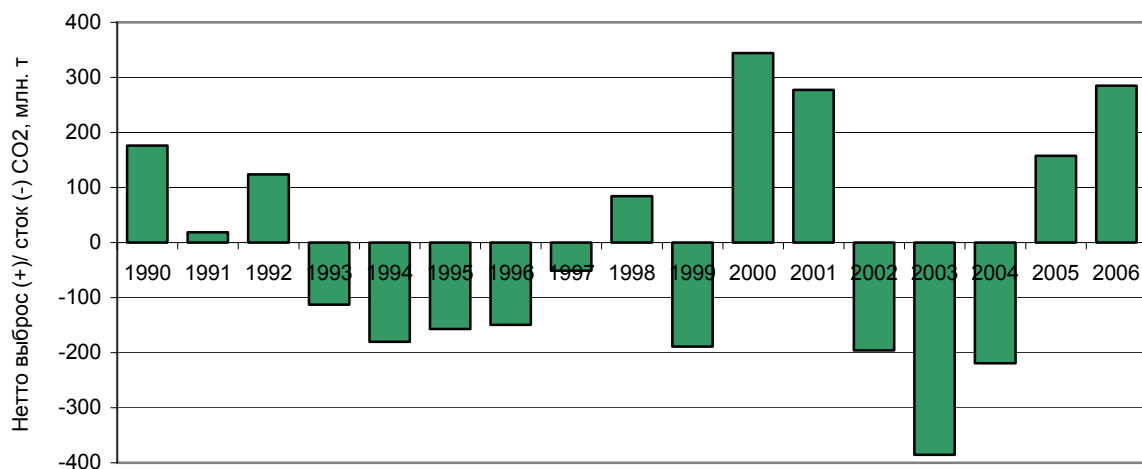


Рис. 7.3. Баланс  $CO_2$  при землепользовании и в лесном хозяйстве

Таблица 7.3

*Выбросы (+) и поглощение (-) парниковых газов в лесном хозяйстве и при землепользовании по источникам за 1990-2006 гг. (Гг CO<sub>2</sub>-экв.)*

Годы	Источники					Всего
	Лесные земли, CO <sub>2</sub>	Лесные пожары, CO <sub>2</sub> -экв. <sup>1)</sup>	Известкование, CO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	Пахотные земли, CO <sub>2</sub>	Сенокосы и пастбища, CO <sub>2</sub>	
1990	-143 304	36 787	9 671	328 827	-9 519	176 004
1991	-143 304	18 218	8 932	172 200	-10 187	18 709
1992	-143 304	16 533	7 823	283 556	-16 369	123 883
1993	-347 421	18 644	5 636	245 525	-10 825	-112 722
1994	-347 421	13 208	3 018	174 974	-7 502	-179 949
1995	-347 421	8 650	1 910	208 186	-17 740	-156 976
1996	-347 421	45 850	1 355	219 267	-21 407	-149 561
1997	-347 421	19 410	1 016	316 724	-20 711	-51 409
1998	-42 567	106 187	708	150 428	-23 631	84 230
1999	-372 932	21 302	770	208 577	-24 428	-188 783
2000	97 827	33 456	862	263 144	-16 902	344 070
2001	-20 623	19 316	832	313 145	-15 181	277 341
2002	-493 367	32 786	765	313 589	-16 401	-196 179
2003	-657 334	54 420	793	289 346	-17 530	-385 518
2004	-529 021	14 284	726	329 290	-19 662	-219 393
2005	-171 501	15 919	696	332 898	-3 930	157 467
2006	-67 080	28 104	721	360 103	-7 886	285 137

<sup>1)</sup> Величины выброса CO<sub>2</sub> от лесных пожаров приведены для справки, так как они уже учтены в изменении запасов управляемых лесов

<sup>2)</sup> Величины выброса CO<sub>2</sub> при внесении известковых материалов приведены для справки, так как они уже учтены в выбросах от пахотных земель

## 7.2 Характеристика источников и поглотителей парниковых газов

### 7.2.1 Лесные земли

Лесной фонд страны – объект федеральной собственности, представляющий совокупность лесов, лесных и нелесных земель в границах, установленных в соответствии с лесным и земельным законодательством. К лесному фонду относятся все леса, за исключением лесов, расположенных на землях обороны и городских и сельских поселений. Государственное управление, учет и контроль охватывают все земли лесного фонда страны. Государственный учет в лесном фонде и лесах, не входящих в лесной фонд, проводится раз в пятилетие. Ближайшие учеты были проведены в 1988, 1993, 1998 и 2003 гг.

Деятельность в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов и временно не покрытых лесной растительностью земель лесного фонда регулируется лесным законодательством Российской Федерации (Лесной кодекс, 1997; 2006). Основная часть лесного фонда, составившая в 2003 г. около 98 % его площади, находится в ведении Министерства природных ресурсов Российской Федерации (МПР России), в том числе в ведении Федерального агентства лесного хозяйства МПР России (Рослесхоз) находилось 94 % лесного фонда. С 1999 г. учет лесного фонда, находящегося в ведении Рослесхоза, проводится ежегодно (Четвертое национальное сообщение, 2006). Земли лесного фонда делятся на лесные и нелесные. К нелесным землям относятся территории, предназначенные для нужд лесного хозяйства, но не имеющие лесной растительности. Лесные земли включают покрытые и временно не покрытые лесной растительностью.

В зависимости от экономического, экологического и социального значения, местоположения и выполняемых функций, лесной фонд страны разделен на три группы лесов<sup>18</sup>. Леса первой группы выполняют водоохранные, защитные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и другие функции. В первую группу входят леса особо охраняемых природных территорий. Управление этой группы лесами и лесохозяйственные мероприятия в них в первую очередь направлены на сохранение и восстановление лесного фонда. К лесам второй группы относятся древостои в регионах с высокой плотностью населения и развитой сетью наземных транспортных путей, где возможно ограниченное эксплуатационное использование. К этой группе относятся и леса в регионах с недостаточными лесными ресурсами, для сохранения которых требуется ограничение режима лесопользования. В третью группу входят леса, которые имеют преимущественно эксплуатационное значение. Сохранение экологических функций — обязательное условие эксплуатационного использования лесного фонда.

Методология МГЭИК выделяет «управляемые земли» как территорию, где осуществляются систематическая антропогенная деятельность или вмешательства для целей выполнения соответствующих социальных, экономических и экологических задач (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Во всех лесах Российской Федерации предпринимаются определенные виды антропогенной деятельности, однако полный комплекс лесохозяйственных мероприятий выполняется, как правило, лишь на отдельной части земель лесного фонда страны, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза. Поэтому на территории лесного фонда выделены управляемые леса, в которых осуществляются систематическая антропогенная деятельность для выполнения необходимых социальных, экономических и экологических задач по обеспечению рационального, непрерывного и неистощительного лесопользования, воспроизводства, охраны и защиты лесов и объектов животного мира и мониторинга лесов. Целенаправленная деятельность по использованию, охране, защите и воспроизводству лесов, выполняемая и регулируемая национальным законодательством, составляет основу устойчивого управления лесами. Устойчивое управление означает комплекс экономически обоснованных и экологически безопасных лесохозяйственных мероприятий, для реализации которых необходимы следующие условия:

- Обеспеченность данными регулярных государственных учётов на основе материалов лесоустройства.
- Эффективно действующая охрана и защита лесов, обеспечивающая стабилизацию и снижение потерь от пожаров и других повреждений насаждений.
- Организованная хозяйственная деятельность в лесах на основе долгосрочного планирования и учета их экономического назначения и экологических функций.

Площади и запасы управляемых лесов, находящиеся в ведении МПР России и Рослесхоза, будут корректироваться с учетом вовлечения лесов в хозяйственный оборот. Площади управляемых лесов приведены в таблице 7.1. В состав управляемых лесов вошли лесные земли лесного фонда (за исключением резервных лесов) и лесные земли национальных парков, входящих в состав земель особо охраняемых территорий и объектов. По состоянию на 01.01.2006 г. лесопокрываемые земли страны охватывали 779,7 млн. га, лесопокрываемые земли лесного фонда — 775,3 млн. га или 99,4 % всех покрытых лесной растительностью земель страны. Запас ствольной древесины на землях лесного фонда оценивался в 82,3 млрд. м<sup>3</sup> (О состоянии..., 2006). Площадь покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов составила 553,3 млн. га или 71,4 % покрытых лесом земель лесного фонда, а их запас — 63,0 млрд. м<sup>3</sup>, или 81,8 % запаса ствольной

---

<sup>18</sup> В соответствии со статьей 10 нового Лесного кодекса, принятого Государственной Думой 8 ноября 2006 г. и вступившего в действие с 1 января 2007 г., леса, расположенные на землях лесного фонда, по целевому назначению подразделяются на защитные леса, эксплуатационные леса и резервные леса. В соответствии с Приказом Федерального агентства лесного хозяйства № 498 от 19 декабря 2007 г. леса второй и третьей групп (за исключением резервных лесов) включены в состав эксплуатационных лесов, леса третьей группы (резервные леса) отнесены к резервным лесам; леса первой группы — к защитным лесам.

древесины. Таким образом, управляемые леса, находящиеся в ведении МПР России и Рослесхоза, охватывают большую часть лесного фонда страны и, соответственно, определяют динамику выбросов и поглощения парниковых газов в лесном секторе. В настоящем докладе данные приведены без разделения на управляемые леса по состоянию на 1 января 1990 года и леса, преобразованные в управляемые после 1990 года. Схема расположения управляемых лесов на территории страны приведена на рисунке 7.4. К управляемым относятся все леса Центрального, Приволжского, Южного федеральных округов, а также большая часть лесов Северо-Западного, Сибирского и Дальневосточного округов (Лесной фонд, 2003; Коровин с соавт., 2006; Четвертое национальное сообщение, 2006; Гитарский с соавт., 2006). Наименьшая доля управляемых лесов отмечена в Новосибирской, Камчатской и Иркутской областях, Республиках Саха (Якутия), Тыва и Бурятия, Эвенкийской автономной области, Красноярском и Хабаровском краях.

## 7.2.2 Пахотные земли

Согласно Пересмотренным Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997) и Руководящим указаниям по эффективной практике МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), земли занятые сельскохозяйственными культурами могут быть источником выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$ , причем выброс  $\text{CO}_2$  может быть обусловлен пространственно-временной динамикой биомассы сельскохозяйственных культур, дыханием почвы, внесением известняковой муки и других известковых материалов. Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  связаны с внесением удобрений и изменениями физико-химических свойств почв при их конверсии в сельскохозяйственные земли, а выбросы  $\text{CH}_4$  обусловлены культивацией торфяников (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000; Руководящие указания по эффективной практике, 2003). При этом данные о выбросах парниковых газов должны представляться отдельно для постоянно обрабатываемых земель и земель, переведенных в сельскохозяйственные земли. Оценка выброса  $\text{CO}_2$  от пахотных земель приводится ниже.

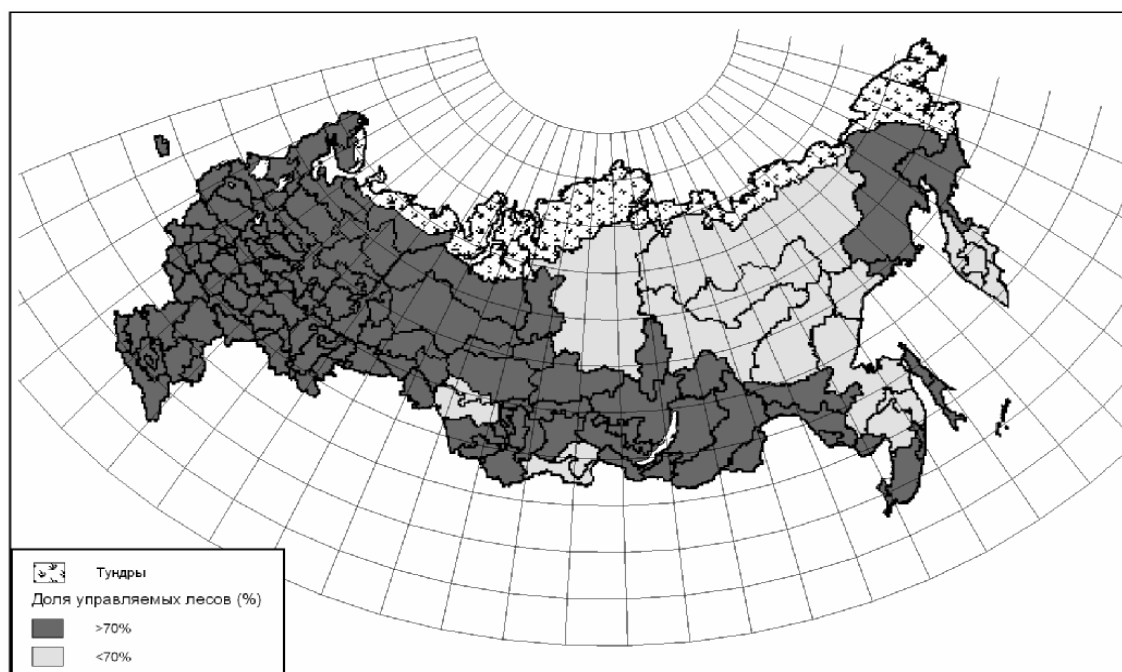


Рис. 7.4. Схема расположения управляемых лесов территории Российской Федерации (Гитарский с соавт., 2006)

### **7.2.3 Земли сенокосов и пастбищ**

Антропогенная деятельность на землях, занятых травянистой растительностью, может сопровождаться выбросами тех же парниковых газов, что и на пахотных землях. Данные об изменении запасов углерода на площадях сенокосов и пастбищ приведены ниже.

### **7.2.4 Земли населенных пунктов, избыточно увлажненные и другие земли.**

#### **Оценка запасов углерода в изделиях из древесины и другой продукции деревообработки**

Согласно Решению Девятой Конференции Сторон РКИК (13/CP.9), инвентаризация по этим категориям МГЭИК не носит обязательный характер, поэтому оценки выбросов парниковых газов не выполнялись.

## **7.3 Методология сбора данных о деятельности по сектору лесного хозяйства**

В ответ на замечания группы экспертов по проверке кадастра парниковых газов, представленного РФ в 2006 году, в секторе «Землепользование, изменение в землепользовании и лесное хозяйство» добавлен подраздел с описанием методологии сбора данных о деятельности и общей схемы взаимодействия различных ведомств и организаций в рамках национальной системы. Информация о деятельности, необходимая для составления кадастра парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство», основана на материалах Федерального агентства кадастра объектов недвижимости и данных государственного учета лесного фонда (ГУЛФ) – системы периодического единовременного определения количественных и качественных характеристик лесного фонда и происходящих в нем изменений (рис. 7.5).

ГУЛФ проводится ежегодно во всех лесхозах федерального органа исполнительной власти в области лесного хозяйства, государственных заповедниках, национальных парках и др. организациях, ведущих лесное хозяйство, вне зависимости от ведомственной подчиненности. Он выполняется по единой для страны инструкции, утверждаемой Министерством природных ресурсов РФ (Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России, 1995).

Первичный учет лесного фонда осуществляют при очередном лесоустройстве, которое проходит один раз в 10-15 лет. Лесоустройство предполагает проведение полевых исследований лесов с использованием материалов аэрофотосъемки. Минимальной учетной единицей при лесоустройстве является таксационный выдел – однородный по таксационной характеристике и хозяйственному (функциональному) назначению участок лесного фонда, на всей площади которого при необходимости намечаются одинаковые хозяйственные мероприятия. Таксационная характеристика включает следующие показатели: происхождение древостоев (естественное и искусственное); ярусную структуру; состав – соотношение образующих насаждение древесных пород; среднюю высоту и средний диаметр древостоя, возраст древостоя, класс бонитета, полноту, запас древесины, класс товарности, тип леса или группу типов леса, наличие подроста и подлеска, напочвенный покров. Полученные таксационные описания вводятся в специализированную базу данных, где проводится автоматическая проверка корректности вводимых данных.

В период между лесоустройствами учет проводят на основе сведений о текущих изменениях в лесах лесхозов и других организаций, ведущих лесное хозяйство. К таким изменениям относятся изменения их окружных границ, строительство дорог, линий электропередачи, газо- и нефтепроводов, сплошные рубки главного пользования и санитарные рубки, создание лесных культур, естественное зарастание не покрытых лесной растительностью земель, естественный ход роста древостоев, изменение состава насаждений рубками ухода, повреждение древостоев стихийными бедствиями и т. д. Оформление первичной документации в лесхозах и других организациях, ведущих лесное хозяйство, осуществляется на компьютере. Сводные данные по субъекту РФ получают в его территориальном органе исполнительной власти в области лесного хозяйства. По поручению Федерального агентства лесного хозяйства ФГУП «Рослесинфорг» обеспечивает

составление сводной документации и формирует банк данных «Лесной фонд Российской Федерации». В процессе формирования банка данных проводится проверка и при необходимости корректировка поступающих данных. Проведение учета лесного фонда регламентируется специальной инструкцией (Инструкция о порядке ведения государственного учета лесного фонда, 1997).

Методологию инвентаризации парниковых газов в лесном хозяйстве разрабатывает Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН совместно с Институтом глобального климата и экологии.

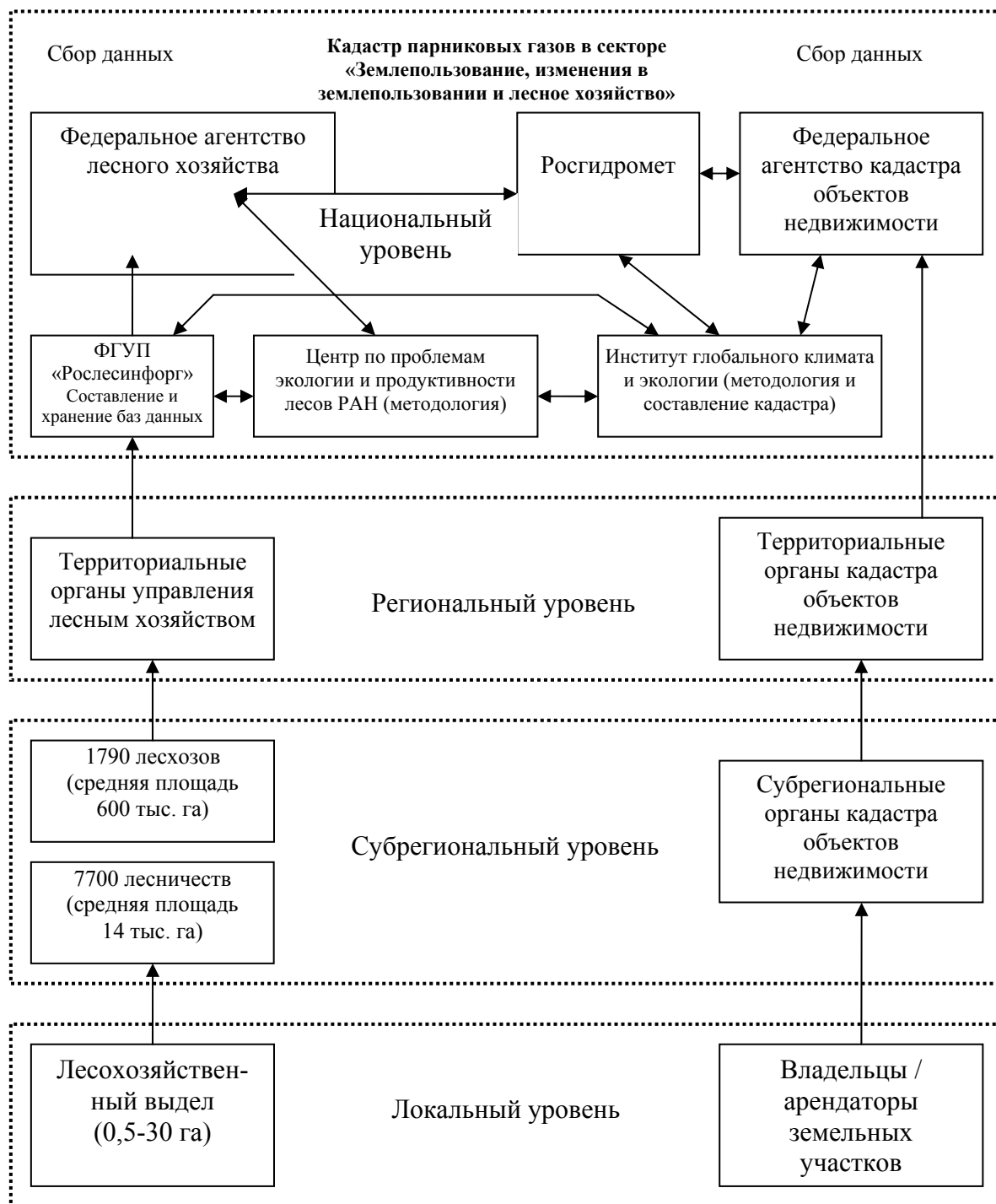


Рис. 7.5. Элементы национальной системы Российской Федерации оценки выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение в землепользовании и лесное хозяйство», включая сбор данных о деятельности

## 7.4 Методика расчетов, данные о деятельности, параметры и величины выбросов и их верификация

### 7.4.1 Лесные земли

Настоящий кадастр газов включает расчетные оценки выбросов и поглощения CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO и NO<sub>x</sub>, как следствие антропогенной деятельности в лесном хозяйстве. Для выполнения методологических положений МГЭИК расчеты выполнялись по данным государственных учетов лесного фонда 1988, 1993 и 1998 годов (Лесной фонд СССР, 1991; Лесной фонд России, 1995; 1998). Данные ежегодных учетов с 1999 года представляют информацию об изменениях, происшедших в лесах до 2007 года включительно. Поглощение CO<sub>2</sub> вычисляли по методу второго уровня, основу которого составляет оценка изменения запасов в лесах и других резервуарах древесной биомассы (Руководящие указания по эффективной практике, 2003):

$$\Delta C_{FLB} = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1), \text{ где} \quad (7.1)$$

$\Delta C_{FLB}$  величина годового изменения запаса углерода в биомассе, т с. в. C год<sup>-1</sup>;  
 $C_{t_2}$  суммарная биомасса в пересчете на углерод в год учета  $t_2$ , т с. в. C;  
 $C_{t_1}$  суммарная биомасса в пересчете на углерод в год учета  $t_1$ , т с. в. C;  
 $t_1$  и  $t_2$  годы сопряженных учетов запасов углерода.

Расчет суммарной биомассы в пересчете на углерод по состоянию на соответствующий год учета ( $C_{t_2}$  и  $C_{t_1}$ ) выполняли по данным Рослесхоза о запасах древостоев по преобладающим породам и группам возраста по формуле (7.2) второго уровня:

$$C_t = \sum_{ij} (V_{ij} \cdot D_{ij} \cdot BEF_{ij} \cdot (1 + R_{ij})) \cdot CF, \text{ где} \quad (7.2)$$

$C_t$  суммарная биомасса в пересчете на углерод в год учета  $t$ , т с.в. C;  
 $V_{ij}$  запас древесной породы  $i$  группы возраста  $j$ , м<sup>3</sup>;  
 $D_{ij}$  удельная плотность древесины древесной породы  $i$  группы возраста  $j$ , т с.в. м<sup>-3</sup>;  
 $BEF_{ij}$  коэффициент пересчета запаса стволовой древесины в надземную биомассу древесной породы  $i$  группы возраста  $j$ ;  
 $R_{ij}$  доля подземной биомассы от надземной ее части древесной породы  $i$  группы возраста  $j$ ;  
 $CF$  доля углерода в 1 т с.в. древесины

Пересчет запасов древесных пород в биомассу производился при помощи национальных коэффициентов  $EF_{ij}$ , полученных экспериментальным путем (Замолотчиков с соавт., 2003; Исаев с соавт., 1993):  $EF_{ij} = D_{ij} \cdot BEF_{ij} \cdot (1 + R_{ij})$ . Формула (7.2) преобразовывается в формулу (7.3):

$$C_t = \sum_{ij} (V_{ij} \cdot EF_{ij}) \cdot CF, \text{ где} \quad (7.3)$$

$EF_{ij}$  коэффициент пересчета запаса древесины (м<sup>3</sup>) в биомассу (т. с.в.) по древесным породам  $i$  и возрастам  $j$ , т с.в. м<sup>-3</sup>

Выбросы CO<sub>2</sub> при лесозаготовках рассчитывались по упрощенному подходу МГЭИК на основе данных о фактической рубке в лесах Российской Федерации по видам пользования и лесобразующим породам (для главного пользования):

$$L_h = \sum_k (H_k \cdot EF_{ij}) \cdot CF, \text{ где} \quad (7.4)$$

$L_h$  сумма изъятых при лесозаготовках углерода в биомассе, т с.в. C;  
 $H_k$  объем заготовленной древесины по виду пользования  $k$ , м<sup>3</sup>;  
 $EF_{ij}$  коэффициент пересчета запаса древесины (м<sup>3</sup>) в биомассу (т. с.в.) по древесным породам  $i$  и возрастам  $j$ , т с.в. м<sup>-3</sup>;  
 $CF$  доля углерода в 1 т с.в. древесины



Выбросы CO<sub>2</sub> от лесных пожаров рассчитывались по методике ЦЭПЛ (Исаев с соавт., 1995), которая в целом согласуется с методом второго уровня МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003):

$$E_f = \sum_m (A_m \bullet B_m) \bullet CF, \text{ где} \quad (7.5)$$

- $E_f$  суммарная величина эмиссии углерода от лесных пожаров, т с.в. С;  
 $A_m$  площадь, пройденная пожаром типа m, га;  
 $B_m$  масса органических материалов, сгорающих при пожаре типа m, т с.в. га<sup>-1</sup>;  
 $CF$  доля углерода в 1 т с.в. органических материалов

В таблице 7.4 приведены значения коэффициента  $EF_{ij}$  для пересчета запаса основных лесообразующих пород в биомассу по данным Д.Г. Замолодчикова с соавт. (Замолодчиков с соавт., 2003).

Поскольку до 1999 года полный учет лесного фонда проводился раз в 5 лет, ежегодные изменения площадей и запаса древесной и кустарниковой растительности за межучетные периоды (1990-1992 гг. и 1994-1997 гг.) рассчитывали при помощи линейной интерполяции. Основные лесообразующие породы, включенные в расчет - сосна, ель, пихта, лиственница и сосна кедровая для хвойных; высокоствольный и низкоствольный дубы, береза каменная и прочие для твердолиственных; береза, осина и другие для мягколиственных. Данные о площадях и запасах лесных земель лесного фонда, включая лесные земли национальных парков, представлены в таблице 7.5. В таблице 7.6 приведена детализированная по основным лесообразующим породам и группам возраста структура покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза (Гитарский с соавт., 2006).

Таблица 7.4

Коэффициенты пересчета запаса в общую биомассу, т с.в. м<sup>-3</sup>

Группы основных лесообразующих пород	Группы возраста			
	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
Хвойные				
Сосна	0,866	0,681	0,703	0,673
Ель	1,034	0,750	0,717	0,720
Пихта	0,840	0,615	0,565	0,539
Лиственница	0,880	0,808	0,854	0,853
Сосна кедровая	0,783	0,682	0,637	0,899
Твердолиственные				
Дуб высокоствольный	1,232	0,981	0,836	0,956
Дуб низкоствольный	1,591	1,082	1,125	1,273
Каменная береза	0,914	0,914	0,914	0,914
Прочие твердолиственные	1,248	0,953	0,776	0,872
Мягколиственные				
Береза	0,910	0,830	0,770	0,770
Осина	0,710	0,730	0,670	0,730
Прочие мягколиственные	0,760	0,670	0,670	0,670
Прочие породы	1,248	0,953	0,776	0,872
Кустарники				
Кедровый стланник	1,199	1,399	1,532	2,165
Прочие кустарники	0,762	0,762	0,762	0,762

Таблица 7.5

## Структура лесных земель лесного фонда страны в границах 1998 г.

Годы	Распределение по организации ведения лесного хозяйства					
	Управляемые		Резервные		Всего лесных земель	
	Площадь, млн. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, млн. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, млн. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>
Покрытые лесной растительностью						
1988	534,55	59314,27	179,00	15332,58	713,55	74646,85
1993	535,78	60214,59	170,01	12813,49	705,79	73028,08
1998	544,22	61497,11	174,44	12824,50	718,66	74321,61
1999	545,43	61495,89	173,95	12737,84	719,38	74233,73
2000	547,18	61765,42	174,91	12803,64	722,09	74569,06
2001	546,81	61717,76	175,38	12824,18	722,19	74541,94
2002	547,07	61719,15	174,79	12789,46	721,86	74508,61
2003	549,09	62070,17	172,76	12813,25	721,85	74883,42
2004	551,65	62542,27	170,98	12268,19	722,63	74810,46
2005	553,31	62913,16	170,69	12294,30	724	75207,46
2006	553,85	62993,16	171,49	12382,41	725,34	75375,57
2007	553,47	63057,0	173,66	12434,29	727,12	75491,29
Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья						
1988	71,35	нд <sup>1)</sup>	38,70	нд <sup>1)</sup>	110,05	нд <sup>1)</sup>
1993	79,02	нд <sup>1)</sup>	40,38	нд <sup>1)</sup>	119,4	нд <sup>1)</sup>
1998	67,7	нд <sup>1)</sup>	37,20	нд <sup>1)</sup>	104,9	нд <sup>1)</sup>
1999	68,36	нд <sup>1)</sup>	36,94	нд <sup>1)</sup>	105,3	нд <sup>1)</sup>
2000	67,54	нд <sup>1)</sup>	36,80	нд <sup>1)</sup>	104,34	нд <sup>1)</sup>
2001	67,9	нд <sup>1)</sup>	36,54	нд <sup>1)</sup>	104,44	нд <sup>1)</sup>
2002	68,05	нд <sup>1)</sup>	36,51	нд <sup>1)</sup>	104,56	нд <sup>1)</sup>
2003	67,73	нд <sup>1)</sup>	36,45	нд <sup>1)</sup>	104,18	нд <sup>1)</sup>
2004	67,67	нд <sup>1)</sup>	36,50	нд <sup>1)</sup>	104,17	нд <sup>1)</sup>
2005	61,13	нд <sup>1)</sup>	42,49	нд <sup>1)</sup>	103,62	нд <sup>1)</sup>
2006	65,5	нд <sup>1)</sup>	36,2	нд <sup>1)</sup>	101,7	нд <sup>1)</sup>
2007	65,78	нд <sup>1)</sup>	35,92	нд <sup>1)</sup>	101,7	нд <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Нет данных

Таблица 7.6

Структура покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов в границах 1998 г.

Год	Группы основных лесообразующих пород	Группы возраста							
		Молодняки		Средневозрастные		Приспевающие		Спелые и перестойные	
		Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>
1988	Хвойные	69010,8	2351,18	72589,6	9278,37	37460,5	5988,37	197970,9	28393,06
	Твердолиственные	2157,8	86,19	4217,5	490,47	1754,3	222,89	7222,8	888,52
	Мягколиственные	21775,0	478,50	33211,8	3187,42	10885,7	1524,14	32889,3	5446,79
	Прочие породы	57,0	2,20	38,0	2,97	13,5	2,06	49,0	11,92
	Кустарники	4671,7	39,83	15454,8	361,31	6086,3	133,74	17037,1	424,34
1993	Хвойные	67481,7	2447,57	82611,0	11066,14	37050,7	6146,16	182989,0	26386,33
	Твердолиственные	2015,2	84,02	4230,9	503,29	1694,8	219,46	6947,7	866,56
	Мягколиственные	21565,8	485,09	35176,7	3418,95	11442,7	1681,59	34756,9	5905,47
	Прочие породы	46,8	1,86	231,6	8,06	13,7	2,02	41,3	11,07
	Кустарники	6404,1	47,02	19121,3	391,63	6055,1	133,35	15904,1	408,95
1998	Хвойные	68211,4	2576,30	85367,6	11432,28	38721,0	6466,88	176498,3	25722,93
	Твердолиственные	1910,4	79,46	4330,4	530,77	1737,2	222,61	7134,8	890,73
	Мягколиственные	22194,7	489,21	36802,3	3592,40	12484,6	1871,04	38038,2	6545,80
	Прочие породы	43,3	1,79	353,1	11,69	19,2	2,27	45,3	11,42
	Кустарники	8592,4	61,18	21786,1	458,96	6229,3	138,59	13719,7	390,80
1999	Хвойные	69168,5	2557,24	85054,5	11312,16	38704,7	6470,64	176016,3	25662,84
	Твердолиственные	1918,4	79,99	4297,2	518,90	1751,2	226,25	7178,3	902,60
	Мягколиственные	22112,6	490,30	37361,1	3676,29	12644,0	1898,35	38450,1	6623,17
	Прочие породы	42,5	1,77	356,5	11,38	20,2	1,16	50,7	13,69
	Кустарники	8599,1	61,08	21720,4	456,88	6254,6	140,10	13728,7	391,10
2000	Хвойные	70170,7	2583,70	85269,8	11357,68	38675,0	6482,03	175292,9	25680,38
	Твердолиственные	1886,6	80,03	4318,8	528,25	1750,4	227,05	7167,5	906,68
	Мягколиственные	22252,4	494,25	38047,9	3746,37	12761,0	1923,63	38776,7	6678,16
	Прочие породы	41,7	1,97	356,2	11,36	20,1	1,16	50,9	13,74
	Кустарники	8594,4	61,00	21715,4	456,75	6263,0	140,08	13767,4	391,15
2001	Хвойные	69932,3	2604,35	85012,3	11340,20	38500,0	6465,73	174977,4	25546,98
	Твердолиственные	1910,3	80,22	4316,0	528,23	1739,9	222,20	7225,0	918,96
	Мягколиственные	22456,5	499,64	38391,6	3791,59	12765,4	1929,51	39214,2	6737,09
	Прочие породы	41,1	2,33	354,9	11,20	20,5	1,25	50,0	13,29
	Кустарники	9020,5	63,48	21238,9	447,48	6203,8	134,64	13443,6	379,39
2002	Хвойные	70418,3	2619,98	84661,7	11281,98	38444,7	6457,47	174926,7	25508,88
	Твердолиственные	1886,1	78,63	4332,1	534,65	1759,2	225,91	7268,9	931,58
	Мягколиственные	22595,9	500,21	38261,0	3785,57	12748,2	1931,38	39510,1	6810,64
	Прочие породы	39,7	2,29	355,6	11,23	20,7	1,27	50,5	13,37
	Кустарники	8970,4	63,41	21290,9	447,91	6179,6	134,39	13351,6	378,40
2003	Хвойные	69919,5	2632,91	85011,4	11330,62	38581,8	6475,56	175850,6	25569,18
	Твердолиственные	1872,3	79,21	4339,3	536,63	1774,7	229,16	7307,4	939,43
	Мягколиственные	22422,5	499,19	38489,5	3799,53	12863,4	1953,83	40439,6	6963,17
	Прочие породы	39,3	2,35	345,7	10,91	21,2	1,29	50,4	13,35
	Кустарники	8955,7	64,77	21322,0	454,39	6145,6	135,19	13339,0	379,50

Год	Группы основных лесообразующих пород	Группы возраста							
		Молодняки		Средневозрастные		Приспевающие		Спелые и перестойные	
		Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>
2004	Хвойные	69379,3	2629,08	85688,8	11430,40	38809,2	6535,41	176171,1	25638,30
	Твердолиственные	1795,7	74,67	4408,7	542,53	1793,1	233,21	7370,3	952,87
	Мягколиственные	22028,6	492,95	38816,5	3825,24	13028,8	1972,06	41645,6	7138,48
	Прочие породы	39,9	2,34	345,4	10,93	21,3	1,30	50,2	13,29
	Кустарники	8974,2	64,11	21592,6	454,01	6862,1	158,19	12825,6	372,90
2005	Хвойные	69273,7	2633,02	86070,4	11485,74	38947,4	6563,48	176335,5	25675,71
	Твердолиственные	1761,6	73,17	4357,8	541,88	1822,4	238,73	7404,1	959,85
	Мягколиственные	21801,5	489,54	39219,2	3865,81	13077,6	1976,83	42464,2	7311,29
	Прочие породы	38,6	2,31	324,0	10,45	21,1	1,27	50,4	13,34
	Кустарники	8935,7	69,71	21686,0	465,52	6878,6	160,72	12841,0	374,79
2006	Хвойные	68953,5	2632,87	86168,3	11500,60	38640,5	6525,94	176058,9	25601,67
	Твердолиственные	1726,8	71,61	4345,8	539,29	1847,8	241,99	7423,6	962,36
	Мягколиственные	21638,2	481,36	39501,2	3880,48	13057,9	1970,30	43404,1	7468,31
	Прочие породы	34,5	2,29	282,9	9,82	18,0	1,20	49,7	13,32
	Кустарники	8600,5	65,08	22166,4	474,32	6596,2	161,50	13339,6	388,85
2007	Хвойные	68121,8	2618,69	86422,3	11539,26	38538,4	6508,84	175511,8	25504,84
	Твердолиственные	1685,8	69,43	4350,5	539,07	1871,0	244,91	7477,0	970,21
	Мягколиственные	21333,1	475,20	39708,0	3877,47	13078,0	1960,85	44278,5	7637,84
	Прочие породы	34,2	2,29	283,7	9,84	18,3	1,22	49,9	13,33
	Кустарники	8716,0	65,43	22140,1	469,12	6683,8	165,06	13162,8	384,10

На основе данных о запасе основных лесообразующих пород (табл. 7.5 и 7.6) и значений  $EF_{ij}$  (табл. 7.4) по формулам (7.1) и (7.3) выполнен расчет годового поглощения  $CO_2$  биомассой деревьев и кустарников. Величины поглощения  $CO_2$  биомассой управляемых лесов, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза, приведены на рисунке 7.5. В отличие от представления данных в таблицах ОФД, приведенные значения поглощения  $CO_2$  представлены с положительным знаком, а значения выбросов имеют отрицательную величину.

За исключением 2000 года, с 1990 по 2006 гг. управляемые леса являются стоком  $CO_2$  (рис. 7.5). Абсолютные изменения составили от выброса около 98 млн. т  $CO_2$  в 2000 г. до поглощения в объеме 657 млн. т  $CO_2$  в 2003 г. Равные величины поглощения для периода с 1990 по 1992 и с 1993 по 1997 гг. являются следствием линейной интерполяции данных государственных учетов 1988, 1993 и 1998 годов. Как указывалось раньше, на рисунке учтены изменения запасов в связи с лесозаготовками и лесными пожарами (то есть переход покрытых лесом земель во временно непокрытые) и перевод лесных земель в другие виды землепользования.

Данные о фактической рубке в лесах России ( $H_k$ ) представлены на рисунке 7.6 (Государственный доклад..., 2003; 2005; Замолодчиков с соавт., 2005; Леса России, 2002; О состоянии и использовании..., 2006). Приведенные на рисунке данные свидетельствуют о сокращении всех видов лесопользования за период с 1990 по 1998 гг. и некотором его повышении с 1999 по 2006 годы. Эти данные использовали для расчета выбросов  $CO_2$  от лесозаготовок по формуле (7.4). При расчете выброса  $CO_2$  от лесопользования использовали следующие значения  $EF_{ij}$ : 0,737 т с.в.  $\cdot m^{-3}$  для хвойной, 0,725 т с.в.  $\cdot m^{-3}$  для мягколиственной и 1,0 т с.в.  $\cdot m^{-3}$  для твердолиственной секций при главном пользовании лесом, которые соответствуют средним величинам спелых и перестойных возрастных групп насаждений по каждой из секций. Для расчета выброса от промежуточного пользования лесом и прочих

рубок были взяты величины 0,695 и 0,737 т с.в. • м<sup>-3</sup> соответственно, которые являются средними величинами для приспевающих и спелых групп возраста основных лесобразующих пород хвойных древостоев. Выбор указанных коэффициентов обусловлен основными принципами организации лесопользования в лесах Российской Федерации.

Исходной информацией для расчета выбросов парниковых газов от лесных пожаров были данные государственной статистики о площадях ( $A_m$ ) низовых, верховых и почвенных пожаров, ежегодно регистрируемых на лесных землях управляемой части территории лесного фонда МПР России и Рослесхоза (рис. 7.7).

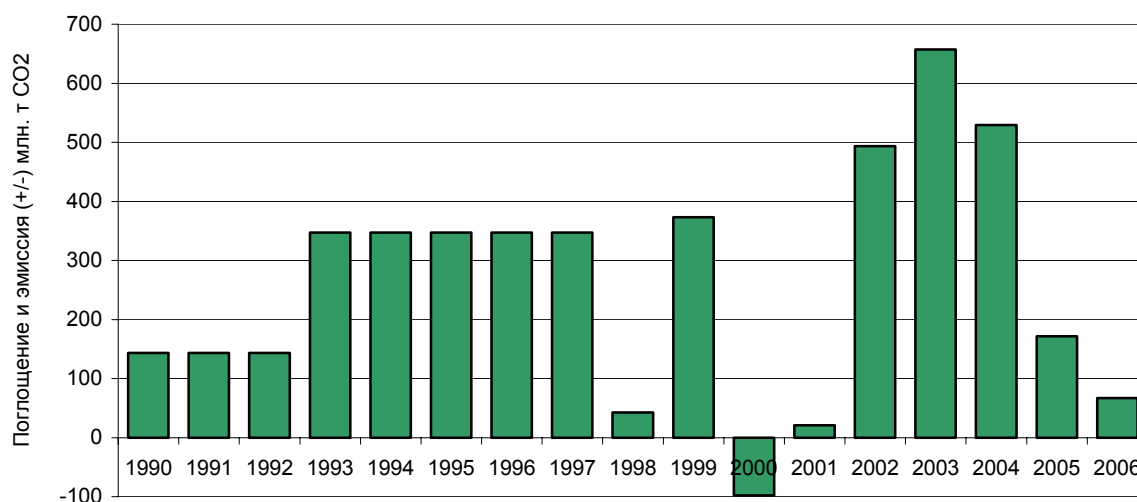


Рис. 7.5. Поглощение CO<sub>2</sub> биомассой управляемых лесов, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза

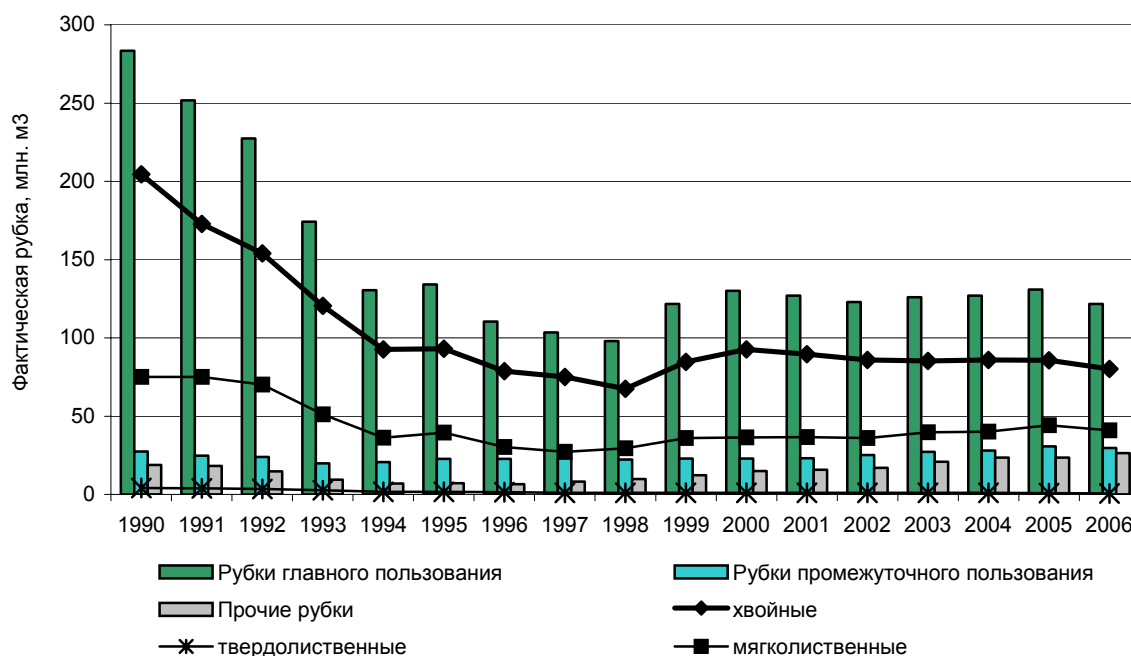


Рис. 7.6. Фактическая рубка древесины в лесах России по видам пользования и по хозяйственным секциям (для главного пользования лесом)

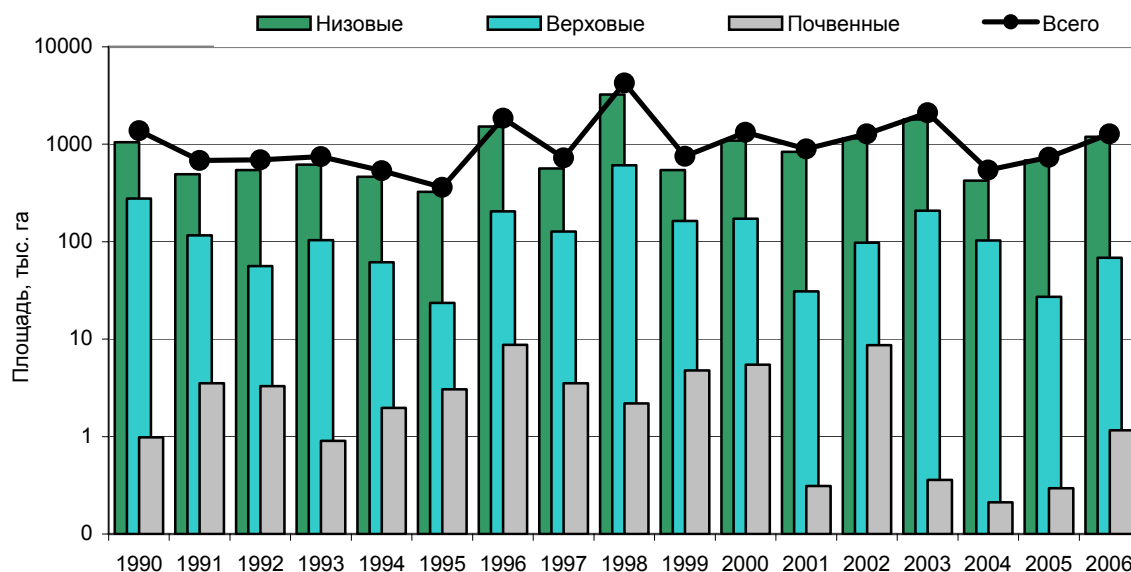


Рис. 7.7. Площади пожаров в управляемых лесах территории лесного фонда

Как видно из рисунка 7.7, высокая горимость лесов отмечалась в 1990, 1996, 1998 и 2003 годы. Следует отметить, что доля почвенных пожаров в суммарной площади возгораний не превышает 1 %. Поэтому их вклад практически не заметен за исключением тех лет, когда площадь почвенных пожаров была наибольшей – в 1996 и 2002 годах.

Удельную массу органических материалов, сгорающих при пожаре определенного типа ( $B_m$ ) взяли из работы (Исаев с соавт., 1995). Согласно (Исаев с соавт., 1995), при верховом пожаре на 1 гектаре сгорает около 30 т органических материалов в пересчете на сухое вещество, а во время низовых и подземных – соответственно 12 и 120 т с.в.  $\cdot$  га<sup>-1</sup>. Для пересчета биомассы и других органических материалов в углерод было принято, что его доля в биомассе всех древесных пород и других органических материалов (CF) составляет 0,5 (Исаев с соавт., 1995, Руководящие указания по эффективной практике, 2003). На рисунке 7.8 приведена расчетная оценка выброса CO<sub>2</sub> при лесных пожарах и лесозаготовках, а также суммарный выброс диоксида углерода с лесных земель управляемых лесов, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза (величины выброса CO<sub>2</sub> на рисунке 7.8 приведены для справки, так как они уже учтены в изменении запасов управляемых лесов).

Выбросы CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO и NO<sub>x</sub> определялись на основе долевого участия в атмосферном выбросе углеродсодержащих газов, выделяющихся при сгорании органики, и соотношения углерода и азота в продуктах горения. Такой подход соответствует первому уровню сложности методологии МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Соотношение N/C в продуктах горения принято 0,01. Доля углерода сгоревших органических материалов, которая выделяется в виде CH<sub>4</sub> и CO составляет соответственно 0,012 и 0,06. Доля азота, выделившегося в форме N<sub>2</sub>O и NO<sub>x</sub>, составляет 0,007 и 0,121 (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчет углерода в CO<sub>2</sub> выполняли при помощи коэффициента 44/12, в CH<sub>4</sub> и CO — при помощи коэффициентов 16/12 и 28/12. Выбросы азота пересчитывали в N<sub>2</sub>O и NO<sub>x</sub> на основе коэффициентов 44/28 и 46/14 соответственно. Выбросы CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO и NO<sub>x</sub> в управляемых лесах, находящиеся в ведении МПР России и Рослесхоза, приведены в таблице 7.7.

Значительная вариация выбросов парниковых газов в таблице 7.7 обусловлена воздействием природных и антропогенных факторов, определяющих условия возникновения и характер пожаров в лесах.

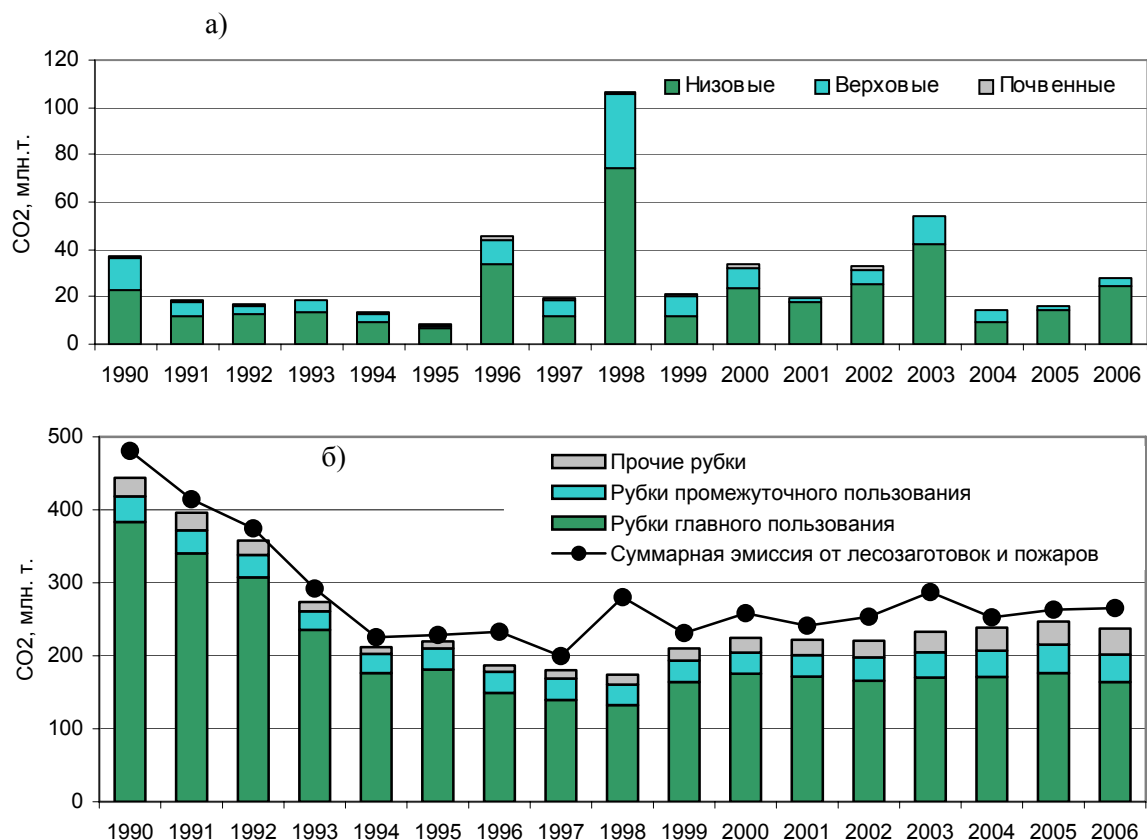


Рис. 7.8 Выбросы CO<sub>2</sub> от лесных пожаров (а) и лесозаготовок (б) и суммарный выброс диоксида углерода с лесных земель

Таблица 7.7

Выбросы CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO и NO<sub>x</sub> в управляемых лесах, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза

Год	Величина выброса, тыс. т			
	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>
1990	173,0	1513,6	1,2	43,0
1991	85,7	749,6	0,6	21,3
1992	77,7	680,2	0,5	19,3
1993	87,7	767,1	0,6	21,8
1994	62,1	543,4	0,4	15,4
1995	40,7	355,9	0,3	10,1
1996	215,6	1886,5	1,5	53,6
1997	91,3	798,6	0,6	22,7
1998	499,3	4369,0	3,4	124,1
1999	100,2	876,5	0,7	24,9
2000	157,3	1376,5	1,1	39,1
2001	90,8	794,8	0,6	22,6
2002	154,2	1349,0	1,1	38,3
2003	255,9	2239,1	1,8	63,6
2004	67,2	587,7	0,5	16,7
2005	74,9	655,0	0,5	18,6
2006	132,2	1156,3	0,9	32,8

## 7.4.2 Пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения

### 7.4.2.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 5.В.1 ОФД)

#### 7.4.2.1.1 Изменения углерода в биомассе многолетних древесных и кустарниковых растений на постоянно обрабатываемых землях сельскохозяйственного назначения

Исходные данные о площадях многолетних культур – плодово-ягодных, виноградных и чайных насаждений, а также насаждений хмеля, за период с 1990 по 2006 гг. взяты из отчетов Росстата и ежегодных статистических сборников (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006). При этом определяли суммарные площади многолетних культур и изменение этих площадей по сравнению с предыдущим годом. В случае сокращения площадей под многолетними насаждениями оценивали потери углерода в биомассе на этих площадях. На возделываемых площадях рассчитывали накопление углерода. Расчет изменения углерода в надземной биомассе многолетних культур выполняли в соответствии с методикой МГЭИК, уровень 1 (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Коэффициенты накопления углерода в растущей биомассе ( $2,1 \text{ т С} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ ) и потери углерода при вырубке или гибели насаждений ( $63 \text{ т С} \cdot \text{га}^{-1}$ ) взяты из таблицы 3.3.2 для умеренного климата (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Данные по площадям многолетних насаждений и изменения запасов углерода в живой биомассе с 1990 по 2006 гг. приведены в таблице 7.8.

Таблица 7.8

*Площади многолетних насаждений и нетто изменение запасов углерода их живой биомассы («+» накопление, «-» потери)*

Годы	Площадь многолетних насаждений, тыс. га	Сокращение площади многолетних насаждений по сравнению с предыдущим годом, тыс. га	Накопление углерода в оставшейся растущей биомассе, тыс. тонн	Потери углерода при вырубке или гибели многолетних насаждений, тыс. тонн	Годовая нетто углерода на площади многолетних насаждений, тыс. тонн <sup>1)</sup>
1990	1019,5	12,9	2140,95	812,7	1328,25
1991	1014,4	5,1	2130,24	321,3	1808,94
1992	1013,2	1,2	2127,72	75,6	2052,12
1993	1014,7	0	2130,87	0	2130,87
1994	1036,0	0	2175,60	0	2175,60
1995	1039,3	0	2182,53	0	2182,53
1996	1024,6	14,7	2151,66	926,1	1225,56
1997	1011,6	13,0	2124,36	819	1305,36
1998	987,1	24,5	2072,91	1543,5	529,41
1999	981,7	5,4	2061,57	340,2	1721,37
2000	986,4	0	2071,44	0	2071,44
2001	986,6	0	2071,86	0	2071,86
2002	970,0	16,6	2037,00	1045,8	991,20
2003	970,6	0	2038,26	0	2038,26
2004	961,8	8,8	2019,78	554,4	1465,38
2005	953,8	8,0	2002,98	504,0	1498,98
2006	920,1	33,7	1932,21	2123,1	-190,89

<sup>1)</sup> Годовая нетто углерода – разница накопления углерода в оставшейся растущей биомассе и потерях углерода за год при вырубке или гибели многолетних насаждений.



#### 7.4.2.1.2 Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе возделываемых земель (раздел 5.В.1.2 ОФД)

В настоящее время методика МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) не предоставляет основного подхода с рекомендуемыми параметрами оценки изменений запасов углерода в резервуарах мертвого органического вещества на возделываемых землях. Поэтому эта категория нами не оценивалась.

#### 7.4.2.1.3 Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах возделываемых земель (раздел 5.В.1.3 ОФД)

**Минеральные почвы.** Расчет ежегодного изменения запасов почвенного углерода в возделываемых землях проводился на основе балансовой оценки соединений углерода, поступающих в почвы и выносимых из них, согласно разработанной нами методике. При этом внесение органических и минеральных углеродсодержащих удобрений, известкование почв и фотосинтез произрастающих на этих землях культурных растений, рассматривались как статьи прихода (поступления) углерода в почву. Для расчета выноса углерода с возделываемых земель оценивали механические потери углерода почв с эрозией и дефляцией, вынос углерода с биомассой надземной части культурных растений при уборке урожая, а также при дыхании почв.

Согласно требованиям МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) в данном разделе рассматривались возделываемые земли, к которым относятся: пахотные почвы под культурными растениями, пар и площади многолетних насаждений. Исходные данные по площадям возделываемых земель за период с 1990 по 2006 гг. были получены в отчетах и справочных изданиях Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006).

**Поступление углерода в почвы.** Для оценки содержания углерода в разных видах органических удобрений были использованы данные литературы (Бамбалов и Янковская, 1994; Васильев, Филиппова, 1988; Массо, 1979; Мыц, 1996; Органические удобрения, 1988; Кобак, 1988; Inoko, 1985; ОНТП 17-81). Рассмотрены следующие виды органических удобрений: бесподстильный навоз крупного рогатого скота (КРС), свиней, подстильный навоз КРС, лошадей и овец, бесподстильный и подстильный помет, торфа (осоковый, тростниковый, древесно-тростниковый), солома, сидераты и некоторые виды компостов.

Согласно санитарным нормам, большинство органических удобрений, в частности навоз и помет, требуют хранения перед их внесением в пахотные почвы для дезинфекции. С этой целью навоз и помет хранится в среднем около 6 месяцев, в течение которых происходят потери органического углерода и азота. Поэтому данные по содержанию углерода в свежем веществе разных видов навоза и помета нами пересчитаны с учетом его средних потерь за время хранения (рис. 7.9).

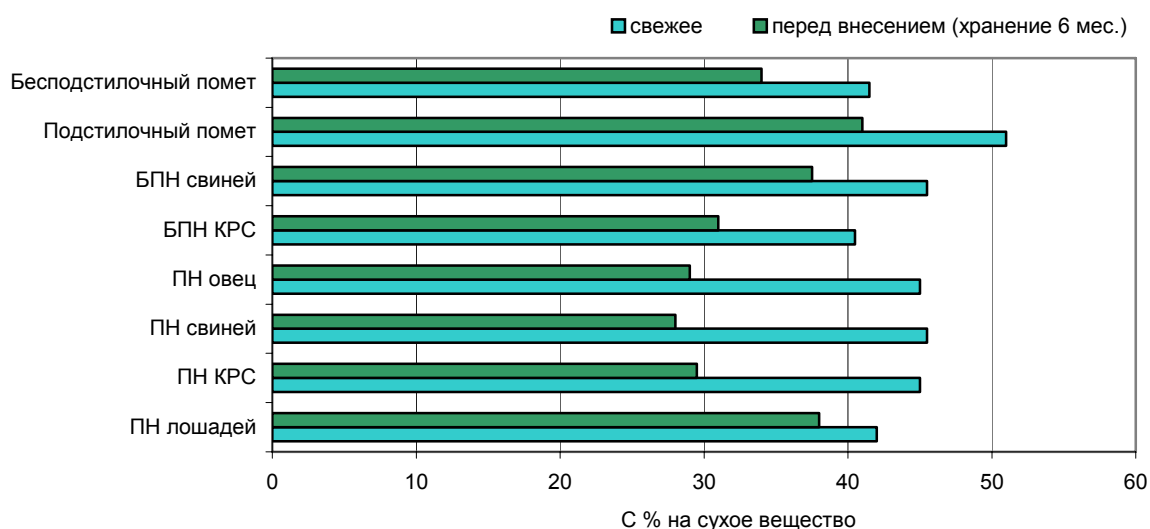


Рис. 7.9. Потери углерода разных видов навоза и помета при хранении

Статистические данные по внесению органических удобрений в почвы приводятся в расчете на физический вес по всем видам удобрений в целом. Соответственно процентное содержание углерода переведено на сырой вес органических удобрений, подготовленных к внесению, которое составляет от 4 % С в бесподстилочном навозе до 25 % С в торфах (табл. 7.9). Средняя величина содержания углерода в органических удобрениях составляет 18,24 % С, которая была использована нами в расчетах.

Поступление углерода с органическими удобрениями в почвы за период с 1990 по 2006 гг. приведено в таблице 7.10.

Как следует из этой таблицы, внесение органических удобрений сократилось в течение рассматриваемого периода на 87 % от 393,1 млн. тонн в 1990 г. до 48,4 млн. тонн в 2006, что связано с сокращением поголовья скота и птицы в Российской Федерации. В результате такого снижения внесения органических удобрений в почвы сократилось и количество в них углерода – от 71,7 млн. тонн в 1990 г. до 8,8 млн. тонн в 2006 г.

Таблица 7.9

*Содержание углерода в сыром веществе разных видов органических удобрений, подготовленных к внесению в почвы*

Вид органического удобрения	Среднее содержание углерода, % сырого вещества
Навоз	8,07
подстилочный	12,07
бесподстилочный	4,08
Торф	23,56
Помет	19,11
Солома, сидераты и др.	22,23
Среднее	18,24

Таблица 7.10.

*Внесение органических удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы за период с 1990 по 2006 гг., млн. тонн*

Годы	Внесение органических удобрений	Количество углерода, поступившего в с.х. земли
1990	393,1	71,7
1991 <sup>1)</sup>	347,2	63,3
1992 <sup>1)</sup>	268,7	49,0
1993	243,1	44,4
1994	166,3	30,3
1995	129,0	23,5
1996	109,0	19,9
1997	87,2	15,9
1998	73,1	13,3
1999	70,0	12,8
2000	67,1	12,2
2001	60,6	11,1
2002	61,6	11,2
2003	60,7	11,1
2004	54,0	9,9
2005	50,4	9,2
2006	48,4	8,8

<sup>1)</sup> данные по (Промышленно-экономические показатели..., 1996)

Оценка поступления углерода в возделываемые земли с минеральными удобрениями выполнена на основе статистической информации по общему количеству внесенных азотных, фосфорных и калийных удобрений в сельском хозяйстве России (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; 2004; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006) и среднему содержанию углерода в них. Согласно справочным данным (Дукаревич, 1976; Справочник по минеральным удобрениям, 1960), из двенадцати простых азотных удобрений, применяемых в России, четыре содержат углерод: нейтрализованная аммиачная селитра, сульфат аммония и мочевины, чистая мочевины и цианамид кальция. Из восьми видов фосфорных удобрений углерод встречается только в составе фосфоритной муки, а из девяти калийных – в составе поташа. Статистика по внесению минеральных удобрений в почвы приводится в пересчете на действующие вещества, поэтому коэффициенты по содержанию углерода в разных видах удобрений рассчитаны к соответствующим действующим веществам. При этом учтено соотношение углерода и прочих химических элементов в составе всех удобрений (содержащих и не содержащих углерод) каждого вида (азотных, фосфорных и калийных). Результаты расчетов коэффициентов приведены в таблице 7.11.

Поступление углерода в сельскохозяйственные почвы с минеральными удобрениями за период с 1990 по 2006 года приведено в таблице 7.12.

Аналогично минеральным удобрениям было оценено поступление углерода в почвы с известковыми материалами. Согласно статистическим данным, подавляющее большинство из вносимых известковых материалов составляют известняковая и доломитовая мука, содержание углерода в которых в среднем равно 12 % (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Однако, полученные уточненные данные (Шильников с соавт., 2006) показывают, что в известковых материалах содержится в среднем около 30 % примесей и влаги. Поэтому предварительно нами были рассчитаны объемы внесения чистой известняковой и доломитовой муки (70 %). Затем к полученному объему внесения чистых известково-содержащих карбонатов был применен коэффициент МГЭИК. Известкование сельскохозяйственных почв и рассчитанное поступление при этом углерода в почвы приведены в таблице 7.13.

За период с 1990 по 2006 гг. суммарное поступление углерода в почвы с минеральными удобрениями (табл. 7.12) и известковыми материалами (табл. 7.13) снизилось в 10 раз, что связано с соответственным сокращением их внесения в пахотные земли с 1990 года.

Одним из наиболее точных методов оценки фотосинтетического поступления углерода в экосистемы и нетто-продуктивности фотосинтеза можно считать хлорофилльный способ (Мокроносов, 1999). Этот способ и был нами использован для оценки накопления углерода в биомассе культурных растений. Точность оценки первичной биологической продуктивности составляет 15-25 %. При этом необходимо знать величину проективного содержания хлорофилла. Известно, что каждый килограмм хлорофилла обеспечивает в среднем за период вегетации связывание около 145 кг атмосферного углерода в фитомассе. Это соотношение может несколько варьировать в зависимости от видов растений. Поэтому для оценки поступления углерода с биомассой культурных растений нами были использованы хлорофилльные индексы разных культурных экосистем (зерновые, пропашные, одно- и многолетние травы и др.), которые были определены по данным Куренковой С.В. (Куренкова, 1998).

Таблица 7.11

*Коэффициенты по содержанию углерода в разных видах минеральных удобрений*

Вид удобрений	Среднее содержание действующего вещества, %	Среднее содержание углерода, %	Пересчетный коэффициент (углерод/ действ. в-во)
азотные	29,22	3,66	0,13
фосфорные	24,81	0,37	0,015
калийные	31,17	0,53	0,017

Таблица 7.12

*Внесение минеральных удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы за период с 1990 по 2006 гг., млн. тонн*

Годы	Внесение азотных удобрений	Внесение фосфорных удобрений	Внесение калийных удобрений	Суммарное поступление углерода в с.х. земли
1990	4,028	3,676	2,219	0,596
1991	3,590 <sup>1)</sup>	1,362 <sup>2)</sup>	1,581 <sup>2)</sup>	0,497
1992	2,974 <sup>1)</sup>	1,500 <sup>2)</sup>	1,079 <sup>2)</sup>	0,413
1993	2,106	1,281	0,908	0,298
1994	1,213	0,534	0,344	0,166
1995	0,936	0,370	0,181	0,126
1996	0,922	0,386	0,165	0,124
1997	0,959	0,405	0,175	0,129
1998	0,831	0,280	0,153	0,111
1999	0,814	0,175	0,143	0,107
2000	0,959	0,220	0,182	0,126
2001	0,889	0,262	0,195	0,119
2002	0,950	0,322	0,207	0,127
2003	0,832	0,300	0,192	0,112
2004	0,827	0,328	0,220	0,112
2005	0,854	0,345	0,221	0,117
2006	0,906	0,366	0,230	0,124

<sup>1)</sup> расчетные данные (интерполяция)

<sup>2)</sup> данные по (Использование минеральных удобрений..., 1995)

Таблица 7.13

*Известкование сельскохозяйственных почв и поступление углерода с известковыми материалами за период с 1990 по 2006 гг., млн. тонн*

Годы	Внесение известковых материалов, млн. тонн	Количество углерода, поступившего в с.х. земли, млн. тонн
1990	31,4	2,64
1991 <sup>1)</sup>	29,0	2,44
1992 <sup>1)</sup>	25,4	2,13
1991	29,0	2,44
1992	25,4	2,13
1993	18,3	1,54
1994	9,8	0,82
1995	6,2	0,52
1996	4,4	0,37
1997	3,3	0,28
1998	2,3	0,19
1999	2,5	0,21
2000	2,8	0,24
2001	2,7	0,23
2002	2,5	0,21
2003	2,6	0,22
2004	2,4	0,20
2005	2,3	0,19
2006	2,3	0,20

<sup>1)</sup> расчетные данные (интерполяция)

По оценкам Заварзина Г.А. (Заварзин, 2001) в среднем для экосистем России проективное содержание хлорофилла составляет около 22 кг/га. Эта величина была использована для тех культурных биоценозов, для которых более специфичных данных не было обнаружено, например, для многолетних насаждений. Величины, использованные в расчетах, приведены в таблице 7.14.

Следует отметить, что полученная величина связанного углерода для зерновых культур, близка значению, приведенному в работе Воронина с соавт. (Воронин с соавт., 1995) для сельскохозяйственных культур. Рассчитанные средние величины проективного содержания хлорофилла и его продуктивности, а также общее количество фотосинтетического связанного углерода могут быть использованы для крупномасштабных оценок стока углерода при фотосинтезе на сельскохозяйственных землях России. В таблице 7.15 показаны общие площади возделываемых земель в стране, на которых выращиваются сельскохозяйственные культуры, и соответствующее количество углерода биомассы растений за период с 1990 по 2006 гг.

Таблица 7.14

*Проективное содержание, продуктивность хлорофилла и связанный углерод в основных типах культурных экосистем*

Культура	Проективное содержание хлорофилла, кг/га	Продуктивность хлорофилла, кг С/кг хлорофилла	Фотосинтетически связанный углерод, т · га <sup>-1</sup> · год <sup>-1</sup>
зерновые	20,65	197	4,07
технические	13,3	184,5	2,45
пропашные	15,5	215	3,33
однолетние травы	20,73	141	2,92
многолетние травы	16,95	140	2,37
зернобобовые	20,69	169	3,50
овощебахчевые	18,4	176,5	3,25
многолетние насаждения	22,0	145	3,19
среднее	18,5	171	3,16

Таблица 7.15

*Поступление углерода при фотосинтезе культурных растений на сельскохозяйственных землях*

Годы	Площадь возделываемых земель (посевы и многолетние насаждения), млн. га	Количество углерода биомассы культурных растений, тыс. тонн/год
1990	118,7	420,0
1991	116,5	411,1
1992	115,6	408,8
1993	112,8	399,0
1994	106,4	372,8
1995	103,6	360,7
1996	100,7	351,2
1997	97,6	341,4
1998	92,6	322,5
1999	89,3	307,7
2000	86,4	298,0
2001	85,7	297,9
2002	85,5	297,4
2003	80,6	275,8
2004	79,7	275,3
2005	78,4	271,3
2006	78,0	269,3

Как следует из данных по всем рассмотренным источникам поступления углерода в сельскохозяйственные почвы, фотосинтетический углерод является основным потоком, определяющим общее количество накопленного углерода. Вклад органических удобрений менее существенен и составляет от 17 % в 1990 г. до 3,2 % в 2006 г., а на долю остальных источников приходится 0,7 % и 0,1 % в 1990 г. и 2006 г. соответственно. Снижение вклада органических и минеральных удобрений обусловлено сокращением их внесения в почвы за исследуемый период. Так в 1990 году внесение органических удобрений под посевы в сельскохозяйственных предприятиях соответствовало 3,5 т/га (Сельское хозяйство в России, 1995), а в 2006 г. эта величина снизилась до 0,9 т/га, что, очевидно, не может компенсировать потери органического вещества возделываемых почв.

*Потери углерода на возделываемых землях.* Общий вынос углерода с территории возделываемых земель рассматривался по следующим составляющим: механические потери углерода с дефляцией и эрозией почвы, вынос органического углерода с урожаем и побочной продукцией, а также потери углерода почв при их дыхании. Ниже описана методика расчета каждого из этих потоков.

По данным Титляновой с соавт. (Титлянова с соавт., 1998), за последние 60-70 лет средние потери органического углерода сельскохозяйственных почв Сибири в результате эрозии и дефляции составили около 100 кг/га в год. Эта величина, по-видимому, близка к средним потерям углерода на пашнях и для других регионов России. Однако следует отметить, что большее количество эродированного материала переотлагается в понижениях или овражной зоне в пределах пахотных земель, что не должно учитываться в наших расчетах. В Западной Европе эта величина оценивается около 75-80 % от всего объема эрозии почв (Сидорчук и Сидорчук, 1998). В Европейской части России объем выноса органического вещества почв за пределы пашни в среднем составляет 11-17 % от общей массы материала, перемещаемого плоскостным смывом (Пацукевич и Козловская, 2000). В центральной зоне Европейской части России (Среднерусская, Калачская, Приволжская и Верхнекамская возвышенности), а также на юге России в степной зоне (Ставрополье), для которых характерна высокая степень заовраженности и, соответственно, самая высокая по России овражная эрозия (Зорина, 2000; Любимов с соавт., 2000), доля продуктов плоскостного смыва, поступающих в водотоки или оседающих на непашотных землях (пастбищах), невелика и составляет 15-20 и 10-15 % соответственно от общего объема смыва. Таким образом, даже в регионах с интенсивной эрозией около 70-80 % эродированного материала переотлагается в пределах пашни, а вынос в водотоки составляет 20-30 % (Пацукевич и Козловская, 2000). По всей вероятности, эти величины применимы ко всей территории России. Поэтому, используя величину потерь углерода в 100 кг/га, предложенную Титляновой с соавт., можно заключить, что только 20-30 кг углерода с одного гектара безвозвратно выносятся за пределы пахотных земель (Титлянова с соавт., 1998).

Для верификации этих данных был проведен расчет объема смыва органического вещества с одного гектара площади водосбора с использованием информации по качеству поверхностных вод Российской Федерации за 1991, 1992, 1993 и 1995 годы (Ежегодник качества поверхностных вод РФ, 1993; 1994; 1995). Для этого нами проанализированы площади водосборов и данные по содержанию органического вещества в водах рек Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Охотского, Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей, бассейна Тихого океана и озера Байкал. Принимая содержание углерода в органическом веществе равным 50 %, рассчитали величину смыва углерода с территории соответствующего водосбора. Полученные результаты представлены в таблице 7.16.

Из данных таблицы 7.16 следует, что величина смыва углерода в среднем по стране находилась в пределах 21-25 кг с гектара водосбора в начале 90-х годов. Учитывая, что в последние годы проведение противоэрозионных мероприятий в сельском хозяйстве России сократилось, для расчетов за период с 1990 по 2006 года выбрано максимальное значение потерь – 25 кг/га. Полученная величина хорошо согласуется с данными Титляновой с соавт. и Пацукевич и Козловской, рассмотренными выше (Титлянова с соавт., 1998; Пацукевич и

Козловская, 2000). Результаты расчетов по ежегодным потерям углерода с площади возделываемых земель (посевы, пар и многолетние насаждения) при эрозии и дефляции почв приведены в таблице 7.17.

Таблица 7.16

*Смыв углерода с одного гектара водосбора рек на территории Российской Федерации, кг/га в год*

Река	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Смыв углерода с территории водосбора, кг · га <sup>-1</sup> · год <sup>-1</sup>			
		1991	1992	1993	1995
Кола	3,78	27,2	28,3	28,8	21,0
Онега	55,7	47,5	37,4	49,0	50,1
Сев. Двина	348	43,8	34,2	53,9	41,8
Мезень	56,4	35,8	36,0	49,6	30,7
Печора	312	49,0	39,3	42,9	32,9
Обь	2430	15,7	8,6	16,1	14,9
Таз	100	34,5	23,3	13,5	28,6
Енисей	2440	14,9	21,3	18,1	18,4
Анабар	78,8	25,6	24,7	22,6	16,9
Оленек	198	29,3	17,7	23,8	14,5
Лена	2430	12,0	13,3	12,0	15,4
Индигарка	322	7,9	9,0	10,0	8,9
Колыма	635	7,0	8,8	7,2	4,0
Камчатка	45,6	18,4	18,0	11,1	13,4
Пенжина	71,6	6,9	6,6	7,1	8,9
Гижига	11,7	21,5	17,5	24,3	18,0
Тауй	25,1	27,9	25,7	9,8	34,1
Амур	1790	15,2	20,9	16,8	13,8
Тынь	7,72	29,6	14,8	29,3	40,0
Поронай	6,08	92,1	91,3	63,2	153,8
Нева	281	20,5	22,4	18,7	---
Преголя	13,6	22,2	35,4	---	36,4
Днепр	14,1	17,2	---	20,5	---
Дон	420	7,3	4,0	4,7	9,3
Сев. Донец	80,9	6,3	5,3	8,5	9,2
Кубань	49	15,0	22,6	25,8	10,8
Сочи	0,296	27,0	36,5	32,6	25,2
Терек	37,4	24,6	34,5	29,4	10,7
Урал	82,3	4,4	2,3	4,1	3,9
Верхняя Ангара	20,6	12,9	17,7	12,0	32,0
Баргузин	19,8	16,1	14,2	9,2	12,0
Селенга	445	5,0	3,1	5,0	4,8
среднее		23,4	22,4	21,3	24,5

Таблица 7.17

Вынос углерода при эрозии и дефляции с возделываемых земель с 1990 по 2006 гг.

Годы	Площадь возделываемых земель (посевы, пар и многолетние насаждения), млн. га	Эрозия и дефляция углерода с территории возделываемых земель, тыс. тонн/год
1990	132,5	3,31
1991	131,2	3,28
1992	128,6	3,22
1993	126,3	3,16
1994	123,3	3,08
1995	121,0	3,02
1996	118,4	2,96
1997	115,3	2,88
1998	111,2	2,78
1999	106,9	2,67
2000	104,4	2,61
2001	103,2	2,58
2002	101,9	2,55
2003	96,9	2,42
2004	95,8	2,39
2005	93,3	2,33
2006	91,9	2,30

Сокращение потерь углерода с эродированным материалом объясняется сокращением площадей возделываемых земель в стране с 1990 года.

Вынос углерода биомассы культурных растений с территории возделываемых земель при уборке урожая рассчитывали как сумму потерь углерода с побочной продукцией (солома, ботва) и урожаем основной продукции (зерно, корнеплоды). Как и для расчетов поступления азота с пожнивными и корневыми остатками растений (см. раздел Сельское хозяйство, категория 4.D.1.4.), мы использовали регрессионные уравнения Левина для оценки количества биомассы побочной продукции растений на основе данных урожайности основной продукции (Левин, 1977; Романовская с соавт., 2002). Ниже представлен общий вид уравнений, используемых в расчетах:

$$Sub = \sum_i ((a_i Y_i + b_i) * C_i) * S_i, \text{ где} \quad (7.6)$$

- Sub – масса углерода, вынесенного с пахотных земель с побочной продукцией культурных растений определенного вида  $i$  (кг С);
- $Y_i$  – урожайность основной продукции данной культуры (ц сух. в-ва/га);
- $a_i$  и  $b_i$  – соответствующие коэффициенты для расчета массы побочной продукции данной сельскохозяйственной культуры при определенном уровне урожайности (Левин, 1977);
- $C_i$  – содержание углерода в надземной части биомассы данной культуры (кг С/кг сух. массы) (Пересмотренные руководящие принципы, 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000);
- $S_i$  – посевная площадь данного вида растений, га.



Содержание углерода в надземной части биомассы растений разных видов определено по данным МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы, 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000). Для тех культур, по которым данные отсутствовали, использовали коэффициент 0,45. Масса углерода в побочной продукции риса, горчицы, рапса и сои были оценены по регрессионным уравнениям наиболее биологически близких к ним видам культурных растений. У силосных растений (кукуруза) и многолетних и однолетних трав побочная продукция не оценивалась нами отдельно, и вся надземная биомасса рассматривалась как основная продукция.

Определение углерода, вынесенного с полей с урожаем основной продукции, выполнено на основании данных по валовому сбору и содержанию углерода в основной продукции или надземной части растений (Пересмотренные руководящие принципы, 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000). Так же, как и для побочной продукции, при отсутствии видоспецифичной информации по содержанию углерода в основной продукции растений использовали коэффициент 0,45, что согласуется с данными, полученными для агроценозов в работе (Титлянова с соавт., 2005).

Исходные данные по урожайности, валовому сбору и посевным площадям культурных растений взяты из отчетов и справочных материалов Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; 2004; Российский статистический ежегодник, 2006). Величины выноса углерода с полей с побочной и основной продукцией культурных растений за период с 1990 по 2006 гг., а также суммарные потери углерода биомассы растений приведены в таблице 7.18.

Как следует из данных таблицы 7.18, в целом наблюдается тенденция снижения количества углерода основной и побочной продукции культурных растений с 1990 года. Это связано с сокращением посевных площадей в стране. Урожайность растений формируется в зависимости от комплекса экологических, агрохимических и других факторов и изменяется между годами не линейно, поэтому и суммарные потери углерода биомассы несколько варьируют в течение исследуемых пятнадцати лет.

Таблица 7.18

*Вынос углерода с возделываемых земель при уборе урожая с 1990 по 2006 гг.*

Годы	Углерод в урожае основной продукции растений, млн. тонн	Углерод в побочной продукции растений, млн. тонн	Суммарный вынос углерода с полей при уборке урожая, млн. тонн
1990	195,1	97,3	292,4
1991	159,7	76,1	235,7
1992	166,2	88,7	255,0
1993	152,6	82,6	235,2
1994	115,9	66,9	182,8
1995	113,6	64,1	177,7
1996	104,5	67,9	172,5
1997	112,4	79,3	191,7
1998	75,0	58,9	134,0
1999	83,1	61,1	144,2
2000	90,9	64,0	154,9
2001	93,9	75,6	169,6
2002	91,5	79,1	170,6
2003	87,4	66,3	153,7
2004	91,6	72,7	164,3
2005	91,1	74,8	165,9
2006	95,1	75,6	170,6

Дыхание почв складывается из следующих потоков: дыхание корней и дыхание почвенной микрофлоры. Последнее происходит в результате разложения почвенного органического вещества (Кудеяров и Курганова, 2005). Учитывая, что дыхание корней уже учтено нами при рассмотрении фотосинтетического связанного углерода, ассимилированного в растениях (чистая первичная продукция), нам необходимо было оценить потери углерода в форме  $\text{CO}_2$  при разложении почвенного органического вещества. Для этого нами проанализированы данные литературы по экспериментальным оценкам дыхания разных типов почв под разными сельскохозяйственными культурами, измеренными в течение вегетационного периода (Ларионова и Розанова, 1993; Макаров, 1988; Ларионова, 1988; Rochette et al., 1992; Наумов, 1994; Смирнов, 1954; Тюлин и Кузнецов, 1971; Кудеяров с соавт., 1995; Ковалева и Булаткин, 1987; Котакова, 1975; Трофимова, 1989; Зборищук, 1979; Бурдюков и Телюгин, 1983; Зон и Алешина, 1953; и др.), а также дыхание почв под паром (Емельянов, 1970; Котакова, 1975; Кудеяров с соавт., 1995; Наумов, 1994; Макаров, 1993). Собранные данные по интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  почвами были приведены к единым единицам измерения ( $\text{мг CO}_2/\text{м}^2$  в час) и усреднены по основным типам почв (черноземы, дерново-подзолистые, каштановые и серые лесные почв). Полученные результаты приведены в таблице 7.19.

Полученные средние значения, приведенные в таблице 7.19, использованы нами при расчете общего почвенного дыхания на территории возделываемых земель. Однако, следует учитывать, что данные величины включают в себя и дыхание корней. Во избежание двойного учета корневого дыхания, мы условно приняли, что вклад корней в общее почвенное дыхание в агроценозах равен 40 %. По данным Благодатского с соавт., величина корневого дыхания на пашнях находится в пределах от 1/2 до 1/3 от общего почвенного дыхания (Благодатский с соавт., 1993). В работе Кудеярова и Кургановой доля корневого дыхания в агроценозах определена равной в среднем 38 % (Кудеяров и Курганова, 2005). Таким образом, принятый нами коэффициент согласуется с данными литературы.

Для корректной оценки годового потока  $\text{CO}_2$  и соответствующих потерь углерода на территории возделываемых земель необходимо также рассчитать величину дыхания почв вне вегетационного периода. По различным данным зимнее дыхание почв может составлять от 10 % до 47 % (Кудеяров и Курганова, 2005) годового потока. По оценке Заварзина на территории нашей страны зимний поток углекислого газа при дыхании пахотных почв в среднем составляет около 10 % от годового (Заварзин, 2001). Эта величина и была использована нами в расчетах.

Таким образом, с использованием данных по соотношению площадей разных типов почв на сельскохозяйственных угодьях России (Распределение земельного фонда..., 1980) и полученных средних коэффициентов для основных типов почв (табл. 7.19) были рассчитаны величины общего дыхания почв на территории возделываемых земель в течение вегетационного периода. Продолжительность вегетационного периода была определена по справочным данным для каждого экономического района России (Романенко с соавт., 2000). Затем вычитали вклад корневого дыхания, прибавляли зимнее дыхание почв и переводили в единицы углерода. Полученные результаты по ежегодным потерям углерода с микробным дыханием почв возделываемых земель за период с 1990 по 2006 гг. приведены в таблице 7.20.

Сокращение дыхания почв и соответственных потерь углерода после 1990 г. обусловлено сокращением площадей возделываемых земель в стране в течение рассматриваемого периода.

*Ежегодный баланс углерода.* На основании полученных оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на возделываемых землях за период 1990-2006 гг. (рис. 7.10.). Положительные величины показывают поступление углерода в агроценозы, а отрицательные – его потери. Как следует из рисунка 7.10, общий годовой баланс углерода на возделываемых землях России отрицательный в течение всего рассматриваемого периода и характеризуется нетто потерями углерода. Годовой нетто выброс углерода в расчете на гектар возделываемых земель в стране представлен на рисунке 7.11. В течение последних лет (с 1998 г.) наблюдается тенденция повышения годовых нетто потерь углерода, что, по-видимому, прежде всего, связано с резким спадом внесения органических удобрений в стране.

Таблица 7.19

Средние значения дыхания разных типов почв в агроценозах

Почва	Культура	Эмиссия CO <sub>2</sub> , мг CO <sub>2</sub> ·м <sup>-2</sup> ·час <sup>-1</sup>	Источник
серая лесная		70	(Ларионова и Розанова, 1993)
среднее по агроземам		430	»»
дерново-подзолистая		270	(Макаров, 1988)
дерново-подзолистая	картофель	420	»»
дерново-подзолистая	овес	540	»»
дерново-подзолистая	озимая пшеница	450	»»
предкавказский чернозем	озимая пшеница	483	»»
предкавказский чернозем	яровая пшеница	480	»»
предкавказский чернозем	картофель	580	»»
предкавказский чернозем	кормовые (люцерна)	1003	»»
серая лесная		55	(Ларионова, 1988)
дерново-подзолистая	овес	230	(Макаров, 1988)
подзолистая	сах. свекла	404	»»
подзолистая	ячмень	594	(Rochette et al., 1992)
дерново-подзолистая глеевая	овес	120	(Наумов, 1994)
мерзлотно лугово- черноземная	овес	513	»»
чернозем	зерновые	160	»»
каштановая	пшеница	225	»»
дерново-подзолистая	клевер	359	(Смирнов, 1954)
дерново-подзолистая	овес	70	»»
дерново-подзолистая	яровые зерновые	286	(Тюлин и Кузнецов, 1971)
серая лесная	яровые зерновые	124	(Кудеяров с соавт., 1995)
серая лесная	озимая пшеница	318	(Ковалева и Булаткин, 1987)
чернозем выщелоченный	озимая пшеница	208	(Котакова, 1975)
чернозем выщелоченный	клевер	338	»»
чернозем обыкновенный	горох	173	(Трофимова, 1989)
чернозем обыкновенный	среднее	189	(Зборищук, 1979)
чернозем	среднее	495	(Бурдюков и Телюгин, 1983)
чернозем обыкновенный маломощный		451	(Зон и Алешина, 1953)
чернозем южный		180	(Лядова, 1975)
чернозем обыкновенный		160	(Кривонос и Егоров, 1983)
чернозем		869	(Попова, 1968)
чернозем типичный	зерновые (среднее)	291	(Дьяконова, 1961)
чернозем типичный	люцерна	375	»»
темно-каштановая	яровые зерновые	248	(Емельянов, 1970)
каштановая	яровые зерновые	207	(Чимитдоржиева с соавт., 1990)
светло- каштановая	яровые зерновые	376	(Кретинина и Пожилов, 1989)
среднее по черноземам		402	
среднее по дерново-подзолистым почвам		340	
среднее по другим типам почв		256	
среднее		368	
дерново-подзолистая	пар	80	(Макаров, 1993)
мерзлотно лугово- черноземная	пар	238	(Наумов, 1994)
каштановая	пар	243	»»
чернозем выщелоченный	пар	157	(Котакова, 1975)
темно-каштановая	пар	362	(Емельянов, 1970)
серая лесная	пар	160	(Кудеяров с соавт., 1995)
среднее для пара		207	

Таблица 7.20

Потери углерода с возделываемых земель при дыхании почв с 1990 по 2006 гг.

Годы	Потери углерода при дыхании почв, млн. тонн С
1990	285,61
1991	282,71
1992	277,49
1993	272,47
1994	265,47
1995	260,82
1996	255,00
1997	248,76
1998	239,09
1999	230,67
2000	225,11
2001	222,85
2002	220,56
2003	210,33
2004	208,41
2005	203,22
2006	201,84

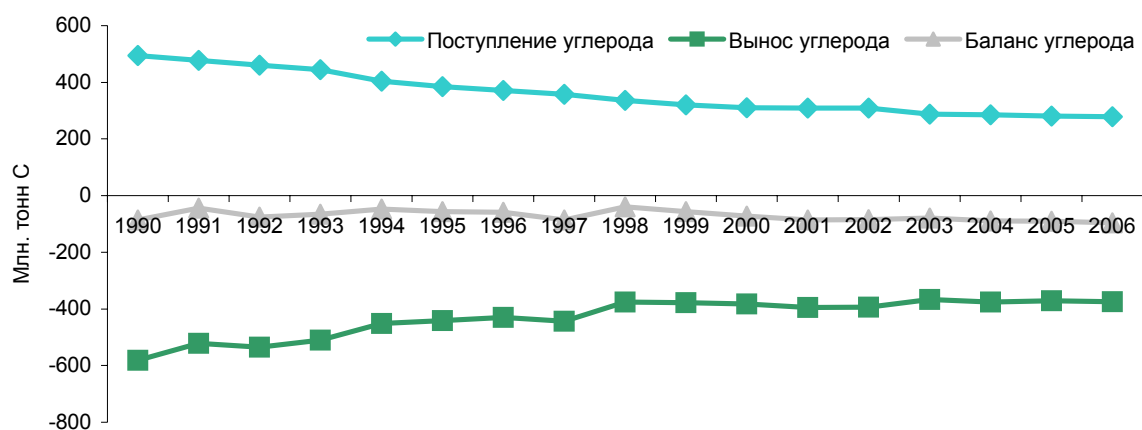


Рис. 7.10. Ежегодный баланс углерода в минеральных почвах возделываемых землях страны за период с 1990 по 2006 гг., млн. тонн С

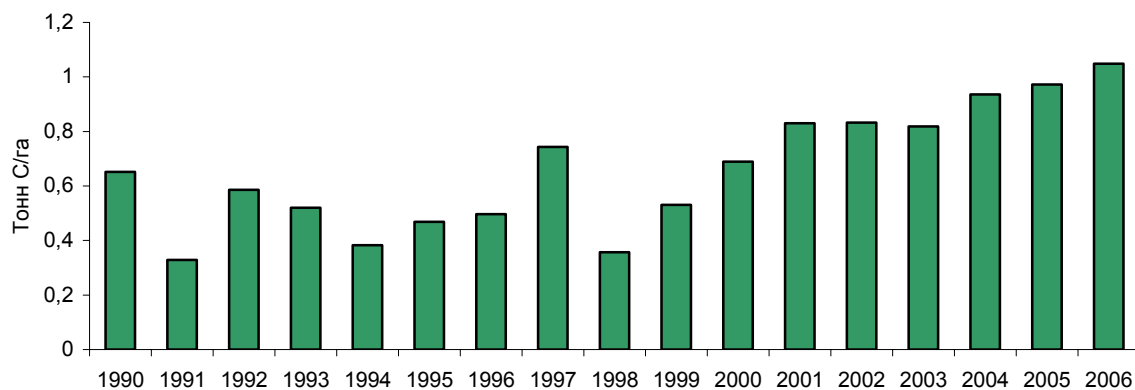


Рис. 7.11. Годовые нетто-потери углерода с одного гектара минеральных почв возделываемых земель за период с 1990 по 2006 гг., тонн С/га

*Органогенные почвы.* Выбросы углекислого газа от обрабатываемых органогенных почв на возделываемых землях оценены в соответствии с уровнем 1 методики МГЭИК (GPG LULUCF, 2003) и коэффициентами по умолчанию (табл. 3.3.5) для умеренно-холодного климата ( $1,0 \text{ т С} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ ). Ежегодные статистические данные по площадям обрабатываемых органогенных почв в стране отсутствует. Поэтому их площадь была определена расчетным путем на основании общей ежегодной культивируемой площади в стране (сумма посевных площадей, пара и многолетних насаждений) (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Российский статистический ежегодник, 2006; материалы Росстата) и доле торфянистых и торфяных почв в сельскохозяйственных угодьях России, которая составляет около 1,5% (Распределение земельного фонда..., 1980). Результаты расчетов площадей органических почв и потерь углерода с них приведены в таблице 7.21. Выбросы закиси азота с рассчитанной площади обрабатываемых органогенных почв за период с 1990 по 2006 гг. оценены в секторе Сельского хозяйства, категория 4.D.1.5.

*Известкование почв.* Внесение известь-содержащих карбонатов, таких как известняк и доломит, приводит к дополнительной эмиссии углекислого газа на сельскохозяйственных землях. В соответствии с уровнем 1 методики МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), который был использован нами для расчетов, весь углерод внесенных карбонатов теряется в виде  $\text{CO}_2$  в год внесения, хотя в действительности это может длиться в течение нескольких лет. Ежегодные объемы внесения известняка и доломита на сельскохозяйственных землях за период с 1990 по 2006 гг. взяты из отчетов и справочников Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Российский статистический ежегодник, 2006). Согласно полученным уточненным данным (Шильников с соавт., 2006) известковые материалы содержат в среднем около 30 % примесей и влаги. Поэтому предварительно нами были рассчитаны объемы внесения чистой известняковой и доломитовой муки, которые составляют 70 % от общего внесения. Затем к полученному объему внесения чистых известь-содержащих карбонатов был применен коэффициент МГЭИК. Коэффициент выбросов  $\text{CO}_2$  принят по умолчанию (уравнение 3.3.6., Руководящие указания по эффективной практике, 2003) и эквивалентен среднему содержанию углерода в карбонатных соединениях (12 %). Потери углерода в виде  $\text{CO}_2$  при известковании почв карбонатными соединениями за период 1990-2006гг. представлены в таблице 7.22.

Как следует из таблицы 7.22, выбросы углерода при известковании сельскохозяйственных земель постепенно снижались. Так в 1990г. они составляли около 2,6 млн. тонн/год, а в 2006 г. не превышали 7,6 % от уровня 1990 года. Сокращение количества использованных известковых материалов в течение 1990-2006 гг. обусловлено общим экономическим спадом в агропромышленном производстве страны.

*Сжигание биомассы на возделываемых землях.* Контролируемого сжигания биомассы на возделываемых землях, остающихся возделываемыми землями, в нашей стране не производится. По-видимому, пожары на этих территориях могут иметь место, однако достоверная информация об их объемах не доступна. Можно предположить, что в течение года пожарам может быть подвержено крайне незначительное количество культурных насаждений. Учитывая вышеизложенное, оценка выбросов парниковых газов при сжигании биомассы на возделываемых землях не выполнялась.

#### **7.4.2.2 Земли, преобразованные в пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 5.B.2 ОФД)**

Конверсия земель из других видов пользования и из естественного состояния (распашка целинных земель) в возделываемые земли в России в течение рассматриваемого периода с 1990 по 2006 гг. не производилась. Это подтверждается статистическими данными о ежегодном сокращении существующих площадей возделываемых земель (табл. 7.16) и может объясняться вероятным избытком площадей пашен в стране после распада СССР и/или общим спадом агропромышленного производства в последние годы. Таким образом, выбросы парниковых газов от этой категории земель не рассчитывались и соответствующие листы ОФД не заполнялись.

Таблица 7.21

Потери углерода с возделываемых земель при обработке органогенных почв за период с 1990 по 2006 гг., тыс. тонн

Годы	Площадь культивируемых органогенных почв, га/год	Потери углерода при культивации органогенных почв, тыс. тонн С
1990	1987986,0	1988,0
1991	1968159,0	1968,2
1992	1929459,0	1929,5
1993	1895091,0	1895,1
1994	1849867,5	1849,9
1995	1814436,0	1814,4
1996	1776253,5	1776,3
1997	1730161,5	1730,2
1998	1668175,5	1668,2
1999	1603425,0	1603,4
2000	1566721,5	1566,7
2001	1548336,0	1548,3
2002	1527886,5	1527,9
2003	1453515,0	1453,5
2004	1436352,0	1436,4
2005	1399906,2	1399,9
2006	1378252,5	1378,3

Таблица 7.22

Годовые выбросы CO<sub>2</sub> и потери углерода с возделываемых земель при их известковании карбонатными соединениями с 1990 по 2006 гг.

Годы	Внесение известняковой муки и других известковых материалов, млн. тонн	Выбросы CO <sub>2</sub> , млн. тонн	Выбросы углерода, млн. тонн
1990	31,4	9,67	2,64
1991 <sup>1)</sup>	29,0	8,93	2,44
1992 <sup>1)</sup>	25,4	7,82	2,13
1993	18,3	5,64	1,54
1994	9,8	3,02	0,82
1995	6,2	1,91	0,52
1996	4,4	1,36	0,37
1997	3,3	1,02	0,28
1998	2,3	0,71	0,19
1999	2,5	0,77	0,21
2000	2,8	0,86	0,24
2001	2,7	0,83	0,23
2002	2,5	0,76	0,21
2003	2,6	0,79	0,22
2004	2,4	0,73	0,20
2005	2,3	0,70	0,19
2006	2,3	0,72	0,20

<sup>1)</sup> расчетные данные (интерполяция)

### 7.4.3 Сенокосы и пастбища (раздел 5.С ОФД)

#### 7.4.3.1 Постоянные сенокосы и пастбища (раздел 5.С.1 ОФД)

К данной категории луговых земель, находящихся в антропогенном использовании, относятся земли кормовых угодий, включая пастбища и сенокосы. Несмотря на схожесть растительного покрова этих двух сообществ, тип и интенсивность их использования существенно различаются, и это необходимо учитывать при оценке изменения запасов углерода. Расчет проводился на основе балансовой методологии оценки динамики запасов почвенного углерода на этих землях аналогично методике, применяемой нами для возделываемых земель (категория 5.В.1. ОФД). В настоящее время в Федеральном агентстве кадастра объектов недвижимости РФ получены данные по площадям пастбищ и сенокосов в стране у землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством (таблица 7.23), а также их распределение по субъектам Федерации за 1990г. и за период с 1998 по 2006гг. (Земельный фонд РФ, 2006). Распределение площадей по областям и регионам РФ в течение периода с 1991 по 1997гг. было выполнено нами в соответствии со средним соотношением площадей кормовых угодий в субъектах РФ за 1990 и 1998 года с использованием суммарной площади сенокосов и пастбищ в стране в определенном году. Для проведения расчетов нами были использованы земельные площади угодий, используемые землепользователями, занимающимися сельскохозяйственным производством, доля которых от всех сельскохозяйственных угодий в стране составляет около 90 % (Государственный (национальный) доклад..., 2005). Данные по общим площадям сельскохозяйственных угодий, т.е. угодий не только используемых в сельскохозяйственном производстве, но и пригодных к такому использованию, включают также площади земель запаса, которые относятся к неиспользуемым землям и, следовательно, не должны включаться в кадастр антропогенных выбросов и поглощения парниковых газов.

Таблица 7.23

*Площади кормовых угодий землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством в России за период с 1990 по 2006 гг., млн. га*

Годы	Кормовые угодья, млн. га
1990	80,1
1991	79,7
1992	78,3
1993	76,3
1994	77,8
1995	78,7
1996	78,7
1997	77,6
1998	69,7
1999	72,6
2000	72,6
2001	72,2
2002	71,6
2003	71,5
2004	70,9
2005	70,5
2006	70,05

Как следует из данных таблицы 7.23, в 1994, 1995, и 1999 годах площади кормовых угодий в стране незначительно увеличивались, несмотря на четкую тенденцию в целом сокращения этих земель в течение периода с 1990 по 2006 год. По-видимому, это увеличение площадей происходило за счет земель, находившихся под кормовыми угодьями в предыдущие года и неиспользуемых в течение не более 2-3 последних лет. За этот срок качество растительного покрова пастбищ и сенокосов было бы еще сохранено, и это позволило бы использовать данные земли вновь. В течение 2-3 лет существенного изменения запасов углерода ни в живой биомассе, ни в почвах на этих землях произойти не может. Поэтому оценивать изменение запасов углерода на этих площадях в категории 5.C.2. Земли, переустроенные в луговые земли, было бы некорректно, и они будут рассмотрены в категории луговых земель, постоянно остающихся луговыми землями.

#### 7.4.3.1.1 Изменения углерода в биомассе многолетних растений на землях пастбищ и сенокосов

В соответствии с методикой МГЭИК, уровень 1 (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), допускается, что при неизменной практике управления кормовыми угодьями, запасы углерода в живой биомассе не изменяются. В России в течение периода с 1990 по 2006 гг. методы ведения хозяйства и режимы использования кормовых угодий практически не изменялись, и поэтому годовое изменение запасов углерода в живой биомассе на постоянных землях кормовых угодий нами не оценивалось («NO»).

#### 7.4.3.1.2 Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе сенокосов и пастбищ (раздел 5.C.1.2 ОФД)

В настоящее время методика МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) не предоставляет основного подхода с рекомендуемыми параметрами оценки изменений запасов углерода в резервуарах мертвого органического вещества на пастбищах и сенокосах. Следовательно, эта категория нами не оценивалась и в таблицах ОФД использован стандартный указатель «NA» (не применимо).

#### 7.4.3.1.3 Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах земель сенокосов и пастбищ (раздел 5.C.1.3 ОФД)

**Минеральные почвы.** Расчет ежегодного изменения запасов почвенного углерода на землях сенокосов и пастбищ проводился на основе балансовой оценки соединений углерода, поступающих в почвы и выносимых из них, согласно разработанной нами методике. При этом фотосинтез произрастающих на этих землях растений и оставленный на пастбищах навоз (помет) сельскохозяйственных животных и птицы, рассматривались как статьи прихода (поступления) углерода в почву. Для расчета выноса углерода с земель сенокосов и пастбищ оценивали механические потери углерода почв с эрозией и дефляцией, вынос углерода с биомассой надземной части растений при покосе и потреблении пастбищных кормов животными, а также при дыхании почв. Внесение органических и минеральных удобрений, а также известкование почв теоретически могут проводиться на территории сенокосов и пастбищ и, таким образом, должны рассматриваться при оценке поступления углерода в почвы. Однако в течение лет периода 1990-2006 гг. объемы этих работ в аграрном секторе сильно сократились (внесение органических удобрений на 88 %, минеральных – на 80 % и известковых материалов – на 93 %) и, по-видимому, все удобрения и добавки в настоящее время вносятся на пахотных землях. Поэтому мы рассматривали их в разделе 5.B.1.3 ОФД (Возделываемые земли).

**Поступление углерода в почвы.** Аналогично оценке поступления фотосинтетически связанного за год углерода и нетто-продуктивности экосистем, выполненной в разделе возделываемых земель, для сенокосов и пастбищ нами также использовался хлорофилльный способ (Мокроносов, 1999). По оценкам Заварзина Г.А. (Заварзин, 2001) в среднем для экосистем России проективное содержание хлорофилла составляет около 22 кг/га. Каждый килограмм хлорофилла обеспечивает в среднем за период вегетации связывание около 145 кг атмосферного углерода в фитомассе. Таким образом, в среднем за год на гектар площади поступает около 3,19 тонн атмосферного углерода (табл. 7.13). Учитывая, что



более точных данных по величине фотосинтетически связанного углерода на землях кормовых угодий не было обнаружено, мы использовали в расчетах полученное среднее значение. В таблице 7.24 показано ежегодное поступление атмосферного углерода в экосистемы пастбищ и сенокосов при фотосинтезе растений за период с 1990 по 2006 гг.

Навоз и помет сельскохозяйственных животных и птицы, остающийся на местах их выгула и выпаса рассматривался как второй источник поступления органического углерода в почвы пастбищ. При оценке поступления углерода в почвы с навозом пастбищных животных учитывали только твердые экскременты (кал). Моча животных содержит в среднем около 2,5 % органических соединений (мочевина и мочевая кислота), в составе которых, в свою очередь, находится от 20 до 35 % углерода (Биологический энциклопедический словарь, 1989). Однако продуктами распада этих соединений в основном являются газообразные соединения (аммиак, вода и углекислый газ). Таким образом, нами было принято, что весь углерод органических соединений мочи животных теряется в виде эмиссии CO<sub>2</sub> в атмосферу и органический углерод в почву не попадает.

Оценка поступления углерода с навозом и пометом в почвы пастбищ выполнялась по данным справочной литературы по суточным нормам выхода навоза и помета для разных видов сельскохозяйственных животных и птицы, а также величинам влажности их экскрементов (ОНТП 17-81, 1983; Агрохимия, 1984). Для некоторых животных, по которым необходимые данные не обнаружены (козы, верблюды, мулы, ослы и северные олени), среднесуточный выход навоза рассчитывался с учетом соотношения коэффициентов выбросов метана от навоза (см. глава 6, Сельское хозяйство) этих видов и биологически близких видов животных, для которых выход навоза известен. Так, среднесуточный выход твердых экскрементов мулов и ослов рассчитан равным 12,3 кг сырого вещества на голову при коэффициентах выброса CH<sub>4</sub> от навоза этих животных и лошадей 0,76 и 1,39 кг CH<sub>4</sub>/гол. в год соответственно (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997), и среднесуточном выходе навоза от лошадей около 22,5 кг сырого вещества (Агрохимия, 1984). Влажность навоза коз принята равной влажности навоза овец, а верблюдов, ослов, мулов и северных оленей – влажности навоза лошадей. Полученные средние значения суточного выхода сырого вещества навоза и помета от разных видов пастбищных животных и птицы, их влажность, доля годового времени животных, проводимого на пастбищах (глава 6, Сельское хозяйство), а также рассчитанные по ним величины выхода сухого вещества на голову в год на территории пастбищ на примере 2006 года приведены в таблице 7.25.

Таблица 7.24

*Поступление углерода при фотосинтезе растений на землях кормовых угодий, млн. тонн C/год*

Годы	Количество углерода биомассы растений, млн. тонн/год
1990	255,52
1991	254,24
1992	249,78
1993	243,40
1994	248,18
1995	251,05
1996	251,05
1997	247,54
1998	222,34
1999	231,59
2000	231,59
2001	230,32
2002	228,40
2003	228,09
2004	226,17
2005	224,84
2006	223,47

Таблица 7.25

*Выход навоза и помета от пастбищных животных и птицы*

Категория пастбищных животных и птицы	Среднесуточный выход навоза (помета), кг сырого вещества/гол. в сут.	Влажность, %	Доля годового времени, проводимого на пастбищах, %	Годовой выход навоза (помета) на пастбищах, кг сухого вещества/гол. в год
Молочный рогатый скот	35,0	85,2	22,7 <sup>1)</sup>	430,0
Немолочный рогатый скот	30,0	83,0	27,5 <sup>1)</sup>	511,6
Овцы	3,2	70,2	18,4	64,0
Козы	2,0	70,2	18,4	40,4
Верблюды	25,7	77,5	18,4	388,9
Лошади	22,5	77,5	18,4	340,3
Мулы	12,3	77,5	18,4	185,9
Ослы	12,3	77,5	18,4	185,9
Птица				
мясные куры	0,29	74,5	6,5	1,7
куры-несушки	0,18	74,5	6,5	1,1
цыплята	0,15	74,5	6,5	0,9
гуси	0,59	84,0	6,5	2,3
гусята	0,44	84,0	6,5	1,7
другая взрослая птица	0,44	79,3	6,5	2,1
молодняк другой птицы	0,38	79,3	6,5	1,9
Северные олени	6,0	77,5	18,4	90,3

<sup>1)</sup> по данным 2006 г.

Среднее содержание углерода в навозе пастбищных животных и помете птиц определялось по данным (Бамбалов и Янковская, 1994; Васильев и Филиппова, 1988). Так, в составе свежего навоза крупного рогатого скота находится около 40,2 % углерода органических соединений, в навозе лошадей – 46,0 % и овец – 57,6 % (Бамбалов и Янковская, 1994; Агрохимия, 1984). Для навоза коз содержание углерода принято равным его доле в навозе овец, а для мулов и ослов – содержанию С в навозе лошадей. Для остальных пастбищных животных была использована величина, соответствующая среднему содержанию углерода в навозе крупного рогатого скота. Зная, что среднее содержание углерода в птичьем помете, подготовленном к внесению, составляет 41,5 % (Васильев и Филиппова, 1988), а около 4-11 % (в среднем 7,5 %) органического вещества бесподстильного помета теряется за время хранения, было определено количество углерода в свежем помете птиц (44,9 %). Это величина использована нами в расчетах количества углерода помета, остающегося на пастбищах.

Для определения доли углерода, поступающей из твердых экскрементов в почвы пастбищ, необходимо вычесть из общей величины экскретируемого углерода его потери с газообразными эмиссиями метана и углекислого газа, а также с поверхностным смывом в водоемы. Учитывая, что потери углерода при эрозии и дефляции почв (см. ниже) определяли по данным смыва органического вещества с территории водосборов, вымывание углерода из навоза, оставленного на пастбищах, уже учтено в нашем балансе.

Коэффициенты выброса метана от навоза сельскохозяйственных животных представлены в настоящем кадастре в главе 6, Сельское хозяйство, раздел 6.3 (категория 4Ва ОФД). Коэффициенты выброса углекислого газа могут быть определены на основе коэффициентов выброса  $\text{CH}_4$  с учетом соотношения среднего выхода этих газов из навоза животных ( $\text{CH}_4$  55-65 %,  $\text{CO}_2$  35-45 %) (Козьмин с соавт., 1998). Полученные значения коэффициентов выброса  $\text{CO}_2$ , приведены в таблице 7.26.

В таблице 7.27 содержатся результаты расчета общего количества экскретируемого на пастбищах углерода, выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  от навоза и помета, оставленных на пастбищах, и балансовые оценки поступления углерода из навоза (помета) в почвы за период с 1990 по 2006 гг. Следует отметить, что выбросы двуокси углерода из навоза и помета сельскохозяйственных животных и птицы, а также выбросы  $\text{CO}_2$  при их дыхании не учитываются в настоящем кадастре в качестве самостоятельных источников (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000). Условно принято, что потребление животными углерода с биомассой растительных кормов в течение года сбалансировано с годовыми выбросами углерода в виде  $\text{CO}_2$  при дыхании и хранении навоза (помета). В свою очередь, вся изъятая с полей биомасса растений учитывается нами в статьях выноса углерода (выбросы  $\text{CO}_2$ ).

Как следует из данных таблиц 7.24 и 7.27, фотосинтетический углерод является основным потоком, определяющим общее количество поступившего углерода в почвы кормовых угодий, что соответствует результатам, полученным по возделываемым землям (раздел 5.В.1.ОФД). Вклад углерода навоза и помета, оставленных на территории пастбищ, менее существенен и составляет от 4,5 % в 1990 г. до 2,7 % в 2005 г. Снижение количества углерода, экскретируемого пастбищными животными и птицей, обусловлено сокращением их поголовья в аграрном секторе страны за исследуемый период. Так с 1990 года поголовье крупного рогатого скота снизилось на 63,5 %, овец и коз – на 68,7 %, численность птицы сократилась на 46 %, поголовье остальных пастбищных животных (мулы, ослы, лошади, верблюды и северные олени) – на 46 % (данные Росстата).

Таблица 7.26

*Коэффициенты выброса углекислого газа от навоза и помета пастбищ, кг/гол. в год*

Категория пастбищных животных и птицы	Коэффициенты выброса $\text{CO}_2$ , кг/гол. в год
Молочный рогатый скот	3,13 <sup>1)</sup>
Немолочный рогатый скот	1,81 <sup>1)</sup>
Овцы	0,13
Козы	0,08
Верблюды	1,06
Лошади	0,93
Мулы	0,51
Ослы	0,51
Птица	
мясные куры	0,01
куры-несушки	0,02
цыплята	0,01
гуси	0,01
гусята	0,01
другая взрослая птица	0,03
молодняк другой птицы	0,01
Северные олени	0,25

<sup>1)</sup> по данным 2006 г.

Таблица 7.27

*Поступление углерода из навоза и помета сельскохозяйственных животных и птицы в почвы пастбищ*

Годы	Экскреция углерода на пастбищах, тыс. тонн С	Выбросы CH <sub>4</sub> из навоза (помета) пастбищ, тыс. тонн С	Выбросы CO <sub>2</sub> из навоза (помета) пастбищ, тыс. тонн С	Поступление углерода из навоза (помета) в почвы пастбищ, млн. тонн С
1990	11 960,3	33,1	8,0	11,92
1991	11 391,1	31,4	7,6	11,35
1992	11 395,1	30,6	7,4	11,36
1993	10 973,3	29,5	7,1	10,94
1994	10 038,7	27,4	6,7	10,00
1995	9 109,3	25,8	6,3	9,08
1996	8 618,1	24,4	5,9	8,59
1997	7 530,8	22,1	5,4	7,50
1998	6 679,6	19,7	4,8	6,66
1999	6 444,3	18,5	4,5	6,42
2000	6 379,5	19,0	4,6	6,36
2001	6 000,7	18,7	4,5	5,98
2002	5 827,3	17,8	4,3	5,81
2003	5 920,5	17,7	4,3	5,90
2004	5 829,5	17,7	4,3	5,81
2005	5 427,9	16,4	4,0	5,41
2006	6 141,8	16,9	4,1	6,12

*Потери углерода на землях кормовых угодий.* Аналогично категории возделываемых земель (категория 5.B.1 ОФД) общий вынос углерода с территории кормовых угодий рассматривался по следующим составляющим: механические потери углерода с дефляцией и эрозией почвы, вынос углерода биомассы при покосе, потреблении пастбищных кормов сельскохозяйственными животными и заготовке зеленых кормов, а также потери углерода почв при их дыхании. Ниже описана методика расчета каждого из этих потоков.

Для оценки средних потерь органического углерода в результате эрозии и дефляции на землях пастбищ и сенокосов были использованы данные научной литературы (Титлянова с соавт., 1998; Сидорчук и Сидорчук, 1998; Пацукевич и Козловская, 2000; Зорина, 2000; Любимов с соавт., 2000) и материалы справочников по качеству поверхностных вод в Российской Федерации за 1991, 1992, 1993 и 1995 годы (Ежегодник качества поверхностных вод РФ, 1993; 1994; 1995). Подробно методика расчета среднего коэффициента смыва органического углерода с гектара водосбора в водотоки приведена в разделе 7.3.2.1.3. (Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах возделываемых земель) (раздел 5.B.1.3 ОФД). Как следует из данных таблицы 7.16, на начало 90-х годов величина смыва углерода в среднем по стране находилась в пределах 21-25 кг с гектара водосбора. Учитывая, что в последние годы проведение противоэрозионных мероприятий в сельском хозяйстве России сократилось, для расчетов за период с 1990 по 2006 гг. нами выбрано максимальное значение потерь – 25 кг/га. Результаты расчетов по ежегодным потерям углерода с площади кормовых угодий (пастбища и сенокосы) при эрозии и дефляции почв приведены в таблице 7.28.

Снижение потерь углерода с эродированным материалом объясняется сокращением площадей кормовых угодий в стране на 12 % за период с 1990 по 2006 гг. (от 80,1 до 70,05 млн. га соответственно).

Вынос углерода при эрозии и дефляции с земель кормовых угодий с 1990 по 2006 гг.

Годы	Вынос углерода при эрозии и дефляции с земель кормовых угодий, млн. тонн/год
1990	2,00
1991	1,99
1992	1,96
1993	1,91
1994	1,95
1995	1,97
1996	1,97
1997	1,94
1998	1,74
1999	1,82
2000	1,82
2001	1,81
2002	1,79
2003	1,79
2004	1,77
2005	1,76
2006	1,75

Вынос углерода растительной биомассы с территории сенокосов и пастбищ рассчитывался отдельно по каждой категории земель в зависимости от особенностей ее использования. Статистические данные по валовому сбору сена естественных сенокосов (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; 2004) и данные отчетов Росстата использованы для оценки ежегодного объема углерода скошенных трав. При этом принималось, что среднее содержание углерода в наземной биомассе луговых растений составляет 45 % (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000). Валовой сбор сена, а также полученные результаты по выносу углерода с территории сенокосов с биомассой растений за период с 1990 по 2006 гг. приведены в таблице 7.29.

Для расчета количества углерода биомассы растений, потребляемой животными при выпасе, использованы ежегодные данные Росстата по общему потреблению кормовых единиц пастбищных кормов сельскохозяйственными животными в хозяйствах всех категорий. Перевод кормовых единиц в биомассу луговой растительности осуществлялся с помощью коэффициента среднего содержания кормовых единиц в 1 кг сухого вещества пастбищных кормов. Учитывая физиологические особенности переваривания корма у жвачных и нежвачных животных, коэффициенты содержания кормовых единиц в килограмме сухого вещества трав у разных животных могут отличаться. Анализ справочной литературы (Кормовые нормы..., 1991) свидетельствует, что для крупного рогатого скота среднее содержание кормовых единиц в килограмме сухого вещества по 96 видам пастбищных кормов составляет около 0,84. Для нежвачных животных (свиней) аналогичная величина по 56 видам зеленых кормов равна 0,86. Таким образом, в наших расчетах был использован средний коэффициент 0,85 для перевода данных из кормовых единиц в килограммы сухого вещества пастбищных трав. Содержание углерода в биомассе растений принято равным 45 % (Пересмотренные руководящие принципы, 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000). Потребление пастбищных кормов и рассчитанные значения выноса углерода с земель пастбищ показаны в таблице 7.29.

Таблица 7.29

*Вынос углерода с земель сенокосов и пастбищ при покосе, потреблении пастбищных кормов и заготовке зеленых кормов и силоса*

Годы	Валовой сбор сена естественных сенокосов, млн. тонн	Вынос углерода при покосе, млн. тонн С	Потребление пастбищных кормов, млн. тонн кормовых единиц	Вынос углерода с пастбищными кормами, млн. тонн С	Валовой сбор зеленого корма и силоса культурных пастбищ, млн. тонн	Вынос углерода при заготовке зеленых кормов, млн. тонн С	Валовой сбор сена культурных пастбищ, млн. тонн	Вынос углерода при заготовке сена пастбищ, млн. тонн С	Всего вынос углерода с биомассой, млн. тонн С
1990	23,1	10,40	26,7	14,14	3,07	1,38	0,288	0,130	26,04
1991	21,3	9,59	26,8	14,19	3,15	1,42	0,243	0,109	25,30
1992	18,3	8,24	26,3	13,92	2,40	1,08	0,193	0,087	23,33
1993	19,5	8,78	26,6	14,08	2,34	1,05	0,193	0,087	24,00
1994	21,6	9,72	25,7	13,61	1,98	0,89	0,154	0,069	24,29
1995	17,3	7,79	23,1	12,23	1,52	0,68	0,127	0,057	20,76
1996	15,7	7,07	21,7	11,49	1,48	0,67	0,104	0,047	19,27
1997	15,5	6,98	19,8	10,48	1,41	0,64	0,108	0,049	18,14
1998	13,1	5,90	18,0	9,53	1,11	0,50	0,086	0,039	15,96
1999	13,9	6,26	17,5	9,26	1,00	0,45	0,101	0,045	16,02
2000	15,1	6,80	18,0	9,53	1,02	0,46	0,085	0,038	16,82
2001	15,3	6,89	17,9	9,46	1,18	0,53	0,078	0,035	16,92
2002	15,1	6,80	17,2	9,08	0,95	0,43	0,081	0,036	16,34
2003	14,9	6,71	17,0	9,02	1,09	0,49	0,062	0,028	16,25
2004	14,0	6,30	16,4	8,70	0,95	0,43	0,069	0,031	15,46
2005	13,4	6,04	15,7	8,33	0,95	0,43	0,097	0,044	14,84
2006	12,5	5,62	15,4	8,18	0,86	0,39	0,033	0,015	14,20

Заготовка зеленого корма, силоса и сена на территории культурных пастбищ также приводит к выносу биомассы растений и соответственной потери органического углерода. Данные по валовому сбору зеленого корма, силоса и сена на пастбищах получены из отчетных материалов Росстата. Величины по валовому сбору зеленого корма и сена на культурных пастбищах приведены в таблице 7.29. Используя коэффициент содержания С (45 %) эти величины были переведены в количество углерода биомассы, изъятого при заготовке кормов.

Как следует из данных таблицы 7.29, наблюдается тенденция уменьшения выноса углерода биомассы при сенокошении (на 46 %), выпасе животных (на 42 %) и заготовке зеленых кормов (на 72 %) в течение периода с 1990 по 2006 гг. Это связано со снижением поголовья скота и численности птицы, а также соответственным сокращением площадей кормовых угодий в аграрном секторе страны.

Дыхание почв складывается из следующих потоков: дыхание корней и дыхание почвенной микрофлоры. Последнее происходит в результате разложения почвенного органического вещества (Кудеяров и Курганова, 2005). Учитывая, что дыхание корней уже учтено нами при рассмотрении фотосинтетического связанного углерода, ассимилированного в растениях (чистая первичная продукция), нам необходимо было оценить потери углерода в форме  $\text{CO}_2$  при разложении почвенного органического вещества. Для этого нами проанализированы данные литературы по экспериментальным оценкам дыхания разных типов почв под луговыми сообществами, измеренными в течение вегетационного периода (Ларионова и Розанова, 1993; Макаров, 1988; 1993; Курганова с соавт., 2007; Кудеяров и Курганова, 2005; Наумов, 1994; Кривонос и Егоров, 1983). Собранные данные по интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  почвами были приведены к единым единицам измерения ( $\text{мг CO}_2/\text{м}^2$  в час) и усреднены. Полученные результаты приведены в таблице 7.30.

Таблица 7.30

*Средние значения дыхания разных типов почв луговых биоценозов*

Почва	Эмиссия $\text{CO}_2$ , $\text{мг CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$	Источник
среднее по луговым биоценозам	445	(Ларионова и Розанова, 1993)
дерново-подзолистая	200	(Макаров, 1988)
торфяная	937	»»»
дерново-подзолистая	280	(Макаров, 1993)
мерзлотно лугово-черноземная	600	(Наумов, 1994)
дерново-подзолистая и серая лесная оподзоленная	500	»»»
серая лесная осолодевшая суглинистая и дерново-карбонатная суглинистая	385	»»»
дерново-подзолистая супесчаная, дерново-перегнойная суглинистая и перегнойно-поверхностно-глеевая осолодевшая	215	»»»
чернозем (сенокос)	280	»»»
чернозем обыкновенный	359	(Кривонос и Егоров, 1983)
дерново-слабоподзолистая песчаная (сенокос)	512	(Курганова с соавт., 2007)
серая лесная	342	(Кудеяров и Курганова, 2005)
среднее	421	

Полученное среднее значение, приведенное в таблице 7.30, использовано нами при расчете почвенного дыхания на территории сенокосов и пастбищ в течение вегетационного периода. Однако, следует учитывать, что данные величины включают в себя и дыхание корней. Во избежание двойного учета корневого дыхания, мы условно приняли, что вклад корней в общее почвенное дыхание в луговых биоценозах равен 45% (Кудеяров и Курганова, 2005). Продолжительность вегетационного периода (при среднемесячной температуре более +10°C) была определена по справочным данным для каждой области (региона) России. Данные по среднемесячным и среднегодовой температурам (°C) для всех субъектов РФ были получены на базе соответствующей метеорологической информации отдельных гидрометеостанций (Справочник по климату СССР, 1965-1966; Hong-Kong Observatory, 2003) и усреднены.

Для корректной оценки годового потока CO<sub>2</sub> и соответствующих потерь углерода на территории земель кормовых угодий необходимо также рассчитать величину дыхания почв вне вегетационного периода. Для расчета годового дыхания почв использовался показатель вклада летней эмиссии, как наиболее стабильная величина для моделирования годовых потоков углекислого газа из почв естественных экосистем. Математическая взаимосвязь между величиной вклада летнего потока CO<sub>2</sub> в суммарный годовой поток дыхания почв и среднегодовой температурой воздуха была определена в работе Кудеярова В.Н. и Кургановой И.Н. (2005):

$$C_s = -2,7 \cdot T_v + 59,7, \text{ где} \quad (7.7)$$

$C_s$  – вклад летнего дыхания почв в годовой поток, %

$T_v$  – среднегодовая температура воздуха, °C.

Эта формула и была использована нами в расчетах годового потока CO<sub>2</sub> от почв кормовых угодий всех областей России. Затем находили суммарную годовую эмиссию с территории страны и переводили в единицы углерода. Полученные результаты по ежегодным потерям углерода с микробным дыханием почв земель сенокосов и пастбищ за период с 1990 по 2006 гг. приведены в таблице 7.31.

Таблица 7.31

*Потери углерода с земель сенокосов и пастбищ при дыхании почв с 1990 по 2006 гг.*

Годы	Потери углерода при дыхании почв, млн. тонн С
1990	236,20
1991	234,93
1992	230,80
1993	224,90
1994	229,33
1995	231,98
1996	231,98
1997	228,74
1998	204,33
1999	212,98
2000	214,16
2001	212,89
2002	211,07
2003	210,63
2004	208,85
2005	212,04
2006	210,97



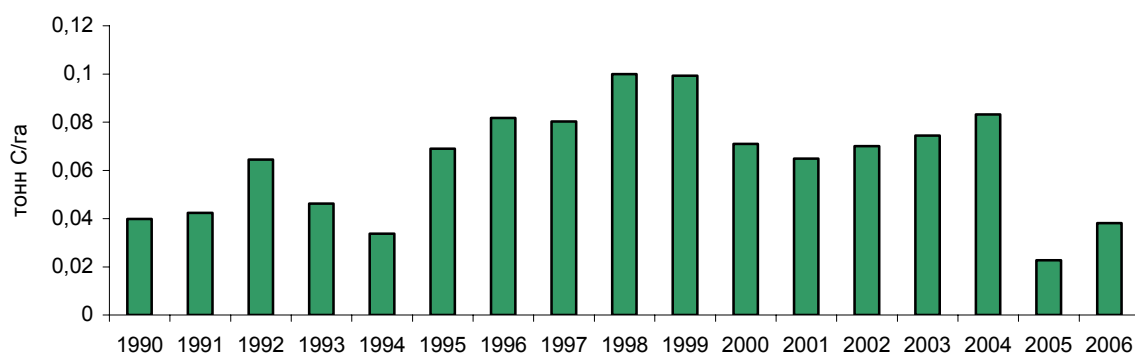
Сокращение дыхания почв и соответственных потерь углерода после 1990 г. обусловлено сокращением площадей кормовых угодий в стране в течение рассматриваемого периода.

*Ежегодный баланс углерода.* На основании полученных оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на землях кормовых угодий за период 1990-2006 гг. (табл. 7.32.). Положительные величины показывают поступление углерода в почвы, а отрицательные – его потери. Как следует из таблицы 7.32, общий годовой баланс углерода на сенокосах и пастбищах России положительный в течение всего рассматриваемого периода и характеризуется нетто аккумуляцией углерода в среднем около 6,5 млн. тонн С/год. Годовое нетто поглощение углерода в расчете на гектар земель кормовых угодий в стране представлено на рисунке 7.12. Повышенные величины аккумуляции углерода в 1998 и 1999 годах могут быть объяснены сравнительно малым объемом сенокошения и заготовки пастбищных кормов в связи с кризисным состоянием агропромышленного сектора в течение данных лет.

Таблица 7.32

*Баланс почвенного углерода на землях сенокосов и пастбищ  
в течение периода с 1990 по 2006гг., млн. тонн С*

Годы	Поступление углерода	Вынос углерода	Баланс
1990	267,44	-264,24	3,20
1991	265,60	-262,22	3,38
1992	261,13	-256,08	5,05
1993	254,33	-250,81	3,52
1994	258,19	-255,56	2,63
1995	260,13	-254,70	5,43
1996	259,64	-253,21	6,43
1997	255,05	-248,82	6,23
1998	229,00	-222,03	6,97
1999	238,02	-230,81	7,21
2000	237,95	-232,80	5,15
2001	236,30	-231,61	4,68
2002	234,21	-229,20	5,01
2003	233,98	-228,67	5,32
2004	231,98	-226,08	5,89
2005	230,24	-228,64	1,60
2006	229,59	-226,92	2,68



*Рис. 7.12. Годовое нетто-поглощение углерода на одном гектаре минеральных почв кормовых угодий за период с 1990 по 2006 гг., тонн С/га*

*Органогенные почвы.* Выбросы углекислого газа на территории органогенных почв земель сенокосов и пастбищ оценены в соответствии с уровнем 1 методики МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) и коэффициентами по умолчанию (табл. 3.4.6) для умеренно-холодного климата ( $0,25 \text{ т С} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ ). Ежегодные статистические данные по площадям органогенных почв кормовых угодий в стране отсутствует. Поэтому их площадь была определена расчетным путем на основании общей ежегодной площади сенокосов и пастбищ в стране (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006) и доле торфянистых и торфяных почв в кормовых угодьях России, которая составляет около 3,0% (Распределение земельного фонда..., 1980). Результаты расчетов площадей органических почв и потерь углерода с них приведены в таблице 7.33. Учитывая, что методика МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) не предоставляет основного подхода с рекомендуемыми параметрами для оценки выбросов закиси азота при повышенной минерализации азота на органических почвах кормовых угодий, эта категория нами не оценивалась.

*Известкование почв.* Как уже отмечалось в разделе 7.3.3.1.3. данного доклада, внесение известковых материалов может также проводится на территории кормовых угодий, и, соответственно, являться дополнительным источником выброса углекислого газа. Однако, учитывая, что в ежегодной государственной статистике представлены суммарные данные по объемам известкования почв всех сельскохозяйственных угодий, включая пашни, сенокосы и пастбища, мы выполнили расчет общего выброса  $\text{CO}_2$  от известь-содержащих карбонатов в сумме и представили результаты расчетов в категории 7.3.2.1. Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 5.В.1 ОФД). Поэтому в таблицах ОФД для категории 7.3.3.1. Постоянные сенокосы и пастбища (раздел 5.С.1 ОФД) для выбросов  $\text{CO}_2$  от известкования использован стандартный указатель «Оценки выполнены и указаны в другой части кадастра» (IE).

Таблица 7.33

*Потери углерода на территории органогенных почв кормовых угодий  
за период с 1990 по 2006 гг., тыс. тонн*

Годы	Площадь органогенных почв кормовых угодий, тыс. га/год	Потери углерода от органогенных почв, тыс. тонн С
1990	2403,0	600,8
1991	2391,0	597,8
1992	2349,0	587,3
1993	2289,0	572,3
1994	2334,0	583,5
1995	2361,0	590,3
1996	2361,0	590,3
1997	2328,0	582,0
1998	2091,0	522,8
1999	2178,0	544,5
2000	2178,0	544,5
2001	2166,0	541,5
2002	2148,0	537,0
2003	2145,0	536,3
2004	2127,0	531,8
2005	2114,5	528,6
2006	2101,6	525,4

*Сжигание биомассы на сенокосах и пастбищах.* К сожалению, в настоящее время ежегодная статистическая информация по площадям и объемам пожаров на территории кормовых угодий не собирается. Поэтому, оценка выбросов парниковых газов при горении биомассы на землях кормовых угодий не выполнялась и в таблицах Общего формата данных вместо данных о выбросах от пожаров на территории сенокосов и пастбищ использован стандартный указатель «Не оценивалось» (NE). В будущем планируется собрать необходимые исходные данные для оценки выбросов парниковых газов по данной категории методом экспертной оценки и провести соответствующие расчеты за весь период с 1990 по 2006 г.

#### **7.4.3.2 Земли, преобразованные в луга и пастбища (раздел 5.C.2 ОФД)**

В течение последних лет в России происходило интенсивное сокращение площадей пахотных земель. В результате самозарастания этих площадей постепенно формируются луговые биоценозы. К 30-50 годам после прекращения вспашки на некоторых землях могут сформироваться древесные сообщества (при условии, что данные земли не будут вновь распаханы). Очевидно, что подобная смена вида землепользования приводит к накоплению запасов углерода в живой биомассе и в почве. Скорость и величина изменения запасов углерода в залежных землях зависят от климатических параметров, типа растительности, физических и химических свойств почвы, которые в комплексе определяют величину поступления органических остатков в почвы и скорость их разложения. Поэтому для оценки запасов углерода целесообразно использовать метод математического моделирования, который позволяет учесть весь комплекс воздействующих параметров. В настоящее время в Институте глобального климата и экологии Росгидромета и РАН проводится экспериментальная верификация расчетов изменения запасов почвенного углерода залежных земель России за период 1990-2006 гг. (Романовская, 2006), выполненных с помощью модели RothC (Coleman and Jenkinson, 1996; Jenkinson, 1990). Площади залежных земель рассчитаны нами как разница между общей площадью сельскохозяйственных угодий в стране и суммой возделываемых земель (включая площадь чистых паров) и кормовых угодий. Результаты расчетов представлены в таблице 7.34.

*Таблица 7.34*

*Площади залежных земель в России за период с 1990 по 2006 гг. (расчетно)*

Годы	Залежные земли, млн. га
1990	1,17
1991	2,09
1992	3,67
1993	7,46
1994	8,08
1995	10,04
1996	11,19
1997	13,26
1998	14,29
1999	18,11
2000	19,95
2001	20,48
2002	21,14
2003	25,40
2004	25,94
2005	27,87
2006	28,66

Для возможности применения метода математического моделирования необходимо получить более подробную статистическую информацию по площадям залежных земель в каждом субъекте Российской Федерации. Их расчет возможен при наличии ежегодных статистических данных по площадям сельскохозяйственных угодий, посевов, многолетних насаждений, сенокосов, пастбищ и паров в каждой области (регионе) РФ. В настоящее время часть этих данных не доступна. Планируется получить недостающие данные в Росстате, Министерстве сельского хозяйства или других ведомствах и в будущем предоставить информацию по категории 5.С.2. Земли, переустроенные в луговые земли.

## **7.5 Неопределенность оценок выбросов и абсорбции и последовательность временных рядов**

### **7.5.1 Лесные земли**

Точность расчетов определяется точностью исходных данных и поправочных коэффициентов. При государственном учете лесного фонда допустимые случайные ошибки при определении запаса насаждений в пределах таксационного выдела изменяются от  $\pm 15-25\%$  для наземного лесоустройства до  $\pm 30\%$  при таксации аэрометодом. При определении высот и диаметров случайные ошибки составляют от  $\pm 8-12\%$  (высоты) и  $\pm 10-15\%$  (диаметры) до  $\pm 20\%$  для таксации наземными и авиационными методами соответственно. Точность определения запаса насаждений, характеризуемая среднеквадратической ошибкой, для таксационного выдела изменяется от 25 до 30 %, а систематическая ошибка определения запаса по лесхозу составляет в целом 2-5 % (Елизаров, 1963; Алексеев и Бердси, 1994; Инструкция..., 1997; Замолотчиков с соавт., 2005). Переводные коэффициенты, использованные в расчетах, взяты из руководств МГЭИК и данных литературы. Их погрешность также близка к 20 %. Поскольку оценка неопределенности расчетов должна выполняться по показателям с наименьшей точностью, точность величин поглощения и выбросов парниковых газов в лесном секторе и при землепользовании в целом принята равной  $\pm 30\%$ .

Приведение данных к 1998 году позволило нивелировать систематические ошибки, связанные с изменениями площади, запаса и породно-возрастной структуры лесов из-за административно-территориального реформирования органов государственного управления лесами Российской Федерации. Поэтому приведенные в настоящем докладе величины выбросов и стоков парниковых газов рассчитаны по единой методике и с использованием единых и сопоставимых исходных данных и переводных коэффициентов. Сохранение последовательных оценок временных рядов достигается пересчетом выбросов по мере уточнения имеющейся информации и получения новых данных или конверсионных коэффициентов.

### **7.5.2 Пахотные земли, сенокосы и пастбища**

Точность статистических исходных данных по площадям земель сельскохозяйственного назначения оценивается не более  $\pm 5\%$ .

Расчет ежегодного изменения запасов углерода в живой биомассе многолетних культур на возделываемых землях выполнялся с коэффициентом по умолчанию уровня 1 МГЭИК, неопределенность которого оценивается в пределах  $\pm 75\%$  (GPG LULUCF, 2003). Поэтому общая ошибка расчетов по этой подкатегории, по-видимому, также составляет  $\pm 75\%$ .

Неопределенность балансового метода по расчету изменений запасов почвенного углерода на минеральных почвах возделываемых земель и кормовых угодий экспертно оценивается в пределах  $\pm 30\%$ . Однако, как показывает сравнительный анализ расчетных данных и экспериментально полученных величин по пахотным землям, ошибка расчетов по данному методу в действительности может быть значительно ниже (см. раздел «Оценка и контроль качества» ниже).

Потери углерода при использовании органогенных почв определены с помощью коэффициента выбросов по умолчанию, уровень 1 МГЭИК. Его неопределенность находится в пределах  $\pm 90\%$  (GPG LULUCF, 2003) и, учитывая, что оценки площадей

торфяных и торфянистых почв, по-видимому, не превышают эту величину, такая же высокая степень ошибки отнесена и к выполненным расчетам по этим категории. Для коэффициента выброса по умолчанию от внесенных в почвы известь-содержащих карбонатов не указана оценка ошибки, поэтому расчеты потерь углерода при известковании почв находятся в зависимости от неопределенности данных по объемам внесения известковых материалов. Эта величина не превышает  $\pm 10\%$ .

## **7.6 Обеспечение и контроль качества, пересчеты и планируемые усовершенствования**

### **7.6.1 Лесные земли**

Обеспечение качества инвентаризации производится силами исполнителей и выполняется на этапах сбора и электронного ввода данных о деятельности и конверсионных коэффициентов. Результаты расчетов сравниваются по годам и отдельным категориям источников. Указанные меры позволяют выявить ошибки при вводе данных и расчете выбросов и стоков парниковых газов. Указанные мероприятия проводятся регулярно и выполняются в несколько этапов по мере подготовки инвентаризации.

Контроль качества инвентаризации достигается проверкой исходных данных, конверсионных коэффициентов и последовательности выполняемых расчетов экспертами Центра экологии и продуктивности лесов РАН, которые не принимали непосредственное участие в выполнении этих оценок. Проверки производятся путем независимых расчетов по единым исходным данным и коэффициентам. В спорных случаях, результаты расчетов обсуждаются и пересчитываются. Исходные данные, параметры и результаты расчетов публикуются в рецензируемых журналах и представляются на заседаниях Рабочей группы по осуществлению положений Киотского протокола в части лесных ресурсов Рослесхоза.

В 2006 г. Рослесхозом проведена большая работа по уточнению площадей и запасов лесных насаждений, входящих в состав управляемых лесов, в связи с подготовкой специального справочника по управляемым лесам. В частности, были уточнены площади и запасы насаждений национальных парков, которые входят в состав управляемых лесов, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза.

Представленные в национальном кадастре расчеты выбросов парниковых газов выполнены только для лесной биомассы. Выполнение расчетов по мертвому органическому веществу (детрит) и органическому веществу лесных почв пока не представляется возможным из-за отсутствия достоверных исходных данных. Сбор исходных данных и выполнение расчетов представляются приоритетными направлениями дальнейших исследований и работ по совершенствованию инвентаризации парниковых газов в управляемых лесах, находящихся в ведении МПР России и Рослесхоза.

Группа экспертов по проверке кадастра парниковых газов, представленного РФ в 2006 году, настоятельно рекомендовала зарегистрировать статистические данные по управляемым лесам по экорегионам и использовать региональные конверсионные коэффициенты при расчетах выбросов. Выполнение этой рекомендации в настоящем национальном кадастре не оказалось возможным в связи с отсутствием исходных данных, сгруппированных по экорегионам. Эта рекомендация обязательно будет принята во внимание при составлении следующего национального кадастра.

### **7.6.2 Пахотные земли, сенокосы и пастбища**

Для оценки качества разработанной методики по балансовому расчету изменений запасов углерода в почвах возделываемых земель (категория 5.B.1.2.) был проведен сравнительный анализ полученных результатов с экспериментальными данными агрохимического обследования реперных участков пахотных земель по всей территории страны (Результаты агрохимического мониторинга..., 2001). Для этого были использованы данные по исследованию гумусного состояния пашен шестидесяти восьми областей страны в течение периода 1991-1999 гг. Учитывая, что замеры в каждой области проводили не ежегодно, были рассчитаны среднегодовые темпы изменения содержания гумуса на гектаре пашни во

всех областях между 1991 и 1999 годами. Затем была определена средняя величина ежегодных потерь гумуса на пахотных почвах страны за период 1991-1999 гг. Она составляет 0,0316 % гумуса или в пересчете на углерод – 0,0183 % С. Согласно нашим балансовым оценкам, средняя величина потерь запасов углерода возделываемых земель за период с 1991 по 1999 гг. составляет 0,489 тонн С/га. Принимая объемную массу агроземов в среднем равной 1,32 г/см<sup>3</sup> для пахотного слоя глубиной 20 см, рассчитали соответствующее изменение содержания углерода – 0,0185 % С. Таким образом, можно заключить, что расчеты, выполненные по разработанной нами балансовой методике, хорошо согласуются с экспериментальными данными.

## Литература и источники данных

1. Агрохимия. Под ред. Смирнова П.М., Муравина Э.А. Москва, Колос, 1984, 304 стр.
2. Алексеев В.А., Бердси Р.А. (Ред.). Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачева, 1994, -210 с.
3. Бамбалов Н.Н., Янковская Н.С. Фракционный состав азотного фонда органических удобрений и растений-торфообразователей. Агрохимия, 1994, 7-8, с.55-61.
4. Биологический энциклопедический словарь. Гл. ред. М.С. Гиляров. Москва, Советская энциклопедия, 1989, 384 стр.
5. Благодатский С.А., Ларионова А.А., Евдокимов И.В.. Вклад дыхания корней в эмиссию CO<sub>2</sub> из почвы. В кн.: Дыхание почвы. Сб. научн. трудов, Пушкино, 1993, с. 26-32.
6. Бурдюков В.Г., Телюкин В.А. Биологическая активность почвы при разных условиях питания растений. Агрохимия. 1983, №4, с. 90-94
7. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. Москва, Росагропромиздат, 1988. 255 с.
8. Воронин П.Ю., Ефимцев Е.И., Васильев А.А., Ватковский О.С., Мокроносов А.Т. Проектное содержание хлорофилла и биоразнообразие растительности основных ботанико-географических зон России. Физиология растений. 1995. т.42. с. 295-302.
9. Гитарский М.Л., Замолотчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Карабань Р.Т. Эмиссия и поглощение парниковых газов в лесном секторе страны как элемент выполнения обязательств по климатической конвенции ООН. Лесоведение, 2006, 6. С. 34-44.
10. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1995 год. – М.: РУССЛИТ, 1996, –120 с.
11. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1996 год. – М.: РУССЛИТ, 1997, –88 с.
12. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1998 год. – М.: Открытые системы, 1999, –88 с.
13. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2001 году. – М.: Росземкадастр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2002, –155 с.
14. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2003 году. – М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2004. – 166 с.
15. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2004 году. – М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2005. – 194 с.
16. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2005 году. – М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2006. – 200 с.
17. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2006 году. – М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2007. – 238 с.
18. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2002 году. (Рощупкин В.П., Гл. ред.). – М.: ВНИИЛМ, 2003, –116 с.
19. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2004 г. – М.: ВНИИЛМ, 2005. – 82 с.

20. Дукаревич Б.И. Справочник по минеральным удобрениям. М., Моск. Рабочий, 1976, 192 с.
21. Дьяконова К.В. Почва как источник углекислоты для растений в условиях орошаемых и неорошаемых Предкавказских черноземов. Микроорганизмы и органическое вещество почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 119-182.
22. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1993 г. Обнинск, 1994, ВНИИ ГМИ-МЦД, 481 с.
23. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1994 г. Обнинск, 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимич. Институт, 581 с.
24. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1995 г. Обнинск, 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 662 с.
25. Елизаров Ф.А. Точность учета общих запасов насаждений при разных разрядах лесоустройства и аэротаксации //Сборник статей по обмену производственно-техническим опытом по лесному хозяйству и лесоустройству. Л.: НТО по лесной промышленности и лесному хозяйству. 1963. Вып. 7. С. 35-42.
26. Емельянов И.И. Динамика углекислоты и кислорода в темно-каштановых карботнатных почвах Целиноградской области. Труды Ин-та почвоведения АН КазССР. Алма-Ата, 1970, Т18, с. 25-44.
27. Заварзин Г.А. Роль биоты в глобальных изменениях климата. Физиология растений, 2001, т. 48, №2, с. 306-314.
28. Замолотчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Честных О.В., Сонген Б. Углерод в лесном фонде и сельскохозяйственных угодьях России. - М.: КМК, 2005, 212 с.
29. Замолотчиков Д.Г., Уткин А.И., Честных О.В. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу основных лесообразующих пород России. Лесная таксация и лесоустройство. 2003, Вып. 1 (32), с. 119-127.
30. Зборищук Н.Г. Некоторые особенности динамики CO<sub>2</sub> в орошаемых Предкавказских черноземах. Вестник МГУ. Серия Почвоведение. 1979. №3, с. 40-44.
31. Земельный фонд РФ на 1 января 2006 года. Минэкономразвития и торговли РФ, Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости (Роснедвижимость), ФГУП "ФКЦ "Земля", Москва, 2006, 698 стр.
32. Зонн С.В., Алешина А.К. О газообмене между почвой и атмосферой под пологом лесных насаждений. Докл. АН СССР, 1953, Т.ХСII, №5, с. 40-44.
33. Зорина Е.Ф. Овраги, оврагообразование и потенциал развития. Эрозия почв и русловые процессы, М., МГУ, вып.12, 2000, с. 72-95
34. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России. Утверждена приказом Федеральной службой лесного хозяйства России от 15.12.1994, № 265. (Зарегистрировано в Минюсте РФ 28.06.1995, № 887). М. 1995, 19 с.
35. Инструкция о порядке ведения государственного учета лесного фонда. Утверждена приказом Федеральной службой лесного хозяйства России от 30.05.97. № 72. М. 1997, 77 с.
36. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолотчиков Д.Г., Пряжников А.А. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России (Аналитический обзор). -М.: Центр экологической политики России, 1995, -155 с.
37. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Пряжников А.А., Замолотчиков Д.Г. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России. Лесоведение, 1993, N 5, с.3-10.
38. Использование минеральных удобрений в 1994 г., Москва, Госкомстат России, Вычислительный центр, 1995, 80стр.
39. Кобак К.И. Биологические компоненты углеродного цикла. - Л.: Гидрометеиздат, 1988, -248 с.
40. Ковалева А.Е., Булаткин Г.А. Динамика CO<sub>2</sub> серых лесных почв. Почвоведение, 1987, 5, с. 111-114.

41. Козьмин Г.В., Гончарик Н.В., Алексахин Р.М., Козьмина Д.Н., Карабань Р.Т., Сафронов А.В. Эмиссия углекислого газа в животноводстве на территории Российской Федерации. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 1998, №2, стр.42-44.
42. Коровин Г.Н., Гитарский М.Л., Исаев А.С., Замолотчиков Д.Г., Карабань Р.Т. О роли лесного сектора в смягчении изменения климата. Лесное хозяйство, 2006, 4, с. 11-13.
43. Котакова П.С. Продуцирование CO<sub>2</sub> выщелоченным черноземом при различном его сельскохозяйственном использовании. Науч. Тр. Орлов. Обл. с-х опытной станции 1975, Вып.7, с. 181-190
44. Кретицина Т.А., Пожилов В.И. Влияние систематического применения удобрений и орошения на биологические свойства светло-каштановой почвы. Агрохимия, 1989, №5, с.65-72
45. Кривonos Л.А., Егоров В.П. Биологическая активность черноземов в агроценозах Курганской области. Почвы Зап. Сибири и повышение их биологической активности. Омск, 1983, с.8-14
46. Кудеяров В.Н., Курганова И.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки. Почвоведение. 2005. №9. с. 1112-1121.
47. Кудеяров В.Н., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Ильина А.А., Кузнецова Т.В., Тимченко А.В. Оценка дыхания почв России. Почвоведение, 1995, 1, с. 33-42.
48. Курганова И.Н., В.О. Лопес де Гереню, Л.Н. Розанова, Т.Н. Мякшина, Д.В. Сапронов, В.Н.Кудеяров Многолетний мониторинг эмиссии CO<sub>2</sub> из дерново-подзолистой почвы: анализ влияния гидротермических условий и землепользования. В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2007. в печати.
49. Куренкова С.В. Пигментная система культурных растений в условиях подзоны средней тайги Европейского Северо-Востока. Екатеринбург, УрО РАН. 1998, 115 с.
50. Ларионова А.А. Динамика интенсивности дыхания серой лесной почвы в зависимости от агроэкологических факторов. Автореф. дисс. На соискание ученой степени канд. биол. наук. МГУ им. М.В. Ломоносова, фак. почвоведения, Москва, 1988, 20 с.
51. Ларионова А.А., Розонова Л.Н. Суточная, сезонная и годовая динамика выделения CO<sub>2</sub> из почвы. В сб.науч. трудов: Дыхание почвы, 1993, Пушкино, с. 59-68.
52. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. Агрохимия, 1977. № 8. с. 36-42.
53. Леса России. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002, - 48 с.
54. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: Ось-89, 1997, -64 с.
55. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1993 г.). Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1995, - 280 с.
56. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 2003 г.). Справочник. М.: ВНИИЛМ, 2003, - 640 с.
57. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1998 г.). Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. - 650 с.
58. Лесной фонд СССР. Стат. сб. в 2-х т. М.: Госкомлес СССР, 1990-1991.
59. Любимов Б.П., Никольская И.И., Прохорова С.Д. Интенсивность современной овражной эрозии по Европ. территории России./ Эрозия почв и русловые процессы, М., МГУ, вып.12, 2000, с.96-100.
60. Лядова Н.И. Влияние агротехнических приемов на биологическую активность южного чернозема. Пути повышения урожайности полевых культур на юге Украины. Одесса, 1975, с. 3-7.
61. Макаров Б.Н. Газовый режим почв, 1988, Москва, ВО Агропромиздат, 105 с.
62. Макаров Б.Н. Дыхание почвы и роль этого процесса в углеродном питании растений. Агрохимия, 1993, 8, с. 94-104.
63. Массо В.Я. Динамика химического состава коровьего навоза при различных технологиях его использования. Агрохимия, №5, 1979, с.90-98.
64. Мокроносов А.Т. Глобальный фотосинтез и биоразнообразие растительности. В сб.: Глобальные изменения природной среды и климата. Круговорот углерода на территории России. Избранные научные труды по проблеме «Глобальная эволюция биосферы. Антропогенный вклад». Отд. выпуск под ред. Г.А. Заварзина. М.: Научный совет



подпрограммы, Московский филиал государственного научно-исследовательского центра прогнозирования и предупреждения геоэкологических и техногенных катастроф при Кубанском государственном университете Министерства общего и профессионального образования Российской Федерации, 1999. с. 19-62.

65. Мыц Е.А., Потери аммиачного азота из навоза и приготовленных по различным технологиям компостов в зависимости от сроков заделки. Агрохимия, 1996, №7, стр.74-76

66. Наумов А.В. Сезонная динамика и интенсивность выделения CO<sub>2</sub> в почвах Сибири. Почвоведение, 1994, №12, с. 77-83.

67. О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2005 г. : государственный доклад – М. : ВНИИЛМ, 2006. – 214 с.

68. О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2006 г.: государственный доклад – М.: ВНИИЛМ, 2007. – 199 с.

69. ОНТП 17-81. Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (ОНТП 17-81). Москва, Колос, 1983, 32 с.

70. Органические удобрения: Справочник/ П.Д. Попов, В.И.Хохлов, А.А.Егоров и др.- М., Агропромиздат, 1988, 207 с.

71. Пацукевич З.В., Козловская М.Э. Эрозионно-аккумулятивные процессы в степной зоне Европейской части России. / Эрозия почв и русловые процессы, М., МГУ, вып.12, 2000, 297 с.

72. Пересмотренные руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата 1996 года для национальных кадастров парниковых газов. IPCC-OECD-IEA. Париж. 1997.

73. Попова Э.П. Интенсивность дыхания почв под различными культурами. Труды Красноярского с-х ин-та. Красноярск, 1968, Т.ХІХ, с. 157-163.

74. Промышленно-экономические показатели развития агропромышленного комплекса России в 1995г. Часть 1. 1996, 269 стр., Информагробизнес, Москва

75. Распределение земельного фонда с.х. угодий РСФСР по группам почв. Москва: Минсельхоз РСФСР, Россельхозхимия, Главное управление землепользования и землеустройства, ВНИ и проектно-технологический институт химизации с.х., 1980. 107 с.

76. Результаты агрохимического мониторинга на реперных участках. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Агроконсалт, Москва, 2001. 80с.

77. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. Справочное пособие, М., ЦИНАО, 2000г., 371 с.

78. Романовская А.А. Органический углерод в почвах залежных земель России // Почвоведение. 2006. № 1. с. 52-61.

79. Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Оценка эмиссии закиси азота от не утилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. // В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. СПб: Гидрометеиздат, 2002. Т. 18. с. 276-286.

80. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2005, -679 с.

81. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2006, -600 с.

82. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2007, -826 с.

83. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК. 2003.

84. Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК-ИГЭС-ОЭСР-МЭА. 2000.

85. Сельское хозяйство в России. Стат. Сб. М.: Госкомстат России, 2000, -414 с.

86. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 1998, -448 с.

87. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 1995. -503 с.

88. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 2002. -448 с.

89. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник. М.: Росстат России, 2004. - 478 с.

90. Сидорчук А.Ю., Сидорчук А.А. Система принятия решения для охраны почв в случае овражной эрозии./ Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тез. докл. Всероссийской конференции, М. 16-18 июня 1998г., т.2, с.39-42
91. Смирнов В.Н. К вопросу о биологической активности почв под лесами южной части таежной зоны. Труды Ин-та леса АН СССР, 1954, 32, с. 267-276.
92. Справочник по климату СССР. Ленинград: Гидрометеиздат. 1965 -1966. часть 2. выпуски 1-34.
93. Справочник по минеральным удобрениям. -М.: Сельхозгиз, 1960, -552 с.
94. Титлянова А.А., Булавко Г.И., Кудряшова С.Я., Наумов А.В., Смирнов В.В., Танасиенко А.А. Запасы и потери органического углерода в почвах Сибири. Почвоведение, 1998, №1, с. 51-59.
95. Титлянова А.А., Кудряшова С.Я., Косых Н.П., Шибарева С.В. Биологический круговорот углерода и его изменение под влиянием деятельности человека на территории Южной Сибири. Почвоведение. 2005. №10. с. 1240-1250.
96. Третье национальное сообщение Российской Федерации. М.: Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, 2002, -158 с.
97. Трофимова Т.А. Влияние различных обработок на показатели биологической активности чернозема обыкновенного. Почвозащитная обработка и рациональное применение удобрений. Каменная степь, 1989, с. 46-49.
98. Тюлин В.В., Кузнецов Н.К. Содержание углекислого газа в почвенном воздухе и дыхание дерново-подзолистых почв. Труды Кировского с-х ин-та (агрохимия). Киров 1971, с. 280-289.
99. Филиппчук А.Н., Страхов В.В., Борисов В.А. и др. Краткий национальный очерк о секторе лесного хозяйства и лесных товаров: Российская Федерация. Серия документов по сектору лесного хозяйства и лесной промышленности.-Нью-Йорк, Женева, ООН. 2000, т. 18, -94 с.
100. Четвертое национальное сообщение Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2006.
101. Чимитдоржиева Г.Д., Егорова Р.А., Андрианова Л.В., Гомбоева Б.Б. Минерализационные потери органического вещества при применении нетрадиционных удобрений. Экол. Оптимиз. Агроресурсландшафтов бассейна оз. Байкал. АН СССР. СО. Бурят. Науч. Центр. ИН-т биологии. Улан-Удэ. 1990. с. 164-173.
102. Шильников И.А., Ермалаев С.А., Аканова Н.И. Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования. – М.: ВНИИА, 2006, - 150 с.
103. Coleman K., Jenkinson D.S. RothC-26.3 - A Model for the turnover of carbon in soil.// In: Evaluation of Soil Organic Matter Models, Powlson, D.S., Smith, P., Smith, J.U., Springel- Verlag Berlin Heidelberg. NATO ASI Series, 1996. V. 138, P. 237-246.
104. Hong-Kong Observatory. 1961-1990 Global Climate Normals. National Climatic Data Centre of the United States. WMO. 2003. available at [http://www.hko.gov.hk/wxinfo/climat/world/eng/europe/russia/russia\\_e.htm](http://www.hko.gov.hk/wxinfo/climat/world/eng/europe/russia/russia_e.htm).
105. Inoko A., Evaluation of maturity of various composted materials. JARQ, Vol.19, No.2, 1985, pp. 103-108
106. Jenkinson D.S. The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. // Philosophical transactions of the Royal Society, 1990. V. B329, P.361-368.
107. Rochette P., Desjardins R.L., Gregorich E.G., Pattey E., Lessard R. Soil respiration in barley (*Hordeum vulgare* L.) and fallow fields. Canad. J. Soil SC., 1992, Vol.72, #4, p.591-603.

## 8. ОТХОДЫ (СЕКТОР 6 ОФД)

### 8.1 Обзор по сектору

Инвентаризация выбросов парниковых газов в секторе «Отходы» включает в себя оценку выбросов  $\text{CH}_4$  от захоронения ТБО на свалках и полигонах и от предприятий по очистке коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, а также оценку эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$  от фекальных стоков.

Суммарный выброс парниковых газов от сектора отходы в 2006 г. составил 73 017,60 Гг  $\text{CO}_2$ -экв., что соответствует 2,9 % совокупного выброса парниковых газов в Российской Федерации с учетом сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства и на 13,1 % превышает уровень 1990 года (рис. 8.1). Начиная с 1997 года, в секторе происходит рост выбросов парниковых газов. Он связан с увеличением количества твердых бытовых отходов, вывозимых для захоронения на свалки и полигоны, а также с увеличением объемов производства в пищевой, целлюлозно-бумажной и других отраслях промышленности, повлекшим за собой рост объемов очистки сточных вод.

Рост выбросов парниковых газов от захоронения ТБО в 2006 г. по сравнению с 1990 годом составил 53,5 %. Данный источник вносит наибольший вклад в общий выброс парниковых газов от сектора «Отходы» (53,9 % в 2006 г.)

Выброс метана от процессов очистки коммунально-бытовых сточных вод в 2006 г. был на 10,5 % ниже соответствующего выброса 1990 г.

Выброс метана от очистки промышленных сточных вод в 2006 г. составил 88,0 % от уровня 1990 г. Однако, для этой категории источников, начиная с 1997 года, наблюдаются довольно высокие темпы роста выбросов. Увеличивается и ее вклад в общий выброс парниковых газов от сектора «Отходы» (с 11,9 % в 1996 г. до 20,9 % в 2006 г.).

Выброс  $\text{N}_2\text{O}$  от фекальных стоков в 2006 г. оставался существенно (на 28,1 %) ниже выброса 1990 г.

Тренды выбросов парниковых газов в секторе «Отходы» представлены в таблице 8.1 и на рисунке 8.2.

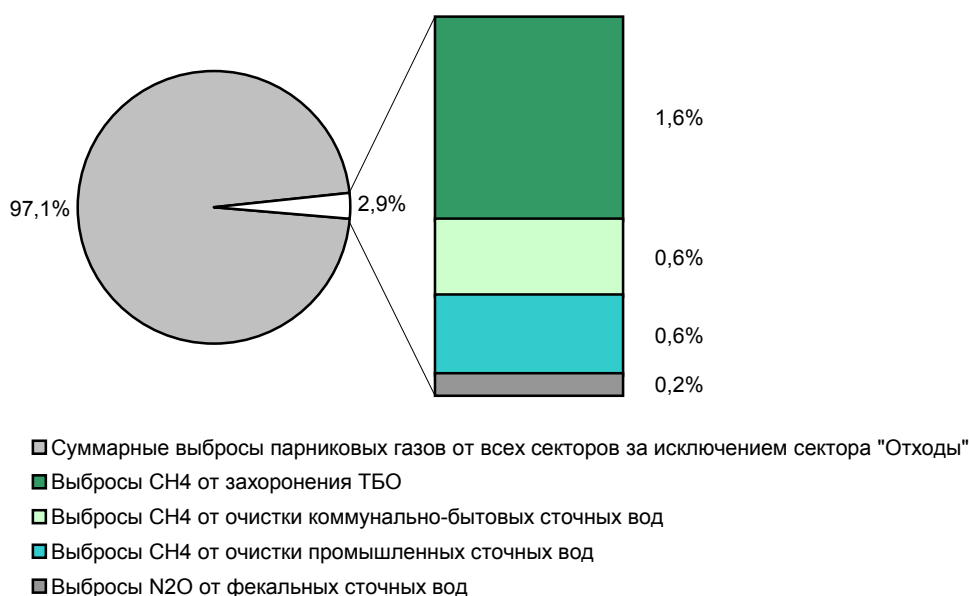


Рис. 8.1 Доля сектора «Отходы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2006 г.

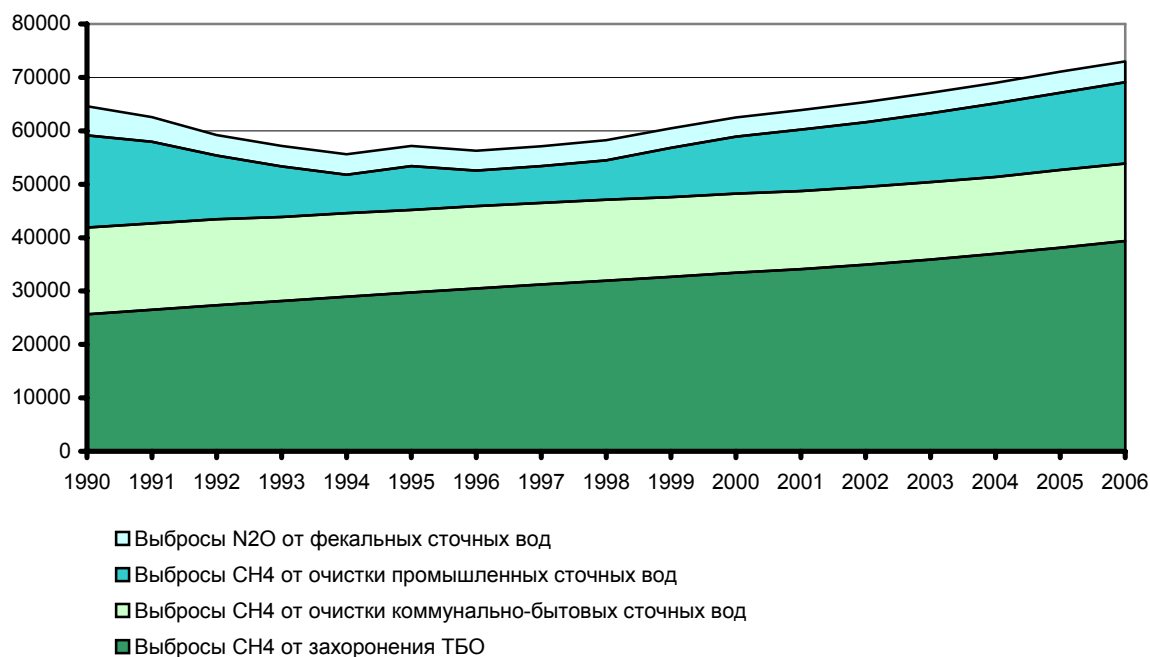


Рис. 8.2. Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы» в 1990-2006 гг., Гг CO<sub>2</sub>-экв.

## 8.2 Захоронение твердых бытовых отходов на свалках и полигонах (6.A)

### 8.2.1 Выбросы метана от захоронения твердых бытовых отходов

Оценка выбросов метана от свалок и полигонов по захоронению ТБО выполнена только для бытовых отходов жилищно-коммунального хозяйства.

Результаты оценки выбросов за период 1990-2006 гг. представлены в таблице 8.2. Как видно из таблицы, величина выбросов в рассматриваемый период непрерывно возрастала, что связано с ростом образования и захоронения ТБО, происходившим, несмотря на уменьшение численности населения страны.

#### Методика оценки

Для расчета эмиссии метана использовался метод кинетики первого порядка, соответствующий уровню 2 МГЭИК (формулы 5.1 и 5.2 (МГЭИК, 2000)). Учитывая, что в российских условиях на свалках и полигонах процесс разложения органического вещества ТБО заканчивается через 30-40 лет после захоронения отходов (Абрамов, 1991) и наличие данных по объемам захоронения ТБО начиная с 1960 г., в расчетах был использован 31-летний временной ряд.

Все свалки и полигоны, на которые централизованно вывозятся ТБО, в соответствии с определением, приведенным в Руководстве по эффективной практике МГЭИК считались управляемыми и для них принимался коэффициент MCF, равный единице (МГЭИК, 2000)). К мелким неуправляемым свалкам отнесены свалки, на которые попадают не охваченные системой централизованного вывоза твердые бытовые отходы из сельских населенных пунктов (MCF = 0,4, согласно (МГЭИК, 2000)). В связи с отсутствием данных о величине и образовании отходов в сельской местности, объем захоронения отходов на мелких неуправляемых свалках определялся на путем умножения численности сельского населения на удельную величину образования отходов (кг/чел/год). Удельное образование отходов принималось таким же, как в городской местности и определялось путем деления общего объема централизованно вывозимых отходов (табл. 8.3) на численность городского населения (табл. 8.4).

Таблица 8.1

Выбросы парниковых газов от сектора «Отходы» в 1990 – 2006 года., Гг  $CO_2$ -экв.<sup>1)</sup>

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Выброс $CH_4$ от захоронения ТБО																
25636	26516	27332	28142	28937	29720	30484	31223	31944	32644	33423	34103	34927	35887	36997	38098	39361
Выброс $CH_4$ от очистки коммунально-бытовых сточных вод																
16225	16141	16114	15749	15632	15487	15397	15260	15143	14961	14822	14644	14551	14493	14346	14554	14527
Выброс $CH_4$ от очистки промышленных сточных вод																
17288	15267	11895	9421	7220	8189	6672	6893	7406	9230	10674	11449	12137	12927	13792	14489	15228
Выброс $N_2O$ от фекальных сточных вод																
5420	4656	3874	3856	3808	3764	3709	3756	3734	3655	3594	3683	3786	3822	3836	3930	3902
Всего																
64570	62579	59214	57167	55598	57159	56262	57132	58226	60490	62514	63880	65401	67129	68971	71071	73018

<sup>1)</sup> С округлением

Таблица 8.2

Выбросы  $CH_4$  от захоронения твердых бытовых отходов на свалках и полигонах (Гг  $CO_2$ -экв.)

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Выброс	25636	26516	27332	28142	28937	29720	30484	31223	31944	32644	33423	34103	34927	35887	36997	38098	39361

Таблица 8.3

Вывоз ТБО для захоронения, сжигания и переработки на компост, млн.т.

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006			
Централизованный вывоз ТБО	31,9	31,2	33,5	35,9	38,5	39,1	42,0			
Установленная мощность мусоросжигающих заводов	0,605	0,619	0,619	0,619	0,619	0,619	0,671			
Переработка на компост	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427			
Захоронение на свалках и полигонах	31,01	30,33	32,65	35,01	37,64	38,09	40,89			
Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Централизованный вывоз ТБО	26,4	26,8	27,3	27,7	28,1	28,5	29,0	29,4	29,8	30,2
Мощность мусоросжигающих заводов	0,790	0,790	0,790	0,790	0,680	0,605	0,605	0,605	0,605	0,605
Переработка на компост	0,24	0,24	0,24	0,24	0,36	0,36	0,36	0,36	0,427	0,427
Захоронение на свалках и полигонах	25,61	26,03	26,46	26,89	27,27	27,75	28,18	28,61	28,97	29,40
Год	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Централизованный вывоз ТБО	22,0	22,4	23,0	23,8	24,5	24,8	25,3	26,1	27,0	26,8
Установленная мощность мусоросжигающих заводов	0,221	0,221	0,221	0,471	0,581	0,711	0,831	0,831	0,831	0,790
Переработка на компост	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,24	0,24	0,24
Захоронение на свалках и полигонах	21,54	21,94	22,54	23,16	23,78	23,99	24,41	25,28	26,18	26,01
Год	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Централизованный вывоз ТБО	10,7	11,8	13,0	14,0	15,0	16,2	18,9	20,1	21,1	21,4
Установленная мощность мусоросжигающих заводов	-	-	-	-	-	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Переработка на компост	-	0,2	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Захоронение на свалках и полигонах	10,7	11,6	12,69	13,69	14,69	15,84	18,54	19,74	20,74	21,04
Год	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Централизованный вывоз ТБО	3,0	3,4	3,9	4,7	5,4	6,8	7,4	8,6	9,9	10,0
Установленная мощность мусоросжигающих заводов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Переработка на компост	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Захоронение на свалках и полигонах	3,0	3,4	3,9	4,7	5,4	6,8	7,4	8,6	9,9	10,0

Таблица 8.4

## Расчет численности населения России, охваченного канализацией

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Численность городского населения на начало года, млн. чел.																	
	108,7	109,4	109,4	108,7	108,3	108,3	108,3	108,2	108,1	108,0	107,4	107,1	106,7	106,3	105,8	104,7	104,1
Численность сельского населения на начало года, млн. чел.																	
	39,0	38,9	39,1	39,9	40,1	40,1	40,0	39,8	39,7	39,5	39,5	39,2	38,9	38,7	38,4	38,8	38,7
Удельный вес общей площади, оборудованной канализацией в городской местности, %																	
	78	79	79	80	81	82	82	83	84	84	84	85	85	85	85	86	86
Удельный вес общей площади, оборудованной канализацией в сельской местности, %																	
	14 <sup>1)</sup>	15 <sup>1)</sup>	17 <sup>1)</sup>	19	22	24	25	26	26	28	30	31	31	32	33	34	34
Численность населения РФ, охваченного канализацией (расчетная), млн. чел.																	
	87,0	92,3	93,0	94,5	96,5	98,5	98,8	100,2	101,1	101,8	102,1	103,2	102,8	102,7	102,6	103,2	102,7

<sup>1)</sup> данные получены экстраполяцией

Потенциал образования метана ( $L_0(x) = MCF(x) \cdot DOC(x) \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16/12$  (МГЭИК, 2000, уравнение 5.1) принималось постоянным для всего временного ряда. Содержание в твердых бытовых отходах органического углерода (DOC) оценивалось по многолетним данным изучения состава ТБО для разных климатических зон СССР (Абрамов, 1991) – таблица 8.5, результатам изучения состава ТБО в г. Владимире, которое проводилось Институтом рудологии (г. Леваль) в 1995 г. (Ульянов, 1997) – таблица 8.6, а также по составу ТБО для разных климатических зон России, приведенному в Концепции обращения с ТБО в РФ (Методическая документация, 2000) – таблица 8.7. Содержание биоразлагаемого органического углерода в твердых бытовых отходах рассчитывалось по формуле 5.4 (МГЭИК, 2000) для всех вышеперечисленных наборов исходных данных. Полученные значения DOC находились в интервале от 0,18 до 0,22, при среднем значении 0,19, принятом в дальнейшем для расчетов эмиссии метана от захоронения ТБО. В настоящее время не имеется достаточных данных для надежной оценки эволюции морфологического состава ТБО и изменения значения DOC со временем.

Значения доли органического углерода, подвергшейся распаду ( $DOC_F=0,55$ ), доли метана в свалочном газе ( $F=0,5$ ) и коэффициента скорости образования метана ( $k = 0,05$ ) приняты по умолчанию (МГЭИК, 2000).

Сбор и утилизация свалочного метана в России проводилась в весьма ограниченных масштабах в рамках пилотного проекта «Санитарное захоронение с рекуперацией энергии на территории Московской области», на полигонах «Дашковка» и «Каргашино», начиная с 1995 года (Гурвич 2006, Гурвич, 2002). Полученный метан использовался для производства электроэнергии. Проект продолжался в течение двух с половиной лет. После окончания проекта установки по сбору и утилизации метана использовались эпизодически. Ввиду незначительности количества извлеченного на полигонах метана, утилизация метана в выполненных оценках эмиссии метана от захоронения ТБО не учитывалась.

Коэффициент окисления метана принимался равным нулю (МГЭИК, 2000).

Таблица 8.5

*Средний морфологический состав ТБО для различных климатических зон СССР,  
% по массе (Абрамов, 1991)*

Компоненты отходов	Климатическая зона		
	средняя	южная	северная
Органические компоненты отходов, всего, в том числе:	63,7	65,5	58,3
Бумага, картон	27,5	24,0	22,5
Пищевые отходы	34,0	40,0	32,0
Дерево	2,2	1,5	3,8
Смешанные компоненты отходов, всего, в том числе:	18,4	22,5	20,7
Текстиль	5,5	5,5	5,5
Кости	1,2	1,5	3,0
Прочее	1,7	1,5	1,2
Отсев (менее 15 мм)	10,0	14,0	11,0
Неорганические компоненты отходов, всего, в том числе:	17,9	12,0	21,0
Металл черный	2,7	1,8	3,8
Металл цветной	0,2	0,2	0,2
Стекло	6,5	4,5	8,0
Резина	3,0	2,0	3,0
Камни	2,0	1,5	3,0
Пластмасса	3,5	2,0	3,0



Таблица 8.6

*Морфологический состав ТБО г. Владимира в 1995, % по массе  
(Данные получены институтом рудологии (Франция, г. Леваль)  
и Исследовательским институтом по окружающей среде IMOTEP)*

Составляющий компонент ТБО	Содержание
Пищевые отходы	44
Целлюлозное волокно (бумага, картон)	22
Стекло	9
Металлы	8
Кожа, текстиль	5
Древесина	1
Шлаки, пыль	1
Пластические массы	5
Прочее	5

Таблица 8.7

*Морфологический состав ТБО для разных климатических зон России,  
% по массе (Методическая документация, 2000)*

Компоненты ТБО	Климатические зоны		
	средняя	южная	северная
Пищевые отходы	35...45	40...49	32...39
Бумага, картон	32...35	22...30	26...35
Дерево	1...2	1...2	2...5
Черный металлолом	3...4	2...3	3...4
Цветной металлолом	0,5...1,5	0,5...1,5	0,5...1,5
Текстиль	3...5	3...5	4...6
Кости	1...2	1...2	1...2
Стекло	2...3	2...3	4...6
Кожа, резина	0,5...1	1	2...3
Камни, штукатурка	0,5...1	1	1...3
Пластмасса	3...4	3...6	3...4
Прочее	1...2	3...4	1...2
Отсев (менее 15 мм)	5...7	6...8	4...6

### Исходные данные

Все централизованно вывозимые твердые бытовые отходы захораниваются на свалках и полигонах или перерабатываются на предприятиях по промышленной переработке мусора – сжигаются или компостируются (Абрамов, 1991). Данные о вывозе ТБО в 1960-1990 гг. взяты из отчета Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова (Абрамов, 1991). Данные за 1999-2004 гг. получены из базы данных Росстата, за 2005 и 2006 гг. взяты из официальных публикаций Росстата (Социальное положение, 2006, Социальное положение, 2007). Данные о централизованном вывозе ТБО в 1991-1998 гг. статистикой не собирались и оценивались путем интерполяции.

Начало использования в России в промышленных масштабах технологии сжигания мусора относится к 1975 г. Суммарная годовая установленная мощность мусоросжигающих заводов в 1975-2006 гг. определялась по данным работ (Мирный, 1997, Зайцев, 2004, Сперанская, 2004). Коэффициент использования мощности мусоросжигающих заводов принят равным 0,7 на основании анализа данных, приведенных в работе (Сперанская, 2004). Утилизация ТБО с производством компоста применяется с 1971 г. Суммарная годовая мощность мусороперерабатывающих предприятий по производству компоста в 1971-2006 гг. определялась на основании данных, приведенных в работах (Мирный, 1997, Зайцев, 2004, Сперанская, 2004). Общее количество ТБО, направляемых на сжигание и переработку на компост, относительно невелико и в период после 1990 г. составляет около 2,0-3,5 % от всех централизованно вывозимых твердых бытовых отходов. Сводные данные о вывозе, сжигании, переработке и захоронении твердых бытовых отходов приводятся в таблице 8.3.

### Выбросы, $CO_2$ и $N_2O$ учтенные в секторе «Энергетика»

На мусоросжигающих заводах России производится утилизация тепловой, а в некоторых случаях и электрической энергии, полученной в результате сжигания ТБО. В соответствии с требованиями МГЭИК (МГЭИК, 2000) выбросы от сжигания ТБО на мусоросжигающих заводах отнесены к сектору «Энергетика» и учитывались в подразделе 1.АА.5А (Стационарное сжигание, прочие не учтенные в других местах). Выбросы от сжигания ископаемой части ТБО учитывались как выбросы от твердого топлива, от сжигания биогенной части ТБО – как выбросы от биомассы.

На основании данных по морфологическому составу ТБО (табл. 8.5-8.7) доля ископаемого углерода в общем углероде ТБО была принята равной 26 %, а массовая доля углерода в ТБО – 21 %. Эффективность сжигания ТБО принята равной 0,95 (МГЭИК, 2000). Выброс  $CO_2$  от твердого топлива рассчитывался путем перемножения количества сжигаемых ТБО, массовой доли углерода в ТБО, доли ископаемого углерода в углероде ТБО, эффективности сжигания и пересчетного коэффициента, равного 44/12. Выброс  $N_2O$  рассчитывался путем умножения массы сжигаемых ТБО на коэффициент эмиссии  $N_2O$ , принятый, исходя из (МГЭИК, 2000), равным 21 кг  $N_2O$ /Гг ТБО. Биогенные выбросы  $CO_2$  и  $N_2O$  рассчитывались аналогичным образом, с использованием доли биогенного углерода в общем углероде ТБО вместо доли ископаемого углерода в общем углероде ТБО.

Данные об объеме сжигания ТБО на мусоросжигающих заводах получены путем умножения суммарной установленной мощности заводов (Мирный, 1997, Зайцев, 2004, Сперанская, 2004) на коэффициент использования установленной мощности (Сперанская, 2004). Количество сожженного ТБО пересчитывалось в энергетические единицы (ТДж) исходя из низшей теплоты сгорания ТБО 5,78 МДж/кг (Пурим, 2002).

Ввиду небольшого общего объема сжигания ТБО на заводах, выбросы  $CO_2$  и  $N_2O$  очень невелики: ископаемый выброс  $CO_2$  на протяжении 1990-2006 гг. колебался в пределах 80,55-105,20 Гг, биогенный – в пределах 229,24-299,34 Гг. Как ископаемые, так и биогенные выбросы  $N_2O$  в этот период не превышали 0,01 Гг.

## **8.2.2 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования**

Применялись стандартные процедуры контроля качества исходных данных (включая сопоставление данных, полученных из разных источников) и контроля результатов.

Планируется собрать данные по эволюции морфологического состава ТБО в городах России в конце 90-х и гг. и после 2000 г. и с их помощью оценить изменение DOC.

### 8.3 Очистка сточных вод (6.В)

#### 8.3.1 Выбросы парниковых газов от очистки промышленных и бытовых сточных вод

Оценка выбросов парниковых газов от обработки бытовых и промышленных стоков включает оценки по следующим категориям источников:

- Выброс метана от очистки бытовых сточных вод;
- Выброс метана от очистки промышленных стоков;
- Выброс закиси азота от фекальных бытовых стоков.

Величины выбросов парниковых газов от очистки сточных вод представлены в таблице 8.8.

#### 8.3.2 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства (6.В.2.1)

##### Методика расчета

Оценка выбросов  $\text{CH}_4$ , происходящих в результате обезвреживания коммунально-бытовых стоков, проводилась по методике, описанной в Руководстве по эффективной практике (МГЭИК, 2000). Расчет проводился на основе использования полного биохимического потребления кислорода ( $\text{БПК}_{\text{полн}}$ ) коммунально-бытовых сточных вод.

В России в широких масштабах применяются только аэробные методы очистки коммунально-бытовых стоков. По ряду причин, в том числе из-за более суровых, чем в большинстве стран мира, климатических условий, анаэробные пруды и подобные им емкостные сооружения с глубиной более 1,5-2 метров, где образование метана теоретически возможно, в России почти не применяются. В системах очистки коммунально-бытовых стоков объектами, от которых возможна эмиссия метана, являются сооружения по обработке осадков, входящие в комплекс городских очистных сооружений канализации. Метан образуется в процессе анаэробного сбраживания осадков в специальных сооружениях – метантенках и при нахождении осадков в естественных условиях на иловых площадках, применяемых для обезвоживания осадков за счет испарения влаги и ее фильтрации в дренажные системы (Гюнтер, 1996). В связи с этим, выброс метана, связанный с очисткой коммунально-бытовых сточных вод, определялся как сумма двух выбросов:

- выброс от систем с аэробной биологической очисткой стоков и анаэробной обработкой осадков в метантенках (к которым относится часть систем, имеющих в своем составе канализацию и очистные сооружения); в дальнейшем – системы 1 типа;
- выброс от всех прочих систем обращения с коммунально-бытовыми стоками; в дальнейшем – системы 2 типа.

На первом этапе расчета определялась численность населения, охваченного системами 1 и 2 типа. Вначале определялась численность населения страны, охваченного системами канализации. Для этого численность городского населения РФ умножалась на долю городского жилищного фонда, оборудованного канализацией, доля сельского населения – на долю сельского жилищного фонда, оборудованного канализацией. Полученные результаты суммировались. Чтобы определить численность населения, охваченного системами 1 типа, полученная сумма умножалась на поправочный коэффициент, равный доле систем очистки, оборудованных метантенками, в общем числе систем очистки коммунально-бытовых стоков. Остальное население страны считалось охваченным системами 2 типа.

Далее проводились отдельные оценки выбросов  $\text{CH}_4$  для систем каждого типа.

##### Расчет выбросов для систем 1 типа

Применялся метод МГЭИК (МГЭИК, 1996) в том виде, как он изложен в Руководстве по эффективной практике (МГЭИК, 2000). Для расчета коэффициента эмиссии  $\text{CH}_4$  использовалось уравнение 5.5 (МГЭИК, 2000), т.е. общее количество органического вещества в сточных водах умножалось на коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4$ , и из полученного таким образом количества образовавшегося метана вычитался утилизированный метан.

Для определения общего количества органического вещества, содержащегося в сточных водах, использовались данные об общем количестве сточных вод, прошедших биологическую очистку и о количестве нормативно очищенных сточных вод, прошедших биологическую очистку (табл. 8.9). Коэффициент очистки для нормативно очищенных сточных вод рассчитывался как  $(BOD_{in} - BOD_{norm})/BOD_{in}$ , где  $BOD_{in}$  и  $BOD_{norm}$  – содержание БПК в поступающих на очистку и нормативно очищенных стоках соответственно. Количество недостаточно очищенных сточных вод определялось как разность между общим количеством сточных вод, прошедших биологическую очистку, и количеством нормативно очищенных сточных вод. Коэффициент очистки недостаточно очищенных сточных вод принимался равным 0,5.

На основании полученных результатов рассчитывался средневзвешенный коэффициент очистки для всех сточных вод, прошедших биологическую очистку. Для определения коэффициента эмиссии  $CH_4$ , в соответствии с уравнениями 5.7. и 5.9. Руководства (МГЭИК, 2000), средневзвешенный коэффициент очистки умножался на максимальный выход метана  $B_0$  (принят по умолчанию 0,6 г  $CH_4$ /г БПК) и на долю БПК, разлагающегося анаэробно в реальных условиях, принятую равной 0,45 на основании отечественных данных (Гюнтер, 1996), (В данном расчете предполагалось, что весь осадок сточных вод и избыточный активный ил, образующийся при биологической очистке сточных вод, направляется для дальнейшей обработки в метантенки. Коэффициент 0,45 учитывает эффективность сбраживания смеси осадка и избыточного активного ила в метантенках (около 43 %) и ее последующего дображивания на иловых площадках (около 2 %).

Общее количество органического вещества в очищаемых сточных водах, в соответствии с уравнением 5.10 (МГЭИК, 2000), рассчитывалось как численность населения, охваченного системами типа 1, умноженная на величину образования БПК на душу населения. Количество образовавшегося метана оценивалось путем умножения этого показателя на коэффициент эмиссии  $CH_4$  (уравнение 5.5 (МГЭИК, 2000)).

На следующем этапе расчета по отдельности рассчитывалось количество  $CH_4$ , выделяющееся в атмосферу в метантенках различных конструкций с учетом его утилизации. На очистных станциях используются различные конструкции метантенков, в том числе оснащенные системами отведения, сбора и утилизации биогаза. Наиболее распространенным способом утилизации биогаза является его сжигание в котельных установках очистных сооружений канализации. Неутилизируемая часть биогаза сжигается на «газовых свечах». Метантенки, оснащенные системами сбора и утилизации биогаза, имеются на больших станциях аэрации крупнейших городов России. В метантенках более старой конструкции утилизация биогаза не предусмотрена, и они работают со сбросом биогаза в атмосферу (Гюнтер, 1991).

Доля метантенков, оборудованных системами сжигания биогаза, в их общем количестве принималась равной 0,50; доля времени их работы без сжигания (со сбросом биогаза в атмосферу) в общем фонде рабочего времени принята 0,01 (Гюнтер, 1996). Выброс метана в атмосферу от метантенков данной конструкции оценивался путем перемножения этих коэффициентов и умножения получившегося результата на общее количество образовавшегося  $CH_4$  для систем типа 1. Выброс метана в атмосферу от метантенков, не оборудованных системами сжигания, определялся путем умножения доли метантенков данной конструкции в их общем количестве на общее количество образовавшегося  $CH_4$ . Общий выброс  $CH_4$  в атмосферу для систем типа 1 с учетом улавливания и утилизации определялся суммированием выбросов от метантенков обеих конструкций.

#### Расчет выбросов для систем 2 типа

Применялся метод МГЭИК (МГЭИК, 1996) в том виде, как он изложен в Руководстве по эффективной практике (МГЭИК, 2000), т.е. в варианте проверочного метода. При этом использовалось уравнение 5.6 (МГЭИК, 2000), в котором по умолчанию приняты следующие значения коэффициентов: коэффициент эмиссии 0,6 г  $CH_4$ /г БПК; доля легко осаждаемого БПК (SBF) – 0,5; доля анаэробно разлагаемого БПК в осадке (FTA) – 0,8. Сбор и утилизация  $CH_4$  для систем 2 типа не применяются.

Таблица 8.8

Выбросы парниковых газов от очистки сточных вод в 1990-2006 гг. (Гг CO<sub>2</sub>-экв.)

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Суммарный выброс CH <sub>4</sub> от очистки сточных вод																	
	33663	31415	28015	25175	22856	23675	22069	22153	22548	24191	25497	26094	26689	27419	28138	29044	29734
в том числе: выброс CH <sub>4</sub> от очистки коммунально-бытовых стоков																	
	16225	16141	16114	15749	15632	15487	15397	15260	15143	14961	14822	14644	14551	14493	14346	14554	14506
выброс CH <sub>4</sub> от очистки промышленных стоков																	
	17288	15275	11901	9425	7224	8189	6672	6893	7406	9230	10674	11449	12137	12927	13792	14489	15228
Выброс N <sub>2</sub> O от фекальных стоков																	
	5420	4656	3874	3856	3808	3764	3709	3756	3734	3655	3594	3683	3786	3822	3836	3930	3902
Суммарный выброс парниковых газов от очистки сточных вод																	
	39084	36071	31889	29030	26664	27439	25777	25909	26282	27846	29091	29777	30475	31242	31974	32973	33636

Таблица 8.9

Пропуск сточных вод ЖКХ через очистные сооружения

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Пропуск сточных вод ЖКХ через очистные сооружения, млн. м <sup>3</sup>																	
	16492	16813	16780	16290	15989	15916	14716	14705	14142	14000	14048	14001	13720	13488	13317	12749	12388
в том числе на полную биологическую очистку, млн. м <sup>3</sup>																	
	14843	15700	15746	15135	15053	14944	13600	13628	13027	13154	13207	13038	12850	12683	12576	12426	12146
из них нормативно очищенных, млн. м <sup>3</sup>																	
	-	-	8111	5742	5913	5568	4911	4877	4547	4103	4002	3865	3811	3990	3830	5543	5634

#### Исходные данные

Данные о численности городского и сельского населения (табл. 8.4) получены из публикаций Росстата (Российских статистический ежегодник, 1998, 2004-2007). Данные об обеспеченности городского и сельского жилого фонда канализацией (табл. 8.4) получены из сборников «Социальное положение и уровень жизни населения России» (Росстат, 2004-2007) и из базы данных Росстата. Данные о количестве нормативно очищенных и недостаточно очищенных сточных вод жилищно-коммунального хозяйства, а также сточных вод, прошедших биологическую очистку, предоставлены Росстатом. Образование органических загрязнений сточных вод в расчете на одного человека в день по отечественным данным принято 75 г БПК<sub>полн</sub>/чел./сутки (СНиП, 1986, Гюнтер, 1996).

Среднее значение содержания БПК в коммунально-бытовых сточных водах, поступающих на сооружения биологической очистки ( $BOD_{in}$ ) принимается 180 мг/л (Госстрой, 2001), для нормативно-очищенных сточных вод ( $BOD_{norm}$ ) – 3 мг/л.

#### Выбросы, $CO_2$ и $CH_4$ учтенные в секторе «Энергетика»

При обработке избыточного активного ила и осадка сточных вод в метантенках, оборудованных системами сжигания выделяющегося биогаза, выделяющееся тепло утилизируется (используется для обогрева метантенков с целью поддержания оптимальной для работы метантенков температуры). В соответствии с требованиями МГЭИК (МГЭИК, 2000), выбросы  $CO_2$  и  $CH_4$ , образующиеся в процессе сжигания биогаза в таких метантенках учтены в секторе «Энергетика» (1.АА.5А – Стационарное сжигание, прочие источники, не учтенные в других местах, биомасса). При оценке выбросов  $CO_2$  использованы те же расчетные коэффициенты, что и для сжигания газового топлива в секторе «Энергетика» (плотность  $CH_4$  0,67 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент перехода к условному топливу 1,154 т.у.т/1000 м<sup>3</sup>, коэффициент перехода к единицам ТДж 29,9 ТДж/тыс. т.у.т., содержание углерода в топливе 15,30 т.С/ТДж, доля окисленного углерода 0,995, коэффициент перехода от С к  $CO_2$ , равный 44/12).

При расчете выбросов  $CH_4$  использовано значение коэффициента эмиссии 5 кг/ТДж.

Исходные данные для расчетов описаны выше. Величина годовых выбросов значительно уступает выбросам от других источников в секторах «Энергетика» и «Отходы». Для  $CO_2$  в период 1990-2006 гг. она изменялась в пределах 396,62-475,12 Гг, для  $CH_4$  составляла около 0,04 Гг.

### **8.3.3 Фекальные сточные воды (6.В.1)**

#### Методы расчета

Методика оценки выбросов и используемые коэффициенты соответствует методике МГЭИК и коэффициентам МГЭИК «по умолчанию», равным 0,16 кг N/кг протеинов для содержания азота (N) и 0,01 кг  $N_2O$ -N/кг фекальных стоков-N (МГЭИК, 1996).

#### Исходные данные для расчета

Исходные данные для расчета (потребление протеинов на душу населения) получены из базы данных ФАО (ФАО, 1990-2004) для периода 1990-2003 гг. Для периода 2004-2006 гг., когда база данных ФАО перестала пополняться, ряд данных ФАО был продолжен на основе оценок с использованием динамического ряда данных Росстата по среднеловушному потреблению белков (табл. 8.10).

Рассчитанные величины выбросов  $N_2O$  приведены в табл. 8.1.

### **8.3.4 Очистка промышленных сточных вод (6.В.1)**

#### Методы расчета

Оценка эмиссии  $CH_4$  при обработке промышленных сточных вод проводилась по аналогии с оценкой эмиссии метана при обезвреживании коммунально-бытовых стоков. Содержание органических загрязнений в промышленных стоках рассчитывалось по химической потребности в кислороде (ХПК) сточных вод.

Расчет сделан для нефтеперерабатывающей, химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной, легкой и пищевой промышленности. Средневзвешенное значение коэффициента конверсии метана оценивалось по ограниченным литературным данным (Шеховцов, 1997). Этот расчет показывает, что в условиях России наибольшие эмиссии метана возможны при обработке сточных вод в целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности (табл. 8.11).

#### Исходные данные для расчета

Данные об объемах производства различных видов промышленной продукции получены из справочников Росстата (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004-2007). Нормы водоотведения и средние значения ХПК в сточных водах взяты по умолчанию из Руководства по эффективной практике (МГЭИК, 2000).

### **8.3.5 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования**

Применялись стандартные процедуры контроля качества исходных данных (включая сопоставление данных, полученных из разных источников) и контроля результатов.

Планируется провести уточнение среднего содержания БПК в нормативно очищенных сточных водах. Будет продолжен сбор данных для уточнения доли систем очистки сточных вод, использующих анаэробное сбраживание осадка (в метантенках), в общем количестве систем биологической очистки, а также для уточнения доли метантенков, оборудованных системами сжигания выделяющегося биогаза в общем количестве метантенков.

Планируется также сбор данных для более точного определения доли анаэробно разлагаемого БПК в осадке сточных вод, не подвергаемом обработке в метантенках (FTA) - для систем типа 2. Для фекальных сточных вод будет выясняться возможность построения однородного ряда исходных данных по среднелюдскому потреблению протеинов населением с продуктами питания.

Таблица 8.10

## Потребление белков на душу населения в Российской Федерации, г/чел. день

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Данные ФАО <sup>1)</sup>																	
	129,0	110,3	91,7	91,2	90,2	89,1	87,9	89,2	88,8	87,1	86,0	88,5	91,4	92,7	93,5	96,3	95,6
Данные Росстата <sup>2)</sup>																	
	74,0	72,3	67,5	68,0	65,7	61,0	57,8	61,7	68,0	61,0	61,8	64,9	66,9	67,0	66,6	71,2	70,7

<sup>1)</sup> для 2004-2006 гг. - оценки<sup>2)</sup> в среднем на члена домохозяйства в сутки (по итогам обследования бюджетов домохозяйств)

Таблица 8.11

Оценка выбросов CH<sub>4</sub> при очистке промышленных сточных вод, Гг CO<sub>2</sub>-экв/год

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Нефтеперерабатывающая промышленность																
313	301	269	234	202	167	192	195	182	189	195	201	210	208	214	228	241
Химическая и нефтехимическая промышленность																
107	11	9	8	6	30	27	27	25	28	31	34	33	33	38	40	45
Целлюлозно-бумажная промышленность																
14785	13114	10238	7976	6075	7179	5683	5890	6344	8025	9377	9993	10542	11219	12014	12535	13077
Легкая промышленность																
188	171	113	82	48	40	32	36	32	38	53	60	64	63	58	58	58
Пищевая промышленность																
1895	1678	1272	1126	892	772	738	745	823	950	1019	1162	1288	1403	1468	1628	1807



## Литература и источники данных

1. Абрамов Н.Ф., Борисов Ю.А., Воробьев В.А. Отчет по теме: «Предварительная оценка величины эмиссии метана и углекислого газа в атмосферу от свалок твердых отходов, прогноз на 2000 – 2010 г.», Москва, Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 1991, 70 с.
2. Абрамов Н.Ф., Суворов В.Н., Борисов Ю.А. Отчет по теме: «Оценка и сравнительный анализ интенсивности антропогенной эмиссии метана с полигонов твердых и жидких бытовых отходов на территории России», Москва, Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 1992, 80 с.
3. Госстрой России 2001 Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов МДК 3-01.2001. Приложение 6.
4. Гурвич В.И., Лившиц А.Б. Свалочный газ: перспективы добычи и утилизации, ТБО, N8, 2006 с. 4 – 9.
5. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки Москва, Стройиздат, 1991. 128 с.
6. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Отчет по теме: «Определение количества и характеристик бытовых и промышленных (от различных отраслей хозяйства) сточных вод для оценки эмиссии  $\text{CH}_4$  в атмосферу и утилизации биогаза, образующегося при обработке сточных вод в России» НПФ «БИФАР» Москва, 1996
7. Зайцев В. Эко-бюллетень ИНЭКА, 2004
8. МГЭИК (1996). Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996
9. МГЭИК (2000). Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. 2000.
10. Методическая документация в строительстве. Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации МДС 13-8.2000. Утв. Постановлением коллегии Госстроя России от 22. 12. 1999.
11. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод МДК3-01.2001
12. Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Экология и промышленность России, 1997, №3, с. 41 -43.
13. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2001, 229 стр.
14. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2006, 493 стр.
15. Пурим В.Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. М., Энергоатомиздат, 2002. 112 с.
16. Российский статистический ежегодник, Росстат, 1998
17. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2004
18. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2005
19. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2006
20. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2007
21. СНиП 1.04.03-85 1986 Канализация Наружные сети и сооружения Госстрой СССР, М
22. Состояние системы санитарной очистки города. Ассоциация мусорщиков Москвы, [www.mosmusor.ru](http://www.mosmusor.ru).
23. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2004
24. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2006
25. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2007
26. Сперанская О., Цитцер О. Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России. М., 2004.
27. Ульянов В. О существующих методах обезвреживания твердых бытовых отходов. Экологический бюллетень «Чистая земля», Владимир, Спец. выпуск № 1, 1997, с 22-27.
28. FAO (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций). База статистических данных FAOSTAT - <http://faostat.fao.org>. 1990-2004.
29. Шеховцов А.А., Жильцов Е.В., Чижев С.Г. Влияние отраслей экономики Российской Федерации на состояние природной среды в 1993 – 1995 гг., М.: Издательский центр «Метеорология и гидрология», 1997, 329 с.

## 9. ПЕРЕСЧЕТЫ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Пересчеты представленных в предыдущем Национальном кадастре (Национальный..., 2006) оценок и усовершенствования были выполнены по следующим основным направлениям:

- Использование при выполнении оценок выбросов и абсорбции методологий более высокого уровня или использование эффективной практики в соответствии с требованиями руководящих документов МГЭИК (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003).
- Использование более полных или уточненных данных об экономической и иной деятельности, связанной с антропогенными выбросами или абсорбцией парниковых газов, являющихся исходными данными для проведения оценок выбросов и абсорбции; в том числе были использованы уточненные и детализированные данные балансов топливно-энергетических ресурсов Российской Федерации.
- Учет большей части замечаний и рекомендаций, сделанных Группой экспертов РКИК ООН, сформулированных в окончательных документах Группы.<sup>19 20</sup> (Учет некоторых замечаний требует значительного времени и ресурсов и будет осуществляться при подготовке будущих кадастров).
- Исправление обнаруженных ошибок в расчетах выбросов и абсорбции парниковых газов, при заполнении таблиц ОФД и составлении НДК.

В зависимости от конкретной категории источников или поглотителей парниковых газов, для которой подвергались пересчету оценки выбросов или абсорбции, пересчеты выполнялись либо для всего ряда оценок за период 1990-2005 гг., либо для отдельных лет данного периода. Особое внимание было обращено на базовый год (1990 г. для CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O и 1995 г. для ГФУ, ПФУ и SF<sub>6</sub>), а также на последний год, для которого были выполнены оценки в предыдущем кадастре (2005 г.)

Данные о влиянии произведенных пересчетов на уровень и тренд выбросов и абсорбции парниковых газов приведены в таблицах 9.1 и 9.2. Более детальные данные содержатся в таблицах ОФД.

Таблица 9.1

*Изменение уровня выбросов парниковых газов в результате выполнения пересчетов (%)*

Парниковый газ	Год	
	1990	2005
CO <sub>2</sub> , с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	-0,09	-0,30
Метан (CH <sub>4</sub> ), с учетом ЗИЗИЛХ	0,0	0,0
Закись азота (N <sub>2</sub> O), с учетом ЗИЗИЛХ	0,0	0,0
Гидрофторуглероды (ГФУ)	0,19	-0,04
Перфторуглероды (ПФУ)	0,0	0,01
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )	0,0	0,03
Всего, с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	0,11	-0,31
Всего, без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	0,12	-0,33

<sup>1)</sup> Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

<sup>19</sup> Документ РКИК ООН. FCCC/IRR/2007/RUS. Report of the review of the initial report of the Russian Federation. 18 February 2008.

<sup>20</sup> Документ РКИК ООН FCCC/ARR/2006/RUS. Report of the individual review of the greenhouse gas inventory of the Russian Federation submitted in 2006. 15 April 2008.

Таблица 9.2

*Изменение тренда выбросов парниковых газов за период 1990-2004 гг. в результате выполнения пересчетов (%)*

Парниковый газ	Период
	1990-2005 гг.
Всего, с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	-0,80
Всего, без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	-0,81

<sup>1)</sup> Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

### **Литература и источники данных**

1. Российская Федерация. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2005 гг.
2. МГЭИК, 2000. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. 2000.
3. МГЭИК, 2003. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК. 2003.

## **10. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ СОГЛАСНО ПУНКТУ 1 СТАТЬИ 7 КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА**

### **10.1 Информация о российской системе оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов**

В 2006 г., в соответствии с требованиями Киотского протокола были созданы российская система оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов<sup>21</sup> и российский реестр углеродных единиц<sup>22</sup>. Описание системы оценки содержится в настоящем докладе и в Национальном докладе Российской Федерации об установленном количестве выбросов (первоначальный доклад, представляемый согласно Киотскому протоколу). Изменений в системе в течение 2007 г. не производилось. Сведения об изменениях, произведенных после 2007 г., включая изменения, осуществляемые в порядке выполнения рекомендаций Группы экспертов РКИК ООН,<sup>23 24</sup> будут включены в следующие доклады о кадастре.

### **10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2007 году**

Остальная информация, подлежащая представлению в последующие годы согласно пункту 1 статьи 7 Киотского протокола будет включена в следующие кадастры Российской Федерации в соответствии с решением 15/CMP.1 Первого Совещания Сторон Киотского протокола.<sup>25</sup>

#### ***1. Имя/фамилия администратора реестра, назначенного Российской Федерации для ведения национального реестра, и контактная информация***

Распоряжением Правительства Российской Федерации №215-р от 20.02.2006 МПР России определено органом исполнительной власти, ответственным за создание и функционирование российского реестра углеродных единиц.

Распоряжением Правительства Российской Федерации №1741-р от 15.12.2006 на основании результатов проведенного МПР России конкурса Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр геоэкологических систем» (ФГУП ФЦГС «Экология») назначено организацией-администратором российского реестра углеродных единиц. Основная информация по Российскому реестру углеродных единиц приведена в таблице 10.1.

#### ***2. Названия других Сторон, с которыми Российская Федерация сотрудничает в деле ведения их соответствующих национальных реестров в рамках единой системы***

Российская Федерация не сотрудничает с другими Сторонами в рамках ведения единого национального реестра.

---

<sup>21</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. № 278-р.

<sup>22</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 215-р.

<sup>23</sup> Документ РКИК ООН FCCC/IRR/2007/RUS. Report of the review of the initial report of the Russian Federation. 18 February 2008.

<sup>24</sup> Документ РКИК ООН FCCC/ARR/2006/RUS. Report of the individual review of the greenhouse gas inventory of the Russian Federation submitted in 2006. 15 April 2008.

<sup>25</sup> Документ РКИК ООН FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.2.

Таблица 10.1

*Администратор Российского реестра углеродных единиц*

Название	Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр геоэкологических систем» (ФГУП ФЦГС «Экология»)
Адрес	Кедрова 8 к. 1
Индекс	117292
Город	Москва
Страна	Российская Федерация
Директор	Климанов Сергей Александрович
Тел.	+7 (495) 718-05-33
Факс	+7 (495) 125-55-59
E-mail	<a href="mailto:Klimanov@ecoinfo.ru">Klimanov@ecoinfo.ru</a>
Контактная персона	Уледова Надежда Владимировна
Тел.	+7 (495) 718-05-33
Факс	+7 (495) 125-55-59
E-mail	<a href="mailto:Uledova@ecoinfo.ru">Uledova@ecoinfo.ru</a>

**3. Описание структуры и емкости базы данных национального реестра**

В Российской Федерации функционирует программно-аппаратный комплекс российского реестра углеродных единиц, соответствующий требованиям, предусмотренным техническими стандартами, определенными в приложении к решению 24/СР.8 и одобренными решением 12/СМР.1, и документом РКИК ООН «Стандарты обмена данными для систем реестров – технические спецификации».

Российский реестр углеродных единиц построен с использованием программного продукта SeringasTM (разработка Депозитарной кассы Франции).

База данных Seringas - структурированный электронный набор данных, который и является базой данных российского реестра углеродных единиц. Используется программное обеспечение СУБД Microsoft SQL Server, Microsoft Server и программное обеспечение SeringasTM.

В базе данных хранится полная информация обо всех операциях, производимых в реестре.

Главным звеном производственной платформы реестра является два сервера типа Proliant DL380.

Каждый сервер Proliant DL380 укомплектован несколькими дисками SCSI емкостью 72 Гб каждый. Один из серверов является сервером приложений, другой - сервером баз данных.

**4. Описание того, как национальный реестр соблюдает технические стандарты для обмена данными между системами реестров для целей обеспечения точного, транспарентного и эффективного обмена данными между национальными реестрами, реестром механизма чистого развития и регистрационным журналом операций (пункт 1 решения 19/СР.7)**

Архитектура российского реестра углеродных единиц и использование программного продукта SeringasTM обеспечивают полное соблюдение требований технических стандартов для обмена данными между системами реестров, предусмотренными требованиями, определенными в приложении к решению 24/СР.8 и одобренными решением 12/СМР.1, и документом РКИК ООН «Стандарты обмена данными для систем реестров – технические спецификации», в котором содержатся технические спецификации для обмена данными между национальными реестрами и международным регистрационным журналом операций (МРЖО).

Реестр представляет собой комплекс оборудования, объединенного в локальную сеть и имеющего выход в Интернет для соединения с МРЖО. Все данные, участвующие в процедуре передаче данных от Реестра и к нему, шифруются с использованием протоколов IPSec VPN(AES-256) и SSL. Используются цифровые сертификаты X.509.

Шифрование данных производится в два этапа, с помощью протоколов IPSec VPN и SSL.

Для взаимной аутентификации Реестра и МРЖО по протоколу SSL используются четыре сертификата X.509.

В качестве программного обеспечения используется программный продукт Seringas™ v.4.0.6, прошедший аккредитацию в МРЖО.

***5. Описание процедур, используемых в национальном реестре для сведения к минимуму расхождений в сведениях о вводе в обращение, передаче, приобретении, аннулировании и изъятии из обращения ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и/или ЕА и замены вССВ и дССВ, а также шагов, предпринимаемых в целях прекращения операций, в случае получения уведомления о расхождении, и в целях устранения проблем в случае невозможности прекратить операцию***

Для целей сведения к минимуму расхождений в сведениях о вводе в обращение, передаче, приобретении, аннулировании и изъятии из обращения ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и/или ЕА и замены вССВ и дССВ, а также шагов, предпринимаемых в целях прекращения операций, в случае получения уведомления о расхождении, и в целях устранения проблем в случае невозможности прекратить операцию в российском реестре углеродных единиц применяются следующие процедуры:

**5.1. Разделение обязанностей между сотрудниками российского реестра углеродных единиц**

К работе с Реестром допускаются исключительно постоянные сотрудники организации-администратора Реестра (ФГУП ФЦГС «Экология»), предварительно прошедшие специальное обучение и допущенные к работе в Реестре.

Права и полномочия доступа к данным основываются на функциональных обязанностях каждого сотрудника и его должности в организации.

Функционирование Реестра обеспечивается тремя группами персонала:

- группа администраторов Реестра
- группа операторов Реестра
- группа технических администраторов Реестра

Каждая группа проходит необходимое обучение в соответствии с функциональными требованиями.

Технические администраторы должны иметь высшее профессиональное образование (в т.ч. профессиональную подготовку в качестве администраторов баз данных, сетей, средств защиты информации и т.д.).

Администраторы Реестра должны иметь высшее профессиональное образование и пройти обучение по работе с программным обеспечением Seringas (под руководством разработчиков программного обеспечения Seringas).

Операторы Реестра обучаются под руководством Администраторов Реестра.

Технический администратор реестра имеет доступ к базе данных, в т.ч. физический доступ ко всему аппаратному комплексу Реестра. Технический администратор не выполняет в Реестре операций по открытию счетов, переводу единиц и т.д.

Администратор реестра имеет полномочия для осуществления всех типов операций, в т.ч. операции со счетами Российской Федерации. Администратор реестра несет ответственность за открытие счетов, управление счетами, проведение операций с единицами, выпуск отчетных документов.

Администратор реестра определяет права доступа других пользователей Реестра. Он также может выполнять операции от имени пользователя Реестра по его письменному распоряжению.

Оператор реестра имеет ограниченные полномочия для проведения операций.

Все операции в Реестре проводятся с учетом минимизации риска возможных ошибок, что реализуется с использованием процедуры подтверждения Администратором Реестра выполнения операции, создаваемой оператором Реестра.

## **5.2. Двойная валидация каждой операции в российском реестре углеродных единиц**

Каждая операция в российском реестре углеродных единиц подготавливается оператором реестра, но завершение операции возможно лишь администратором реестра после проверки правильности заполнения всей информации.

## **5.3. Программное обеспечение, позволяющее свести к минимуму количество возможных ошибок**

Программное обеспечение SeringasTM (разработка Депозитарной кассы Франции), используемое в российском реестре углеродных единиц, позволяет всю возможную информацию выбирать из списков, а не набирать оператору реестра вручную; проверяет все возможные параметры на соответствие текущему периоду действия обязательств и т.д. В случае обнаружения ошибок автоматически блокирует операцию.

## **5.4. Все операции выполняются сотрудниками российского реестра углеродных единиц**

В Российской Федерации предусмотрен доступ к российскому реестру углеродных единиц исключительно сотрудников организации-администратора российского реестра углеродных единиц, прошедших специальное обучение и получивших соответствующий уровень доступа на выполнение той или иной операции в реестре.

Внешние пользователи имеют доступ исключительно к сайту российского реестра углеродных единиц, не имеющего связи с базой данных реестра.

## **6. Обзор мер безопасности, используемых в национальном реестре в целях предотвращения несанкционированных манипуляций и предотвращения ошибок оператора, а также информации о том, каким образом обеспечивается актуализация этих мер**

Безопасность в Реестре обеспечивается на нескольких уровнях:

**Физическая безопасность серверов:** доступ в помещение, где расположены серверы, ограничен и физически защищен, в т.ч. с применением охранно-пожарных систем (в т.ч. видеокamer). Серверы Реестра размещены в металлических шкафах, запертых на ключ, в отдельном помещении охраняемого здания с пропускным режимом. Комната с серверными шкафами запирается на ключ. Ключ хранится на посту охраны и выдается только уполномоченным сотрудникам Реестра с регистрацией в журнале выдачи ключей. Физический доступ к серверам Реестра разрешен только сотрудникам, выполняющим обязанности администратора реестра или технического администратора реестра.

**Безопасность аутентификации пользователя:** вход в Реестр возможен только с использованием имени пользователя и пароля. Все пароли действительны не более 60 дней. Десять последующих паролей для одного пользователя не могут совпадать.

**Безопасность сессии:** Все данные, участвующие в процедуре передачи данных от Реестра и к нему, шифруются с использованием протокола IPSec VPN(AES-256) и с использованием SSL.

В целях обеспечения безопасности данных, содержащихся в российском реестре углеродных единиц (далее – Реестре), для управления данными Реестра предусмотрены три пользовательских профиля:

- Администратор реестра;
- Технический администратор реестра;
- Оператор реестра.

## **7. Перечень общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра**

Перечень общедоступной информации, публикуемой в российском реестре углеродных единиц, в полной мере соответствует требованиям пунктов 44-48 приложения к решению 13/СМР.1.

На сайте российского реестра углеродных единиц публикуется следующая информация на русском и английском языках:

### **7.1. Информация для каждого номера счета**

- название счета: владелец счета;
- вид счета: вид счета (текущий счет, счет аннулирования или счет изъятия из обращения);
- период действия обязательств: период действия обязательств, в отношении которого осуществляется аннулирование или изъятие из обращения;
- идентификатор представителя: представитель владельца счета с использованием идентификатора Стороны (двухбуквенного кода страны, определяемого в соответствии с ISO 3166) и собственного номера этого представителя в реестре Стороны;
- имя представителя и контактная информация: полное имя, почтовый адрес, номер телефона, номер факса и адрес электронной почты представителя владельца счета.

### **7.2. Информация о проектах согласно статье 6 для каждого идентификатора проекта, в отношении которого Российская Федерация ввела в обращение единицы сокращения выбросов**

- название проекта: собственное название проекта;
- место осуществления проекта: Страна и город или район осуществления проекта;
- годы введения в обращение ЕСВ: годы, в которые были введены в обращение ЕСВ в результате проекта согласно статье 6;
- доклады: загружаемые электронным способом версии всех публично доступных документов, связанных с проектом, включая предложения, мониторинг, проверку и введение в обращение ЕСВ, когда это уместно, при условии соблюдения положений о конфиденциальности, содержащихся в решении Конференции Сторон 9/СМР.1.

### **7.3. Информация об авуарах и операциях в российском реестре углеродных единиц с указанием серийных номеров за каждый календарный год (определяемый по среднегринвичскому времени):**

- общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА на каждом счете по состоянию на начало года;
- общее количество ЕУК, введенных в обращение на основе установленного количества во исполнение пунктов 7 и 8 статьи 3;
- общее количество ЕСВ, введенных в обращение на основе проектов по статье 6;
- общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, приобретенных из других реестров с указанием передавших счетов и реестров;
- общее количество ЕА, введенных в обращение на основе каждого вида деятельности согласно пунктам 3 и 4 статьи 3;
- общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, переданных в другие реестры с указанием счетов и реестров приобретения;
- общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, аннулированных на основе деятельности согласно пунктам 3 и 4 статьи 3;
- общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, аннулированных в результате принятия Комитетом по соблюдению заключения о том, что Страна не соблюдает свое обязательство по пункту 1 статьи 3;
- общее количество других аннулированных ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;



- общее количество изъятых из обращения ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;
- общее количество ЕСВ, ССВ и ЕУК, перенесенных с предыдущего периода действия обязательств;
- текущие авуары ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА на каждом счете.

#### **7.4. Информация о юридических лицах, уполномоченных Российской Федерацией владеть ЕСВ, ССВ, ЕУК и/или ЕА под ее ответственность (если таковые есть).**

### **8. Интернет-адрес интерфейса ее национального реестра**

Российский реестр углеродных единиц доступен по адресу:  
<http://www.carbonunitsregistry.ru>

### **9. Описание принятых мер по обеспечению защиты, ведения и восстановления данных с целью обеспечения целостности хранимых данных и восстановления сервисов реестра в случае аварии**

Каждая операция в Реестре записывается в журналы на уровне веб-сервера, сервера баз данных (журналы действий пользователей, журналы выполнения операций, журналы обмена данными и др.).

Установленным программным обеспечением Seringas (программный модуль AGENT) производится регистрация обмена данными между Реестром и МРЖО. Регистрируются все SOAP-сообщения в формате XML. Программный модуль AGENT имеет встроенные средства для просмотра этих сообщений.

В Реестре предусмотрено автоматическое ежедневное резервное копирование всех необходимых данных на кассеты с магнитной лентой и регулярное, по мере необходимости, создание носителей для аварийного восстановления.

Один раз в месяц производится архивирование всех журналов реестра.

Кроме того, один раз в сутки производится автоматическая передача всех данных реестра на удаленный от основной площадки запасной аппаратно-программный комплекс. Главным звеном запасной платформы реестра является два сервера типа Proliant DL380, идентичные серверам основной производственной платформы реестра.

Каждый сервер Proliant DL380 укомплектован несколькими дисками SCSI емкостью 72 ГБ каждый.

### **10. Результаты любых процедур проверки, которые могут существовать или разрабатываться с целью проверки эффективности, процедур и мер безопасности национального реестра в соответствии с положениями решения 19/CP.7, касающегося технических стандартов обмена данными между системами реестров**

В целях проверки эффективности, процедур и мер безопасности национального реестра в соответствии с положениями решения 19/CP.7, касающегося технических стандартов обмена данными между системами реестров, российский реестр углеродных единиц успешно завершил ряд тестирований, в т.ч. 08.10.2007 инициализационное тестирование по приложению «Н» к документу «Стандарты обмена данными» (отчет о тестировании приведен в приложении 1 к настоящему документу). Тестирование VPN и SSL соединений с тестовым оборудованием международного регистрационного журнала операций завершено 05.06.2007, а с производственным оборудованием – 03.10.2007.

В июле 2007 года российский реестр углеродных единиц был посещен рабочей группой по рассмотрению РКИК ООН, которая пришла к выводу, что необходимые для функционирования национального реестра Российской Федерации согласно КП инфраструктура создана и компетентный штат имеется. Замечание группы по рассмотрению о необходимости создания системы аппаратных средств по восстановлению содержимого реестра на запасной площадке в соответствии с Планом восстановления устранимо.

Тестирование российского реестра углеродных единиц на предмет оценки способности к осуществлению операций, сверки информации и административных процессов (по приложению «Н» к документу «Стандарты обмена данными») было успешно завершено 08.10.2008 г.

Отчет о независимой оценке российского реестра углеродных единиц, в рамках которого подтверждается полное соответствие национального реестра Российской Федерации требованиям документа «Стандарты обмена данными» и успешное прохождение всех обязательных этапов тестирования был опубликован секретариатом РКИК ООН 12.11.2007 г.

С 04.03.2008 г. российский реестр углеродных единиц перешел на режим постоянного функционирования.

### **10.3 Расчет резерва периода выполнения обязательств Киотского протокола**

По данным кадастра объем выбросов парниковых газов за 2006 год (без учета ЗИЗЛХ) составляет 2 190 238 689,9 т. CO<sub>2</sub>-экв. Пятикратное значение указанной величины составляет:  $2\,190\,238\,689,9 \cdot 5 = 10\,951\,193\,449,7$  т. CO<sub>2</sub>-экв. Таким образом, резерв Российской Федерации на первый период действия обязательств Киотского протокола составляет 10 951 193 450 т. CO<sub>2</sub>-экв.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## КЛЮЧЕВЫЕ КАТЕГОРИИ

Данное приложение содержит следующие таблицы:

- Таблица П.1.1. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 1990 г. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.2. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2004 г. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования, и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.3. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2005 г. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования, и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.4. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2004 г. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.5. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2005 г. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.6. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 1990 г. (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования, лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.7. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2004 г. (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.8. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2005 г. (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.9. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2004 г. (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.10. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2005 г. (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»).

Ключевые категории источников выбросов определялись по методу уровня 1 МГЭИК. Уровень детализации (дезагрегирования) категорий, использованный для анализа обсуждается в главе 1 настоящего доклада. Там же приведены таблицы сводных данных по ключевым категориям и необходимые методические комментарии.

Категории источников в таблицах ранжированы по величине их вклада в общий выброс или в тренд общего выброса. К ключевым относятся категории, для которых указанный в таблицах кумулятивный вклад в выброс или в тренд не превышает 95 %. В таблицы включены также категории, приближающиеся к ключевым (выделены курсивом). Источники, не вошедшие в эти две группы, обозначаются как «прочие».

Таблица П.1.1

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 1990 г.  
(без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO <sub>2</sub> -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	679002,07	20,4363	20,4363
2	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	605090,04	18,2118	38,6481
3	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	604287,56	18,1876	56,8357
4	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	296712,61	8,9303	65,7661
5	1.АА.3.Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	176308,03	5,3065	71,0725
6	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	110426,46	3,3236	74,3961
7	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	100870,74	3,0360	77,4321
8	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	96410,84	2,9017	80,3338
9	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	94752,32	2,8518	83,1856
10	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	67234,80	2,0236	85,2092
11	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	48013,25	1,4451	86,6543
12	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	45986,69	1,3841	88,0384
13	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	36903,18	1,1107	89,1491
14	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	36162,16	1,0884	90,2375
15	2.А.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	34050,71	1,0248	91,2623
16	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	25636,39	0,7716	92,0339
17	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	22239,03	0,6693	92,7033
18	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	19915,57	0,5994	93,3027
19	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	18888,00	0,5685	93,8712
20	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	18448,37	0,5553	94,4264
21	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	18419,40	0,5544	94,9808
22	1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	18417,72	0,5543	95,5351
23	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	17288,14	0,5203	96,0555
24	6.В.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	16225,15	0,4883	96,5438
25	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	16018,09	0,4821	97,0259
26	Прочие		98814,59	2,9741	100,0000
	Всего		3322521,909	100,0000	

Таблица П.1.2

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2004 г.  
(без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования, и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO <sub>2</sub> -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	662875,68	31,2143	31,2143
2	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	304008,72	14,3155	45,5298
3	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	273914,08	12,8984	58,4282
4	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	179481,55	8,4516	66,8798
5	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	82902,90	3,9038	70,7837
6	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	81864,87	3,8550	74,6386
7	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	79943,76	3,7645	78,4031
8	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	52445,63	2,4696	80,8727
9	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	42752,01	2,0132	82,8859
10	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	41573,22	1,9576	84,8435
11	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	36996,93	1,7422	86,5857
12	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	27354,75	1,2881	87,8738
13	2.А.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	20577,79	0,9690	88,8428
14	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	20542,77	0,9673	89,8101
15	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	20197,54	0,9511	90,7612
16	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18434,52	0,8681	91,6293
17	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	17968,05	0,8461	92,4754
18	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	16147,87	0,7604	93,2358
19	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	16040,86	0,7554	93,9911
20	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	16002,54	0,7535	94,7447
21	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15705,61	0,7396	95,4842
22	6.В.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	14345,66	0,6755	96,1598
23	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	13792,26	0,6495	96,8092
24	2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	9647,82	0,4543	97,2635
25	Прочие		58112,29	2,7365	100,0000
	Всего		2123629,682	100,0000	

Таблица П.1.3

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2005 г.  
(без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования, и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO <sub>2</sub> -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	666135,60	31,2670	31,2670
2	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	296993,62	13,9402	45,2072
3	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	276094,64	12,9593	58,1665
4	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	174922,63	8,2105	66,3770
5	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	92714,94	4,3518	70,7288
6	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	79872,92	3,7491	74,4779
7	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	78965,60	3,7065	78,1844
8	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	51527,22	2,4186	80,6030
9	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	44510,55	2,0892	82,6922
10	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	39087,30	1,8347	84,5269
11	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	38097,60	1,7882	86,3151
12	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	28676,53	1,3460	87,6611
13	2.А.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	21896,84	1,0278	88,6889
14	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	19949,07	0,9364	89,6253
15	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	19137,04	0,8983	90,5235
16	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18931,26	0,8886	91,4121
17	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	18709,50	0,8782	92,2903
18	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	16766,10	0,7870	93,0773
19	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	16513,22	0,7751	93,8523
20	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15860,46	0,7445	94,5968
21	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	15399,94	0,7228	95,3196
22	6.В.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	14554,48	0,6832	96,0028
23	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	14489,33	0,6801	96,6829
24	2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	14170,57	0,6651	97,3480
25	Прочие		56499,53	2,6520	100,0000
	Всего		2130476,50	100,0000	

Таблица П.1.4

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2004 г.  
(без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO <sub>2</sub> -экв.	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	662875,68	26,8796	26,8796
2	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	179481,55	24,2810	51,1606
3	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	273914,08	9,8961	61,0567
4	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	304008,72	9,7170	70,7737
5	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	82902,90	3,4981	74,2718
6	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	36996,93	2,4205	76,6923
7	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	81864,87	2,3773	79,0696
8	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	3389,05	2,3720	81,4416
9	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	41573,22	2,2300	83,6716
10	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	16002,54	1,5725	85,2442
11	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	27354,75	1,5432	86,7873
12	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	52445,63	1,4124	88,1998
13	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	20197,54	1,2320	89,4318
14	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	79943,76	1,0996	90,5314
15	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	20542,77	1,0299	91,5613
16	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	1620,01	1,0121	92,5734
17	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	16040,86	0,8306	93,4040
18	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15705,61	0,6953	94,0993
19	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	17968,05	0,6924	94,7917
20	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18434,52	0,6700	95,4617
21	1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	6725,47	0,5926	96,0543
22	2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	9647,82	0,5358	96,5902
23	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	16147,87	0,5116	97,1018
24	Прочие		137845,49	2,8982	100,0000
	Всего		2123629,68	100,0000	

Таблица П.1.5

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2005 г.  
(без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO <sub>2</sub> - экв.	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	666135,60	26,4503	26,4503
2	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	174922,63	24,3659	50,8162
3	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	296993,62	10,4318	61,2480
4	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	276094,64	9,8394	71,0874
5	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	1493,55	2,5413	73,6287
6	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	39087,30	2,4840	76,1127
7	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	38097,60	2,4828	78,5955
8	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	92714,94	2,3313	80,9269
9	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	79872,92	2,0693	82,9962
10	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	28676,53	1,6526	84,6487
11	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	15399,94	1,6149	86,2636
12	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	51527,22	1,5078	87,7714
13	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	19137,04	1,3355	89,1069
14	2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	14170,57	1,0396	90,1464
15	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	1636,26	0,9898	91,1363
16	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	78965,60	0,9351	92,0714
17	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	19949,07	0,9329	93,0043
18	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	18709,50	0,7563	93,7606
19	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	16766,10	0,7361	94,4967
20	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18931,26	0,7062	95,2030
21	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15860,46	0,6928	95,8958
22	1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	6847,45	0,5688	96,4647
23	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	16513,22	0,5369	97,0016
24	Прочие		141973,47	2,9984	100,0000
	Всего		2130476,499	100,0000	



Таблица П.1.6

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 1990 г.  
(с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования, лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO <sub>2</sub> -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	679002,07	17,8301	17,8301
2	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	605090,04	15,8892	33,7194
3	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	604287,56	15,8682	49,5876
4	5.В.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	328826,73	8,6348	58,2223
5	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	296712,61	7,7915	66,0138
6	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	176308,03	4,6297	70,6435
7	5.А.1 Лесные земли	CO <sub>2</sub>	143303,93	3,7631	74,4066
8	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	110426,46	2,8997	77,3063
9	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	100870,74	2,6488	79,9551
10	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	96410,84	2,5317	82,4868
11	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	94752,32	2,4881	84,9749
12	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	67234,80	1,7655	86,7405
13	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	48013,25	1,2608	88,0012
14	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	45986,69	1,2076	89,2088
15	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	36903,18	0,9691	90,1779
16	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	36162,16	0,9496	91,1275
17	2.А.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	34050,71	0,8941	92,0216
18	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	25636,39	0,6732	92,6948
19	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	22239,03	0,5840	93,2788
20	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	19915,57	0,5230	93,8018
21	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	18888,00	0,4960	94,2978
22	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	18448,37	0,4844	94,7822
23	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	18419,40	0,4837	95,2659
24	1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	18417,72	0,4836	95,7495
25	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	17288,14	0,4540	96,2035
26	6.В.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	16225,15	0,4261	96,6295
27	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	16018,09	0,4206	97,0502
28	Прочие		112334,63	2,9498	100,0000
	Всего		3808172,61	100,0000	

Таблица П.1.7

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2004 г.  
(с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO <sub>2</sub> -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	662875,68	22,0726	22,0726
2	5.A.1 Лесные земли	CO <sub>2</sub>	529020,95	17,6155	39,6881
3	5.B.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	329289,70	10,9648	50,6529
4	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	304008,72	10,1230	60,7759
5	1.B.2.B Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	273914,08	9,1209	69,8968
6	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	179481,55	5,9764	75,8732
7	1.AA.3.B Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	82902,90	2,7605	78,6338
8	2.C.1.2, 2.C.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	81864,87	2,7260	81,3597
9	1.AA.3.E Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	79943,76	2,6620	84,0217
10	4.D.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	52445,63	1,7464	85,7681
11	1.B.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	42752,01	1,4236	87,1916
12	4.A Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	41573,22	1,3843	88,5759
13	6.A Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	36996,93	1,2319	89,8079
14	1.B.2.C Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	27354,75	0,9109	90,7187
15	2.A.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	20577,79	0,6852	91,4040
16	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	20542,77	0,6840	92,0880
17	4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	20197,54	0,6725	92,7605
18	5.C.1 Постоянные луга и пастбища	CO <sub>2</sub>	19661,69	0,6547	93,4152
19	1.B.2.C Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18434,52	0,6138	94,0291
20	2.B.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	17968,05	0,5983	94,6274
21	1.B.2.A Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	16147,87	0,5377	95,1651
22	2.A.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	16040,86	0,5341	95,6992
23	4.D.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	16002,54	0,5329	96,2321
24	2.C.3 Производство алюминия	ПФУ	15705,61	0,5230	96,7550
25	6.B.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	14345,66	0,4777	97,2327
26	Прочие		83105,54	2,7673	100,0000
	Всего		3003155,19	100,0000	

Таблица П.1.8

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2005 г.  
(с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO <sub>2</sub> -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	666135,60	25,2273	25,2273
2	5.В.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	332897,54	12,6072	37,8345
3	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	296993,62	11,2475	49,0820
4	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	276094,64	10,4560	59,5380
5	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	174922,63	6,6245	66,1625
6	5.А.1 Лесные земли	CO <sub>2</sub>	171500,56	6,4949	72,6574
7	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	92714,94	3,5112	76,1686
8	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	79872,92	3,0249	79,1935
9	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	78965,60	2,9905	82,1840
10	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	51527,22	1,9514	84,1354
11	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	44510,55	1,6857	85,8211
12	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	39087,30	1,4803	87,3014
13	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	38097,60	1,4428	88,7442
14	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	28676,53	1,0860	89,8302
15	2.А.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	21896,84	0,8293	90,6594
16	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	19949,07	0,7555	91,4149
17	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	19137,04	0,7247	92,1397
18	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18931,26	0,7169	92,8566
19	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	18709,50	0,7085	93,5652
20	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	16766,10	0,6350	94,2001
21	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	16513,22	0,6254	94,8255
22	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15860,46	0,6007	95,4261
23	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	15399,94	0,5832	96,0094
24	6.В.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	14554,48	0,5512	96,5606
25	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	14489,33	0,5487	97,1093
26	Прочие		76330,39	2,8907	100,0000
	Всего		2640534,89	100,0000	

Таблица П.1.9

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2004 г.  
(с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс/абсорбция, Гг CO <sub>2</sub> -экв	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
1	5.А.1 Лесные земли	CO <sub>2</sub>	-529020,95	31,4422	31,4422
2	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	662875,68	20,4540	51,8961
3	5.В.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	329289,70	10,4821	62,3783
4	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	179481,55	10,4092	72,7874
5	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	273914,08	7,8400	80,6275
6	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	81864,87	2,0499	82,6773
7	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	304008,72	1,7589	84,4362
8	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	36996,93	1,6066	86,0429
9	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	79943,76	1,3843	87,4272
10	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	3389,05	1,1635	88,5907
11	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	27354,75	1,0634	89,6541
12	5.С.1 Постоянные луга и пастбища	CO <sub>2</sub>	-19661,69	1,0096	90,6636
13	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	82902,90	0,9083	91,5719
14	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	20542,77	0,7334	92,3053
15	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	41573,22	0,6959	93,0012
16	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	16002,54	0,6288	93,6299
17	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	17968,05	0,5361	94,1661
18	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18434,52	0,5297	94,6957
19	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15705,61	0,5142	95,2099
20	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	1620,01	0,4946	95,7045
21	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	42752,01	0,4300	96,1345
22	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	16147,87	0,4259	96,5604
23	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	20197,54	0,4132	96,9736
24	6.В.2.1 Очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства	CH <sub>4</sub>	14345,66	0,3846	97,3582
25	Прочие		167160,76	2,6418	100,0000
	Всего		1905789,92	100,0000	

Таблица П.1.10

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2005 г.  
(с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п/п	Категория источника	Газ	Выброс/абсорбция, Гг CO <sub>2</sub> - экв	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	666135,60	20,6502	20,6502
2	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	174922,63	20,4508	41,1010
3	5.В.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	332897,54	10,9576	52,0586
4	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	296993,62	9,1578	61,2164
5	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	276094,64	7,6305	68,8469
6	5.А.1 Лесные земли	CO <sub>2</sub>	-171500,56	7,2303	76,0772
7	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	39087,30	2,1234	78,2006
8	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	1493,55	2,1026	80,3033
9	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	92714,94	2,0943	82,3976
10	6.А Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	38097,60	1,9826	84,3802
11	2.С.1.2, 2.С.1.3 Производство чугуна и агломерата	CO <sub>2</sub>	79872,92	1,5653	85,9454
12	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	15399,94	1,3623	87,3077
13	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	51527,22	1,3392	88,6470
14	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	28676,53	1,3136	89,9606
15	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	19137,04	1,1382	91,0987
16	2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	14170,57	0,8334	91,9321
17	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	1636,26	0,8209	92,7530
18	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	19949,07	0,7347	93,4877
19	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO <sub>2</sub>	16766,10	0,6387	94,1264
20	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	78965,60	0,6297	94,7561
21	2.В.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	18709,50	0,5911	95,3472
22	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18931,26	0,5493	95,8965
23	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15860,46	0,5438	96,4403
24	1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	6847,45	0,4824	96,9227
25	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	16513,22	0,4137	97,3365
25	Прочие		139773,08	2,6635	100,0000
	Всего		2289673,09	100,0000	

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### БАЛАНС ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Таблица П.2.1

Баланс энергоресурсов за 2006 г. по данным Росстата, млн.т. условного топлива

Природное топливо	из него			Продукты переработки топлива	Горючие побочные энергоресурсы	Электро-энергия	Тепло-энергия	Из общего объема топливно-энергетических ресурсов котельно-печное топливо
	нефть, включая газовый конденсат	газ естественный	уголь					
Ресурсы								
Добыча (производство) – всего								
1650,8	687,1	757,3	200,9	366,0	24,7	343,0	219,4	1078,7
в том числе без потерь <sup>1)</sup>								
1620,5	680,4	751,3	183,5	366,0	24,7	343,0	219,4	1055,2
Запасы у поставщиков:								
на начало года								
118,8	50,9	59,8	7,3	2,4	-	-	-	68,6
на конец года								
134,5	53,9	72,8	7,1	3,1	-	-	-	81,7
изменение запасов								
-15,7	-3,0	-13,0	0,2	-0,7	-	-	-	-13,1
Запасы у потребителей:								
на начало года								
22,8	2,2	0,0	19,6	14,1	0,2	-	-	28,5
на конец года								
22,3	2,3	0,0	19,2	16,4	0,2	-	-	29,8
изменение запасов								
0,5	0,04	0,0	0,4	-2,3	0,0	-	-	-1,3
Импорт								
29,8	3,3	8,3	18,2	0,5	-	1,8	-	26,6
Итого ресурсов								
1635,1	680,7	746,6	202,3	363,5	24,7	344,8	219,4	1067,4
Распределение								
Экспорт								
653,6	355,3	234,1	64,2	152,0	-	7,2	-	362,2
Общее потребление – всего								
981,5	325,4	512,5	138,1	211,5	24,7	337,6	219,4	705,2
В том числе:								
На преобразование в другие виды энергии								
398,4	1,1	299,6	95,6	26,5	11,8	7,5	-	436,7
в качестве сырья:								
на переработку в другие виды топлива								
311,0	277,2	2,4	31,2	5,8	-	-	-	-
на производство нетопливной продукции								
64,3	39,4	25,0	0,1	18,3	0,3	-	-	-
в качестве материала на нетопливные нужды								
6,6	0,2	6,0	0,2	9,6	-	-	-	-
На конечное потребление								
186,0	0,3	171,5	11,0	151,3	12,6	293,0	204,5	260,5
потери на стадии потребления и транспортировки								
15,2	7,2	8,0	-	-	-	37,1	14,9	8,0

<sup>1)</sup> При добыче, производстве и обогащении

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### ДАННЫЕ ПО СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ

Таблица П.3.1

*Содержание кормовых единиц, сухого вещества и сырого протеина (г) в 1 кг разных видов кормов КРС и пересчетные коэффициенты, по (Кормовые нормы..., 1991)*

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Пастбищные корма						
Травы лугов и пастбищ	0,2	36	290	65,5	0,69	12,41
	0,19	30	337	68,4	0,56	8,90
	0,16	41	230	72,5	0,70	17,83
	0,17	27	237	56,7	0,72	11,39
	0,18	30	316	66,4	0,57	9,49
	0,2	26	246	62,6	0,81	10,57
	0,21	34	242	65,4	0,87	14,05
	0,2	37	233	64,4	0,86	15,88
	0,2	32	207	65,9	0,97	15,46
	0,21	36	230	65,2	0,91	15,65
	0,21	36	294	62,3	0,71	12,24
	0,19	32	226	64,8	0,84	14,16
	0,21	34	320	65,6	0,66	10,63
	0,22	40	261	64,8	0,84	15,33
	0,18	31	217	63,3	0,83	14,29
	0,21	35	240	77,3	0,88	14,58
	0,17	29	170	70,9	1,00	17,06
	0,2	32	210	72,9	0,95	15,24
	0,2	34	230	74,8	0,87	14,78
	0,14	32	180	65,7	0,78	17,78
	0,15	28	170	70,4	0,88	16,47
	0,17	31	190	70,6	0,89	16,32
	0,15	29	170	70,4	0,88	17,06
	0,19	35	210	72,9	0,90	16,67
	0,18	25	180	68,6	1,00	13,89
	0,2	28	200	68,5	1,00	14,00
	0,17	35	210	71,2	0,81	16,67
	0,14	29	197	66,4	0,71	14,72
	0,21	30	235	67,3	0,89	12,77
	0,2	37	240	71,8	0,83	15,42

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Травы злаков посевных	0,2	33	222	68,3	0,90	14,86
	0,22	27	231	65,7	0,95	11,69
	0,17	18	257	57,9	0,66	7,00
	0,13	19	139	64,8	0,94	13,67
	0,15	18	140	64,3	1,07	12,86
	0,16	22	144	65,7	1,11	15,28
	0,17	22	156	64,2	1,09	14,10
	0,2	28	189	66,8	1,06	14,81
	0,29	37	248	77,7	1,17	14,92
	0,47	23	374	81,6	1,26	6,15
	0,15	25	192	63,5	0,78	13,02
	0,19	30	257	60,7	0,74	11,67
	0,21	25	289	57,8	0,73	8,65
	0,15	32	226	55,1	0,66	14,16
	0,2	35	260	55,6	0,77	13,46
	0,21	38	284	58,5	0,74	13,38
	0,2	33	268	70,1	0,75	12,31
	0,2	23	250	64,1	0,80	9,20
	0,13	27	150	65,5	0,87	18,00
	0,16	32	180	63,2	0,89	17,78
	0,21	32	232	65,8	0,91	13,79
	0,18	22	247	59,5	0,73	8,91
	0,23	30	338	58,9	0,68	8,88
	0,13	28	150	61,4	0,87	18,67
	0,15	37	207	64,6	0,72	17,87
Травы бобовых посевных	0,14	37	132	72,1	1,06	28,03
	0,1	37	141	65,1	0,71	26,24
	0,15	48	262	63,2	0,57	18,32
	0,2	50	300	59,9	0,67	16,67
	0,08	28	108	62,4	0,74	25,93
	0,11	24	126	67,1	0,87	19,05
	0,15	44	214	69,5	0,70	20,56
	0,2	42	204	72,0	0,98	20,59
	0,21	37	227	68,4	0,93	16,30
	0,12	36	137	61,2	0,88	26,28
	0,13	33	156	59,6	0,83	21,15
	0,16	34	164	60,1	0,98	20,73
	0,18	50	231	68,4	0,78	21,65
	0,21	53	280	64,6	0,75	18,93
	0,14	32	190	65,1	0,74	16,84
	0,2	34	192	63,1	1,04	17,71
	0,09	28	128	64,0	0,70	21,88
	0,12	32	188	61,5	0,64	17,02



Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Травы мешанок посевных культур	0,19	30	200	64,6	0,95	15,00
	0,11	23	137	65,7	0,80	16,79
	0,14	23	160	64,8	0,88	14,38
	0,17	26	189	62,2	0,90	13,76
	0,11	32	146	67,8	0,75	21,92
	0,08	19	90	66,6	0,89	21,11
	0,13	26	149	64,1	0,87	17,45
	0,18	30	195	66,2	0,92	15,38
	0,21	35	217	68,2	0,97	16,13
	0,18	35	220	57,3	0,82	15,91
	0,2	35	238	57,2	0,84	14,71
	0,12	23	128	64,7	0,94	17,97
	0,13	27	142	65,9	0,92	19,01
	0,14	29	174	62,3	0,80	16,67
	0,12	34	136	61,0	0,88	25,00
Зеленый корм из разных культур	0,07	21	70	75,0	1,00	30,00
	0,13	16	164	62,7	0,79	9,76
	0,16	61	173	75,3	0,92	35,26
	0,1	18	126	76,1	0,79	14,29
	0,11	27	117	75,1	0,94	23,08
	0,13	27	149	65,3	0,87	18,12
	0,11	29	166	75,8	0,66	17,47
	0,13	16	184	61,4	0,71	8,70
	0,09	27	139	75,5	0,65	19,42
	0,09	23	165	68,2	0,55	13,94
	0,13	31	140	71,2	0,93	22,14
	0,15	14	168	70,2	0,89	8,33
<b>среднее</b>	<b>0,17</b>	<b>30,96</b>		<b>66,12</b>	<b>0,84</b>	<b>16,12</b>

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Сочные корма						
ботва	0,1	22	108	75,4	0,93	20,37
	0,07	27	104	69,8	0,67	25,96
	0,1	16	105	75,0	0,95	15,24
	0,13	21	153	74,6	0,85	13,73
	0,09	18	100	79,5	0,90	18,00
	0,08	21	99	74,1	0,81	21,21
	0,09	22	100	79,5	0,90	22,00
	0,09	20	105	79,2	0,86	19,05
	0,1	20	113	76,9	0,88	17,70
отава	0,23	37	270	67,0	0,85	13,70
	0,22	43	226	68,3	0,97	19,03
	0,23	40	264	64,8	0,87	15,15
	0,22	32	258	66,9	0,85	12,40
	0,24	39	308	66,7	0,78	12,66
	0,17	31	234	64,5	0,73	13,25
Силос из луговых и сеяных трав	0,18	32	320	66,5	0,56	10,00
	0,24	29	280	63,4	0,86	10,36
	0,22	20	252	63,6	0,87	7,94
	0,17	16	202	63,5	0,84	7,92
	0,19	50	342	62,3	0,56	14,62
	0,2	27	280	63,4	0,71	9,64
	0,18	24	252	63,6	0,71	9,52
	0,14	19	202	63,5	0,69	9,41
	0,21	48	300	65,5	0,70	16,00
	0,19	30	270	65,3	0,70	11,11
	0,15	20	216	65,7	0,69	9,26
	0,15	27	238	62,4	0,63	11,34
	0,19	33	180	61,3	1,06	18,33
Силос из злаковых и бобовых растений	0,22	45	300	62,2	0,73	15,00
	0,14	40	270	62,7	0,52	14,81
	0,11	32	220	62,9	0,50	14,55
	0,21	48	250	69,3	0,84	19,20
	0,19	21	190	60,0	1,00	11,05
	0,17	19	170	60,1	1,00	11,18
	0,14	15	140	60,6	1,00	10,71
	0,2	36	250	61,6	0,80	14,40
	0,18	32	220	61,3	0,82	14,55
	0,14	26	180	61,7	0,78	14,44
	0,19	37	250	63,3	0,76	14,80
	0,16	33	209	61,0	0,77	15,79
	0,27	32	338	68,8	0,80	9,47
	0,13	14	196	49,7	0,66	7,14
	0,22	30	290	63,4	0,76	10,34
	0,2	21	260	56,9	0,77	8,08
	0,16	17	209	47,2	0,77	8,13

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Силос смешанный, комбинированный	0,15	28	180	63,7	0,83	15,56
	0,19	33	243	61,1	0,78	13,58
	0,17	30	219	61,2	0,78	13,70
	0,14	24	175	60,9	0,80	13,71
	0,16	36	254	55,5	0,63	14,17
	0,14	23	229	55,5	0,61	10,04
	0,12	19	183	50,7	0,66	10,38
	0,19	28	190	59,1	1,00	14,74
	0,17	25	170	59,0	1,00	14,71
	0,14	20	140	59,9	1,00	14,29
	0,15	21	180	56,4	0,83	11,67
	0,13	19	162	56,4	0,80	11,73
	0,11	15	130	49,5	0,85	11,54
	0,18	34	235	61,3	0,77	14,47
	0,16	23	211	61,3	0,76	10,90
	0,13	14	169	61,5	0,77	8,28
	0,15	23	186	61,2	0,81	12,37
	0,14	21	192	58,5	0,73	10,94
	0,18	30	230	58,7	0,78	13,04
	0,16	20	207	56,5	0,77	9,66
	0,13	16	166	53,5	0,78	9,64
	0,11	15	141	52,0	0,78	10,64
	0,17	44	283	53,4	0,60	15,55
	0,15	30	255	53,5	0,59	11,76
	0,12	20	204	53,4	0,59	9,80
	0,12	18	124	74,5	0,97	14,52
	0,15	24	270	61,1	0,56	8,89
	0,19	29	280	63,4	0,68	10,36
	0,17	20	252	63,6	0,67	7,94
	0,14	16	202	63,5	0,69	7,92
Силос из разных растений	0,11	14	140	77,5	0,79	10,00
	0,15	36	171	64,4	0,88	21,05
	0,16	23	172	68,1	0,93	13,37
	0,1	24	127	71,4	0,79	18,90
	0,15	22	240	59,7	0,63	9,17
	0,21	26	266	65,6	0,79	9,77

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
сенаж	0,36	59	456	69,8	0,79	12,94
	0,33	46	415	70,0	0,80	11,08
	0,28	36	400	68,1	0,70	9,00
	0,38	67	492	69,0	0,77	13,62
	0,35	51	450	69,0	0,78	11,33
	0,3	38	400	67,7	0,75	9,50
	0,3	52	440	66,9	0,68	11,82
	0,27	38	400	64,8	0,68	9,50
	0,23	33	400	61,9	0,58	8,25
	0,38	69	460	71,0	0,83	15,00
	0,35	54	425	68,6	0,82	12,71
	0,3	46	400	66,1	0,75	11,50
	0,36	60	460	68,1	0,78	13,04
	0,33	55	425	68,4	0,78	12,94
	0,28	47	400	68,1	0,70	11,75
	0,33	80	450	68,6	0,73	17,78
	0,3	60	410	68,6	0,73	14,63
	0,26	50	400	66,8	0,65	12,50
	0,29	46	450	64,7	0,64	10,22
	0,26	42	410	61,6	0,63	10,24
	0,23	36	400	58,9	0,58	9,00
	0,33	54	440	64,5	0,75	12,27
	0,3	40	400	64,6	0,75	10,00
	0,26	34	400	63,7	0,65	8,50
	0,31	38	440	64,1	0,70	8,64
Корнеклубнеплоды, бахчевые	0,11	11	103	80,7	1,07	10,68
	0,21	15	169	86,1	1,24	8,88
	0,07	6	62	74,5	1,13	9,68
	0,29	18	221	87,7	1,31	8,14
	0,34	17	228	86,6	1,49	7,46
	1,12	87	850	88,8	1,32	10,24
	0,1	12	106	83,5	0,94	11,32
	0,12	8	98	82,0	1,22	8,16
	1,1	73	860	83,2	1,28	8,49
	0,11	13	108	83,6	1,02	12,04
	0,17	16	172	84,5	0,99	9,30
	0,24	14	216	84,8	1,11	6,48
	0,15	19	147	84,1	1,02	12,93
	0,09	12	102	79,7	0,88	11,76
	0,08	7	71	77,7	1,13	9,86
<b>среднее</b>	<b>0,21</b>	<b>30,61</b>		<b>66,30</b>	<b>0,81</b>	<b>12,32</b>

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Грубые корма						
Сено естественных угодий	0,54	108	850	65,4	0,64	12,71
	0,48	96	850	62,1	0,56	11,29
	0,39	83	850	59,2	0,46	9,76
	0,42	81	775	68,8	0,54	10,45
	0,44	74	785	67,5	0,56	9,43
	0,42	78	775	63,6	0,54	10,06
	0,46	85	775	65,9	0,59	10,97
	0,5	81	775	67,2	0,65	10,45
	0,42	80	775	65,7	0,54	10,32
	0,49	89	775	65,6	0,63	11,48
	0,44	100	775	61,3	0,57	12,90
	0,44	86	775	64,1	0,57	11,10
	0,37	85	775	61,9	0,48	10,97
	0,47	78	775	64,4	0,61	10,06
	0,45	86	775	64,1	0,58	11,10
	0,47	79	775	64,6	0,61	10,19
	0,43	89	775	61,9	0,55	11,48
	0,44	74	775	65,9	0,57	9,55
	0,5	81	775	65,0	0,65	10,45
	0,55	96	830	63,6	0,66	11,57
	0,49	85	830	60,4	0,59	10,24
	0,42	74	830	57,4	0,51	8,92
	0,55	91	830	67,9	0,66	10,96
	0,49	81	830	65,5	0,59	9,76
	0,42	70	830	62,9	0,51	8,43
	0,53	86	830	65,9	0,64	10,36
	0,47	76	775	61,4	0,61	9,81
	0,41	66	775	58,3	0,53	8,52
	0,38	74	740	60,3	0,51	10,00
	0,54	88	830	64,3	0,65	10,60
	0,47	78	830	61,5	0,57	9,40
	0,41	68	830	58,4	0,49	8,19
	0,56	98	830	68,2	0,67	11,81
	0,5	87	830	65,7	0,60	10,48
	0,43	75	830	63,1	0,52	9,04
	0,58	105	830	68,7	0,70	12,65
	0,52	93	830	66,4	0,63	11,20
	0,45	81	830	63,8	0,54	9,76

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Сено посевное злаковое	0,41	92	775	61,5	0,53	11,87
	0,44	72	775	60,2	0,57	9,29
	0,42	77	800	58,5	0,53	9,63
	0,47	126	775	62,6	0,61	16,26
	0,49	66	775	58,9	0,63	8,52
	0,45	83	722	64,7	0,62	11,50
	0,48	78	775	58,5	0,62	10,06
	0,38	80	775	58,5	0,49	10,32
	0,54	105	777	61,8	0,69	13,51
	0,54	108	830	63,6	0,65	13,01
	0,48	83	830	60,8	0,58	10,00
	0,41	68	830	58,8	0,49	8,19
	0,56	122	830	64,7	0,67	14,70
	0,49	91	830	62,0	0,59	10,96
	0,43	79	830	59,4	0,52	9,52
	0,58	130	830	65,7	0,70	15,66
	0,52	97	830	63,6	0,63	11,69
	0,45	84	830	60,4	0,54	10,12
Сено посевное бобовое	0,46	181	842	65,2	0,55	21,50
	0,49	163	884	61,8	0,55	18,44
	0,46	154	849	65,9	0,54	18,14
	0,57	133	830	65,2	0,69	16,02
	0,51	108	830	62,5	0,61	13,01
	0,44	89	830	59,4	0,53	10,72
	0,6	160	830	66,8	0,72	19,28
	0,53	120	830	64,1	0,64	14,46
	0,46	100	830	61,4	0,55	12,05
	0,59	255	830	66,1	0,71	30,72
	0,52	227	830	63,5	0,63	27,35
	0,45	196	830	60,6	0,54	23,61
	0,47	122	805	61,8	0,58	15,16
	0,47	105	775	57,2	0,61	13,55
Сено посевное смешанное	0,43	101	775	61,0	0,55	13,03
	0,5	106	775	62,4	0,65	13,68
	0,55	120	830	64,4	0,66	14,46
	0,49	95	830	61,5	0,59	11,45
	0,42	77	830	58,8	0,51	9,28
	0,59	124	830	59,1	0,71	14,94
	0,52	100	830	62,4	0,63	12,05
	0,45	82	830	59,4	0,54	9,88
	0,63	130	830	68,3	0,76	15,66
	0,56	108	830	64,2	0,67	13,01
	0,48	95	830	60,9	0,58	11,45
	0,38	90	783	61,4	0,49	11,49
	0,59	119	830	66,5	0,71	14,34
	0,53	93	830	63,9	0,64	11,20
	0,45	80	830	61,0	0,54	9,64

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Сено отав	0,5	112	775	69,1	0,65	14,45
	0,52	153	775	65,0	0,67	19,74
	0,53	116	775	70,9	0,68	14,97
	0,48	108	775	66,6	0,62	13,94
	0,5	83	775	66,6	0,65	10,71
	0,52	102	775	66,7	0,67	13,16
Травяная мука	0,63	140	832	71,3	0,76	16,83
	0,59	121	845	63,6	0,70	14,32
	0,61	139	880	65,9	0,69	15,80
	0,55	118	870	63,0	0,63	13,56
	0,65	215	900	76,8	0,72	23,89
	0,68	177	880	68,2	0,77	20,11
	0,64	164	880	66,2	0,73	18,64
	0,6	118	815	65,2	0,74	14,48
солома	0,27	72	775	45,5	0,35	9,29
	0,25	100	775	53,2	0,32	12,90
	0,26	62	775	50,0	0,34	8,00
	0,26	72	775	53,9	0,34	9,29
	0,29	49	775	55,5	0,37	6,32
	0,28	50	775	53,0	0,36	6,45
	0,22	71	775	53,7	0,28	9,16
	0,23	40	775	51,9	0,30	5,16
	0,32	58	850	53,3	0,38	6,82
	0,28	39	775	54,8	0,36	5,03
	0,29	63	775	54,1	0,37	8,13
	0,42	65	775	62,6	0,54	8,39
	0,21	29	775	52,6	0,27	3,74
	0,22	36	775	54,9	0,28	4,65
	0,3	61	775	56,6	0,39	7,87
	0,1	43	775	48,4	0,13	5,55
	0,22	31	775	51,4	0,28	4,00
	0,2	31	775	50,5	0,26	4,00
	0,19	93	775	50,1	0,25	12,00
	0,39	44	775	58,0	0,50	5,68
	0,34	42	775	50,6	0,44	5,42
мякина	0,49	130	775	67,0	0,63	16,77
	0,52	100	775	62,1	0,67	12,90
	0,33	99	775	64,4	0,43	12,77
	0,66	147	775	65,3	0,85	18,97
	0,26	73	790	52,0	0,33	9,24
	0,44	59	775	62,1	0,57	7,61
	0,4	56	775	59,9	0,52	7,23
	0,1	75	876	62,4	0,11	8,56
	0,28	58	858	59,3	0,33	6,76
	0,27	55	825	58,7	0,33	6,67
Веточный корм	0,25	51	900	60,2	0,28	5,67
	0,13	24	420	60,1	0,31	5,71
<b>среднее</b>	<b>0,44</b>	<b>93,96</b>		<b>61,68</b>	<b>0,55</b>	<b>11,61</b>

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Концентраты						
Зерна злаковых	1,28	97	850	86,9	1,51	11,41
	0,98	105	850	81,4	1,15	12,35
	0,92	112	850	81,0	1,08	13,18
	1,16	103	850	87,3	1,36	12,12
	1,18	94	850	87,6	1,39	11,06
	1,16	96	850	85,9	1,36	11,29
Зерна бобовых	1,13	258	850	80,2	1,33	30,35
	1,18	256	850	84,5	1,39	30,12
	1,17	220	850	84,7	1,38	25,88
	1,03	380	850	76,7	1,21	44,71
	1,12	228	850	84,5	1,32	26,82
Зерна и семена разных растений	0,94	102	850	78,7	1,11	12,00
	1,7	198	926	84,4	1,84	21,38
	1,66	220	895	83,5	1,85	24,58
Зерноотходы	0,85	103	820	72,6	1,04	12,56
Пшеничные отруби	0,75	140	850	80,8	0,88	16,47
Ржаные отруби	0,76	155	860	81,8	0,88	18,02
Шрот	1,02	333	900	80,6	1,13	37,00
	1,03	405	900	76,7	1,14	45,00
	0,91	383	913	78,5	1,00	41,95
	1,21	439	920	84,2	1,32	47,72
	0,89	298	910	71,9	0,98	32,75
Барда	0,04	13	50	79,5	0,80	26,00
	0,64	243	900	80,7	0,71	27,00
	0,12	23	100	82,2	1,20	23,00
	1,23	216	900	79,9	1,37	24,00
	0,06	29	81	85,8	0,74	35,80
	0,11	28	100	80,4	1,10	28,00
	1,11	201	900	79,8	1,23	22,33
	0,07	22	100	82,2	0,70	22,00
	0,97	165	900	81,1	1,08	18,33
	0,16	74	220	72,1	0,73	33,64
	0,12	48	100	83,9	1,20	48,00
	1,12	433	900	84,0	1,24	48,11
Дробина пивная	0,21	58	232	75,3	0,91	25,00
	0,76	217	887	74,2	0,86	24,46
Солодовые ростки	0,78	229	878	78,4	0,89	26,08
Жом свекловичный	0,08	4	70	71,2	1,14	5,71
	0,06	8	80	63,7	0,75	10,00
	0,99	64	900	75,1	1,10	7,11
Мезга картофельная	0,11	5	95	83,6	1,16	5,26
	0,26	16	250	81,3	1,04	6,40
	0,95	72	865	83,5	1,10	8,32
<b>среднее</b>	<b>0,79</b>	<b>160,30</b>		<b>80,29</b>	<b>1,13</b>	<b>23,57</b>



Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Комбикорма						
БВМД -для дойных коров, телят до 6 мес, И быков-производителей	0,98	479	879	82,2	1,11	54,49
	0,78	300	868	84,0	0,90	34,56
	1,03	386	875	80,7	1,18	44,11
	0,87	433	870	81,5	1,00	49,77
	1,12	421	887	85,6	1,26	47,46
	1,04	373	865	86,1	1,20	43,12
-для молодняка КРС при выращивании и откорме	0,69	660	880	81,5	0,78	75,00
	0,6	700	880	83,2	0,68	79,55
	0,39	810	880	86,3	0,44	92,05
	0,08	1360	880	90,1	0,09	154,55
	0,08	1115	880	90,1	0,09	126,70
	0,75	650	880	87,1	0,85	73,86
	1,04	500	880	82,0	1,18	56,82
комбикорм -для коров	0,88	215	850	83,5	1,04	25,29
	0,96	157	850	85,9	1,13	18,47
	1,05	196	850	84,3	1,24	23,06
-для быков-производителей	1,05	182	850	82,9	1,24	21,41
-для молодняка КРС	1,06	210	850	84,1	1,25	24,71
	1	176	850	83,2	1,18	20,71
	0,97	168	850	83,1	1,14	19,76
-для КРС на откорме	0,87	127	850	84,3	1,02	14,94
-для молодняка КРС государственных комплексов	1,1	150	850	84,1	1,29	17,65
	1,13	120	850	84,7	1,33	14,12
<b>Среднее</b>	<b>0,85</b>	<b>429,91</b>		<b>84,37</b>	<b>0,98</b>	<b>49,22</b>

Таблица П.3.2

Содержание кормовых единиц, сухого вещества и сырого протеина (г) в 1 кг разных видов кормов свиней и пересчетные коэффициенты, по (Кормовые нормы..., 1991)

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Сочные корма						
Ботва	0,09	22	100	71,9	0,90	22,00
Отава	0,22	43	226	50,5	0,97	19,03
	0,23	40	264	43,7	0,87	15,15
	0,17	31	234	43,3	0,73	13,25
Силос из злаковых и бобовых растений	0,19	33	180	37,0	1,06	18,33
	0,22	45	300	38,9	0,73	15,00
	0,14	40	270	39,8	0,52	14,81
	0,11	32	220	40,2	0,50	14,55
	0,21	48	250	52,5	0,84	19,20
	0,19	21	190	34,6	1,00	11,05
	0,17	19	170	34,8	1,00	11,18
	0,14	15	140	35,7	1,00	10,71
	0,2	36	250	37,7	0,80	14,40
	0,18	32	220	37,1	0,82	14,55
	0,14	26	180	38,0	0,78	14,44
	0,19	37	250	41,0	0,76	14,80
	0,16	33	209	36,6	0,77	15,79
	0,27	32	338	51,3	0,80	9,47
	0,13	14	196	15,0	0,66	7,14
	0,22	30	290	41,1	0,76	10,34
	0,2	21	260	28,8	0,77	8,08
	0,16	17	209	10,1	0,77	8,13

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Силос смешанный, комбинированный	0,15	28	180	41,7	0,83	15,56
	0,19	33	243	36,8	0,78	13,58
	0,17	30	219	36,9	0,78	13,70
	0,14	24	175	36,4	0,80	13,71
	0,16	36	254	26,0	0,63	14,17
	0,14	23	229	26,1	0,61	10,04
	0,12	19	183	16,8	0,66	10,38
	0,21	27	246	64,8	0,85	10,98
	0,23	18	225	69,7	1,02	8,00
	0,24	25	220	70,7	1,09	11,36
	0,25	21	245	81,1	1,02	8,57
	0,29	26	239	67,5	1,21	10,88
	0,23	21	252	54,8	0,91	8,33
	0,27	28	301	65,3	0,90	9,30
	0,29	26	250	77,3	1,16	10,40
	0,34	19	230	79,0	1,48	8,26
	0,25	11	200	87,1	1,25	5,50
	0,18	34	235	37,1	0,77	14,47
	0,16	23	211	37,2	0,76	10,90
	0,13	14	169	37,4	0,77	8,28
	0,15	23	186	37,0	0,81	12,37
	0,24	25	250	65,9	0,96	10,00
	0,14	21	192	31,7	0,73	10,94
	0,18	30	230	32,2	0,78	13,04
	0,16	20	207	28,0	0,77	9,66
	0,13	16	166	22,3	0,78	9,64
	0,11	15	141	19,4	0,78	10,64
	0,17	44	283	22,1	0,60	15,55
	0,15	30	255	22,3	0,59	11,76
	0,12	20	204	22,1	0,59	9,80
	0,12	18	124	62,3	0,97	14,52
	0,19	29	280	41,1	0,68	10,36
	0,17	20	252	41,4	0,67	7,94
	0,14	16	202	41,4	0,69	7,92
	0,21	26	266	45,4	0,79	9,77

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
сенаж	0,36	59	456	53,4	0,79	12,94
	0,33	46	415	53,6	0,80	11,08
	0,28	36	400	50,1	0,70	9,00
	0,38	67	492	51,8	0,77	13,62
	0,35	51	450	51,8	0,78	11,33
	0,3	38	400	49,3	0,75	9,50
	0,3	52	440	47,8	0,68	11,82
	0,27	38	400	43,8	0,68	9,50
	0,23	33	400	38,3	0,58	8,25
	0,38	69	460	55,6	0,83	15,00
	0,35	54	425	51,0	0,82	12,71
	0,3	46	400	46,3	0,75	11,50
	0,36	60	460	50,1	0,78	13,04
	0,33	55	425	50,6	0,78	12,94
	0,28	47	400	50,1	0,70	11,75
	0,33	80	450	51,0	0,73	17,78
	0,3	60	410	51,1	0,73	14,63
	0,26	50	400	47,6	0,65	12,50
	0,29	46	450	43,6	0,64	10,22
	0,26	42	410	37,6	0,63	10,24
	0,23	36	400	32,5	0,58	9,00
	0,33	54	440	43,2	0,75	12,27
	0,3	40	400	43,4	0,75	10,00
	0,26	34	400	41,7	0,65	8,50
	0,31	38	440	42,5	0,70	8,64
Корнеклубнеплоды, бахчевые	0,11	11	103	74,2	1,07	10,68
	0,21	15	169	84,4	1,24	8,88
	0,07	6	62	62,3	1,13	9,68
	0,29	18	221	87,5	1,31	8,14
	0,34	17	228	85,5	1,49	7,46
	1,12	87	850	89,5	1,32	10,24
	0,1	12	106	79,4	0,94	11,32
	0,12	8	98	76,7	1,22	8,16
	1,1	73	860	79,0	1,28	8,49
	0,11	13	108	79,7	1,02	12,04
	0,17	16	172	81,4	0,99	9,30
	0,24	14	216	82,0	1,11	6,48
	0,15	19	147	80,7	1,02	12,93
	0,09	12	102	72,3	0,88	11,76
	0,08	7	71	68,4	1,13	9,86
<b>среднее</b>	<b>0,23</b>	<b>31,60</b>		<b>49,53</b>	<b>0,86</b>	<b>11,49</b>

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Грубые корма						
Сено посевное злаковое	0,41	108	830	41,5	0,49	13,01
	0,44	83	830	36,2	0,53	10,00
	0,42	68	830	32,4	0,51	8,19
	0,47	122	830	43,5	0,57	14,70
	0,49	91	830	38,5	0,59	10,96
	0,45	79	830	33,4	0,54	9,52
	0,48	130	830	45,5	0,58	15,66
	0,38	97	830	41,5	0,46	11,69
	0,54	84	830	35,4	0,65	10,12
Сено посевное бобовое	0,46	181	842	44,6	0,55	21,50
	0,49	163	884	38,1	0,55	18,44
	0,46	154	849	46,0	0,54	18,14
	0,57	133	830	44,5	0,69	16,02
	0,51	108	830	39,5	0,61	13,01
	0,44	89	830	33,4	0,53	10,72
	0,6	160	830	47,6	0,72	19,28
	0,53	120	830	42,5	0,64	14,46
	0,46	100	830	37,2	0,55	12,05
	0,59	255	830	46,4	0,71	30,72
	0,52	227	830	41,3	0,63	27,35
	0,45	196	830	35,8	0,54	23,61
	0,47	122	805	38,0	0,58	15,16
	0,47	105	775	29,2	0,61	13,55
	0,43	101	775	36,6	0,55	13,03
Сено посевное смешанное	0,5	106	775	39,2	0,65	13,68
	0,55	120	830	43,1	0,66	14,46
	0,49	95	830	37,4	0,59	11,45
	0,42	77	830	32,4	0,51	9,28
	0,59	124	830	33,0	0,71	14,94
	0,52	100	830	39,3	0,63	12,05
	0,45	82	830	33,4	0,54	9,88
	0,63	130	830	50,4	0,76	15,66
	0,56	108	830	42,7	0,67	13,01
	0,48	95	830	36,4	0,58	11,45
	0,59	119	830	47,0	0,71	14,34
	0,53	93	830	42,1	0,64	11,20
	0,45	80	830	36,6	0,54	9,64

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Травяная мука	0,63	140	832	56,2	0,76	16,83
	0,59	121	845	41,6	0,70	14,32
	0,61	139	880	45,9	0,69	15,80
	0,55	118	870	40,3	0,63	13,56
	0,65	215	900	66,7	0,72	23,89
	0,68	177	880	50,3	0,77	20,11
	0,64	164	880	46,5	0,73	18,64
	0,6	118	815	44,5	0,74	14,48
мякина	0,49	130	775	48,1	0,63	16,77
	0,52	100	775	38,6	0,67	12,90
	0,33	99	775	43,1	0,43	12,77
	0,66	147	775	44,8	0,85	18,97
	0,26	73	790	19,4	0,33	9,24
	0,44	59	775	38,6	0,57	7,61
	0,4	56	775	34,4	0,52	7,23
	0,1	75	876	39,2	0,11	8,56
	0,28	58	858	33,4	0,33	6,76
	0,27	55	825	32,2	0,33	6,67
Веточный корм	0,25	51	900	35,0	0,28	5,67
	0,13	24	420	34,9	0,31	5,71
<b>среднее</b>	<b>0,48</b>	<b>114,46</b>		<b>40,27</b>	<b>0,58</b>	<b>13,83</b>

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Концентраты						
Зерна злаковых	1,28	97	850	86,0	1,51	11,41
	0,98	105	850	75,5	1,15	12,35
	0,92	112	850	74,7	1,08	13,18
	1,16	103	850	86,8	1,36	12,12
	1,18	94	850	87,4	1,39	11,06
	1,16	96	850	84,0	1,36	11,29
Зерна бобовых	1,13	258	850	73,1	1,33	30,35
	1,18	256	850	81,4	1,39	30,12
	1,17	220	850	81,8	1,38	25,88
	1,03	380	850	66,6	1,21	44,71
	1,12	228	850	81,4	1,32	26,82
Зерна и семена разных растений	0,94	102	850	70,4	1,11	12,00
	1,7	198	926	81,2	1,84	21,38
	1,66	220	895	79,5	1,85	24,58
зерноотходы	0,85	103	820	58,7	1,04	12,56
Пшеничные отруби	0,75	140	850	74,3	0,88	16,47
Ржаные отруби	0,76	155	860	76,3	0,88	18,02
Шрот	1,02	333	900	74,0	1,13	37,00
	1,03	405	900	66,5	1,14	45,00
	0,91	383	913	70,0	1,00	41,95
	1,21	439	920	80,8	1,32	47,72
	0,89	298	910	57,4	0,98	32,75
Барда	0,04	13	50	71,9	0,80	26,00
	0,64	243	900	74,2	0,71	27,00
	0,12	23	100	77,0	1,20	23,00
	1,23	216	900	72,7	1,37	24,00
	0,11	28	100	73,6	1,10	28,00
	1,11	201	900	72,5	1,23	22,33
	0,07	22	100	77,0	0,70	22,00
	0,97	165	900	74,9	1,08	18,33
	0,12	48	100	80,3	1,20	48,00
	1,12	433	900	80,5	1,24	48,11
Дробина пивная	0,21	58	232	63,9	0,91	25,00
	0,76	217	887	61,8	0,86	24,46
Солодовые ростки	0,78	229	878	69,7	0,89	26,08
Жом свекловичный	0,99	64	900	63,5	1,10	7,11
Патока кормовая	0,75	99	800	92,1	0,94	12,38
Мезга картофельная	0,11	5	95	79,7	1,16	5,26
	0,26	16	250	75,3	1,04	6,40
	0,95	72	865	79,5	1,10	8,32
<b>среднее</b>	<b>0,86</b>	<b>171,93</b>		<b>75,20</b>	<b>1,16</b>	<b>23,51</b>

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Комбикорма						
БВМД -для поросят отъемышей	0,97	313	896	77,9	1,08	34,93
	0,88	328	885	80,0	0,99	37,06
	0,89	328	885	83,2	1,01	37,06
	0,88	314	885	78,6	0,99	35,48
	0,8	301	882	81,1	0,91	34,13
	0,94	384	884	81,5	1,06	43,44
-для ремонтного молодняка свиней	0,86	330	888	79,4	0,97	37,16
	0,86	323	890	78,3	0,97	36,29
	0,94	300	885	81,3	1,06	33,90
	0,93	330	885	80,3	1,05	37,29
-для свиноматок	1,03	301	876	76,6	1,18	34,36
	0,87	311	888	78,5	0,98	35,02
	0,87	308	880	75,9	0,99	35,00
	0,95	306	882	75,3	1,08	34,69
	0,81	317	899	73,8	0,90	35,26
	0,8	307	890	71,9	0,90	34,49
	0,89	329	893	72,9	1,00	36,84
	0,86	328	889		0,97	36,90
-для свиней при мясном откорме	1,07	343	888	83,2	1,20	38,63
	0,99	330	833	78,0	1,19	39,62
	0,81	299	881	79,3	0,92	33,94
	0,85	360	885	79,2	0,96	40,68
	0,89	364	883	77,6	1,01	41,22
	1,01	381	880	82,4	1,15	43,30
	0,91	304	877	82,3	1,04	34,66
	0,98	318	884	75,9	1,11	35,97
	0,96	301	882	75,3	1,09	34,13
комбикорм -для свиноматок	1	166	850	77,5	1,18	19,53
	1,04	175	850	77,7	1,22	20,59
	1,06	159	850	79,5	1,25	18,71
-для поросят 50-60- дней	1,16	189	850	83,8	1,36	22,24
-для поросят 15-104 дня	1,36	218	850	86,0	1,60	25,65
	1,18	185	850	83,8	1,39	21,76
	1,08	170	850	81,4	1,27	20,00
	1,19	156	850	82,6	1,40	18,35
для откорма	1,06	142	850	81,8	1,25	16,71
	1,08	150	850	81,6	1,27	17,65
	1,11	135	850	81,8	1,31	15,88
	1,17	136	850	82,4	1,38	16,00
для хряков- производителе й	1,03	178	850	78,1	1,21	20,94
<b>среднее</b>	<b>0,98</b>	<b>272,93</b>		<b>79,43</b>	<b>1,12</b>	<b>31,14</b>



Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	Сырого протеина в сухом веществе, %
Животные корма						
дрожжи	1,19	455	900	91,7	1,32	50,56
	0,25	96	200	79,5	1,25	48,00
	1,12	560	900	91,5	1,24	62,22
пищевые отходы	0,23	27	170	86,2	1,35	15,88
	0,3	37	214	82,7	1,40	17,29
молоко и продукты его переработки	0,3	35	130	92,1	2,31	26,92
	2,02	245	920	92,1	2,20	26,63
	2,03	240	940	92,1	2,16	25,53
	0,34	54	150	92,1	2,27	36,00
	0,13	33	90	92,1	1,44	36,67
	1,25	370	920	92,1	1,36	40,22
	0,22	38	95	92,1	2,32	40,00
	2	382	863	92,1	2,32	44,26
	0,09	10	59	92,1	1,53	16,95
	1,68	116	879	92,1	1,91	13,20
	2,23	287	960	92,1	2,32	29,90
	1,04	675	900	92,1	1,16	75,00
отходы мясной промышленности	1,49	561	900	92,1	1,66	62,33
	1,04	401	900	92,1	1,16	44,56
отходы рыбной промышленности	0,69	141	300	92,1	2,30	47,00
	1,31	535	900	92,1	1,46	59,44
	1,43	651	900	92,1	1,59	72,33
	0,98	621	900	92,1	1,09	69,00
<b>среднее</b>	<b>1,02</b>	<b>285,65</b>		<b>90,84</b>	<b>1,70</b>	<b>41,73</b>

Таблица П.3.3

Валовой сбор и посевные площади культурных растений, по данным Росстата

Культура	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Валовой сбор, млн. тонн									
пшеница озимая	32,8	13,8	17,2	24,4	29,7	14,7	25,95	28,95	24,7
пшеница яровая	16,8	16,3	17,3	22,6	20,9	19,4	19,5	18,75	20,3
рожь озимая	16,4	4,1	5,4	6,6	7,1	4,1	2,9	3,6	3,0
кукуруза на зерно	2,5	1,7	1,5	0,8	1,6	2,1	3,5	3,2	3,7
ячмень озимый	3,1	1,3	1,8	2,3	2,6	1,2	2,0	1,6	1,7
ячмень яровой	24,1	14,5	12,3	17,2	16,2	16,8	15,2	14,2	16,4
овес	12,3	8,6	6,0	7,7	5,7	5,2	4,95	4,6	4,9
просо	1,9	0,5	1,1	0,6	0,3	1,0	1,1	0,5	0,6
гречиха	0,809	0,597	0,998	0,574	0,302	0,525	0,65	0,606	0,870
рис	0,896	0,462	0,586	0,497	0,49	0,451	0,471	0,575	0,690
зернобобовые	4,9	1,5	1,2	1,8	1,8	1,6	1,9	1,6	1,8
льноволокно	0,071	0,069	0,051	0,058	0,038	0,055	0,058	0,056	0,040
конопля среднерусская (волокно)	0,0096	0,0043	0,0071	0,0054	0,0029	0,0018	0,0021	0,0021	0,0020
сахарная свекла (фабричная)	32,3	19,1	14,1	14,6	15,7	19,4	21,8	21,4	30,9
семена подсолнечника	3,4	4,2	3,9	2,7	3,7	4,9	4,8	6,4	6,75
соя	0,717	0,290	0,342	0,350	0,423	0,393	0,555	0,689	0,807
рапс	0,258	0,123	0,148	0,113	0,115	0,192	0,276	0,303	0,520
лен-кудряш	0,0188	0,0038	0,0142	0,0063	0,01070	0,0186	0,02137	0,0266	0,0700
горчица	0,192	0,047	0,046	0,028	0,035	0,086	0,055	0,063	0,060
картофель	30,8	39,9	34	35	32,9	36,7	35,9	37,9	38,6
овощи	10,3	11,3	12,5	13,3	13	14,8	14,6	15,2	15,6
кукуруза на силос	189	89	51	36	31	33	29	25,5	23,3
кормовые корнеплоды	17,2	5,1	3,4	3,1	2,7	2,8	2,8	2,4	2,5
многолетние травы	25,2	17,3	14,2	14,6	12,7	12	12	11,7	10,5
однолетние травы	5,6	2,6	2,1	2	2,1	2	1,9	1,7	1,7
сено естественных сенокосов	23,1	17,3	15,1	15,3	15,1	14,9	14	13,4	12,5

Культура	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Посевная площадь, тыс. га									
пшеница озимая	9731	8194	7926	8525	10113	7412	8977	10364,2	8973,8
пшеница яровая	14513	15715	15278	15240	15549	14774	15052	15035,3	14665,8
рожь озимая	7989	3233	3531	3621	3804	2340	1888	2338	1785,0
кукуруза на зерно	869	643	813	684	625	730	918	868	1080,0
ячмень озимый	691	468	533	648	677	497	547	491,77	485,0
ячмень яровой	13032	14242	8644	9479	9602	9668	9433	8645,32	9505,0
овес	9100	7928	4518	4869	4269	3735	3569	3340	3599,0
просо	1936	698	1588	1214	581	830	1028	500	671,0
гречиха	1278	1604	1577	1594	836	735	940	918	1164,0
рис	287	171	175	154	149	156	133	145	164,0
зернобобовые	3556	1784	922	1076	1214	1275	1224	1113	1215,0
льноволокно	418	177	108	127	111	118	112	96	84,0
конопля среднерусская (волокно)	41	9	17	15	7	4	3,3	3,2	3,4
сахарная свекла (фабричная)	1460	1085	806	773	809	924	851	805	1002,0
семена подсолнечника	2739	4127	4629	3821	4117	5337	4848	5546	6169,0
соя	675	487	421	417	476	586	571	720	846,0
рапс	257,5	276,4	232	134	145	230	251,2	243,6	512,2
лен-кудряш	43	5	22	9	11	30	25,1	30,9	76,0
горчица	226	247	162	59	80	142	103,3	107,15	91,0
картофель	3124	3409	3252	3240	3232	3194	3150	3075	2976,0
овощи	618	758	833	831	835	867	847	834	845,0
кукуруза на силос	10089	6147	3670	3164	2710	2258	1868	1575	1510,0
кормовые корнеплоды	732	243	165	160	150	130	125	104	99,0
многолетние травы	18287	19518	18184	17945	17100	16540	15933	14901,4	14208,0
однолетние травы	12612	9350	5981	5701	6365	6098	5545	5001,5	4718,0