



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД

О КАДАСТРЕ

антропогенных выбросов из источников

и абсорбции поглотителями

парниковых газов

не регулируемых Монреальским протоколом

за 1990 – 2007 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:

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России);
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет);
Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России);
Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России);
Министерство транспорта Российской Федерации (Минтранс России);
Федеральная аэронавигационная служба (Росаэронавигация);
Федеральная служба государственной статистики (Росстат);
Федеральная таможенная служба;
Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз)

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., Романовская А.А., д.б.н.,
Карабань Р.Т., к.с.-х.н., Гинзбург В.А., к.г.н., Грабар В.А., к.б.н., Имиенник Е.В.,
Коротков В.Н., к.б.н., Слепнева Ю.В., Израэль Ю.А., проф., д.ф.-м.н., академик РАН.*

В докладе использованы материалы Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Института угля и углехимии Сибирского отделения РАН, Объединенной компании «Российский Алюминий», ОАО «Концерн Энергоатом», ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт Гражданской Авиации», ООО «Литвинчук Маркетинг».

**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.: +7 499 255-1467; +7 499 252-0708

Факс: +7 499 255-2216

Национальный координатор РКИК ООН в Российской Федерации,

Руководитель Росгидромета Александр Иванович Бедрицкий

Электронная почта: 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.: +7 499 169-2411; +7 499 169-2430

Факс: +7 499 160-0831

Директор: Юрий Антониевич Израэль

Электронная почта: Yu.Izrael@g23.relcom.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Резюме.....	6
1. Введение	12
1.1 Национальные условия, имеющие отношение к разработке кадастра парниковых газов Российской Федерации	12
1.2 Организация и разработка национального кадастра Российской Федерации. Национальная система оценки. Методология и источники данных	14
1.3 Обеспечение и контроль качества	17
1.4 Ключевые категории.....	20
1.5 Состав доклада о кадастре	23
Литература и источники данных	23
2. Тенденции изменения выбросов и абсорбции парниковых газов	25
2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов в Российской Федерации	25
2.2 Тенденции выбросов по секторам	27
2.3 Тенденции выбросов по газам	29
Литература и источники данных	29
3. Энергетика (сектор 1 ОФД).....	30
3.1 Обзор по сектору	30
3.2 Сжигание топлива (1.A)	32
3.3 Выбросы от утечек и испарения топлив (1.B).....	57
3.4 Выбросы от международного бункерного топлива (1.C1).....	79
Литература и источники данных	85
4. Промышленные процессы (сектор 2 ОФД).....	87
4.1 Обзор по сектору	87
4.2 Продукция, производимая из минерального сырья (2.A)	88
4.3 Химическая промышленность (2.B).....	100
4.4 Металлургия (2.C).....	110
4.5 Другие производства (2.D).....	119
4.6 Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.E).....	122
4.7 Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2F).....	125
Литература и источники данных	134
5. Использование растворителей и другой продукции (сектор 3 ОФД)	136
5.1 Обзор по сектору	136
5.2 Использование красителей (3.A)	136
5.3 Обезжиривание и химическая чистка (3.B)	137
5.4 Полиграфическая промышленность, использование клеев и адгезивов, бытовое использование растворителей и прочие виды использования растворителей (3.C).....	137
5.5 Прочие (3.D)	137
Литература и источники данных	138
6. Сельское хозяйство (сектор 4 ОФД)	139
6.1 Обзор по сектору	139
6.2 Методология сбора данных о деятельности по сектору сельского хозяйства	141

6.3 Выбросы CH_4 при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (4A)	142
6.4 Выбросы CH_4 от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Ba)	146
6.5 Выбросы N_2O от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Bb)	150
6.6 Рисоводство (4C)	153
6.7 Прямые выбросы N_2O от сельскохозяйственных земель (4D1)	154
6.8 Навоз пастбищ и огороженных выпасов (4D2)	160
6.9 Косвенный выброс N_2O от сельскохозяйственных земель (4D3)	160
6.10 Неопределенность оценок выбросов	160
6.11 Обеспечение и контроль качества	162
6.12 Пересчеты и планируемые усовершенствования	165
Литература и источники данных	166
7. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (раздел 5 ОФД)	170
7.1 Обзор по сектору	170
7.2 Характеристика источников и поглотителей парниковых газов	178
7.3 Методология сбора данных о деятельности по лесному хозяйству	181
7.4 Методика расчетов, данные о деятельности, параметры и величины выбросов и их верификация	183
7.5 Неопределенность оценок выбросов и абсорбции и последовательность временных рядов	225
7.6 Обеспечение и контроль качества, пересчеты и планируемые усовершенствования	227
Литература и источники данных	229
8. Отходы (сектор 6 ОФД)	236
8.1 Обзор по сектору	236
8.2 Захоронение твердых бытовых отходов на свалках и полигонах (6.A)	237
8.3 Очистка сточных вод (6.B)	244
Литература и источники данных	250
9. Пересчеты и усовершенствования	252
Литература и источники данных	253
10. Дополнительная информация согласно пункту 1 статьи 7 Киотского протокола	254
10.1 Информация о российской системе оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов	254
10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2008 году	255
10.3 Расчет резерва периода выполнения обязательств Киотского протокола	266
Приложение 1. Ключевые категории	268
Приложение 2. Баланс энергоресурсов	275
Приложение 3.1. Оценка выбросов ПГ от дорожного транспорта по методикам уровня 2 и 3	276
Приложение 3.2. Оценка выбросов ПФУ от производства алюминия по методикам уровня 2 и 3b	294

Приложение 3.3. Данные по сельскому хозяйству	297
Приложение 3.4. Оценка выбросов и поглощения CO ₂ фитомассой управляемых лесов по лесным районам.....	318
Приложение 4. Сравнение результатов базового и секторного подхода к оценке выбросов CO ₂	349
Приложение 5. Количественная оценка неопределенности национального кадастра.....	350

РЕЗЮМЕ

Российская Федерация ратифицировала Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) 4 ноября 1994 г.¹. В 2004 году Российская Федерация ратифицировала Киотский протокол к РКИК ООН². 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 единиц³. 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 вышеназванным порядком⁴, 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 непревышение в период 2008-2012 гг. совокупным антропогенным выбросом парниковых газов, включенных в Приложение А Киотского протокола, пятикратного выброса базового года⁵.

¹ Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 1994 г. № 34-ФЗ.

² Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 2004 г. № 128-ФЗ

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

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

⁵ Российской Федерацией в качестве базового года для выбросов CO₂, CH₄ и N₂O выбран 1990 г., в качестве базового года для выбросов ГФУ, ПФУ и SF₆ выбран 1995 г.

В соответствии со статьей 12, пункт 1а РКИК ООН, российский Национальный кадастр включает информацию о следующих парниковых газах: диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и гексафторид серы (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 (CO), оксидам азота (NO_x) и неметановым летучим органическим соединениям (НМЛОС), а также по оксидам серы (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 аспектам⁶.

Настоящий Национальный доклад о кадастре (НДК) включает материалы, характеризующие кадастровые данные за 1990-2007 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 (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 разделах доклада.

На рисунке Р.1 представлен, с разбивкой по секторам, выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»⁷. Данные о динамике выбросов по всем секторам представлены в таблице Р.1.

С 1990 по 1998 гг. в Российской Федерации происходило уменьшение выбросов, затронувшее все секторы и связанное с общей экономической ситуацией в стране (рис. Р.1). В последующие годы, в период роста экономики, наметилось устойчивое увеличение выбросов. В 2007 г. их выброс возрос на 10,8 % по сравнению с 1998 г. – годом с наименьшей величиной совокупного выброса парниковых газов. Распределение выбросов по секторам в течение 1990-2007 гг. изменялось мало. По абсолютной величине доминируют выбросы от энергетического сектора (в 1990 и 2007 гг. их доля составила соответственно 81,6 % и 81,4 %). Несколько уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора, в котором на протяжении 1998-2007 гг. рост выбросов не отмечался (9,3 % и 6,1 % соответственно в 1990 и 2007 гг.). В отличие от других секторов, выбросы, связанные с отходами, превысили уровень базового года, достигнув в 2007 году 116,3 % 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 2007 году составил 2 192,82 млн.т. CO_2 -экв. и оставался значительно (на 33,9%) 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 экономическими изменениями, в частности, с ростом доли непроизводственного сектора в экономике Российской Федерации.

⁶ Документ РКИК ООН FCCC/SBSTA/2004/8.

⁷ Данный сектор не подпадает под действие Киотского протокола.

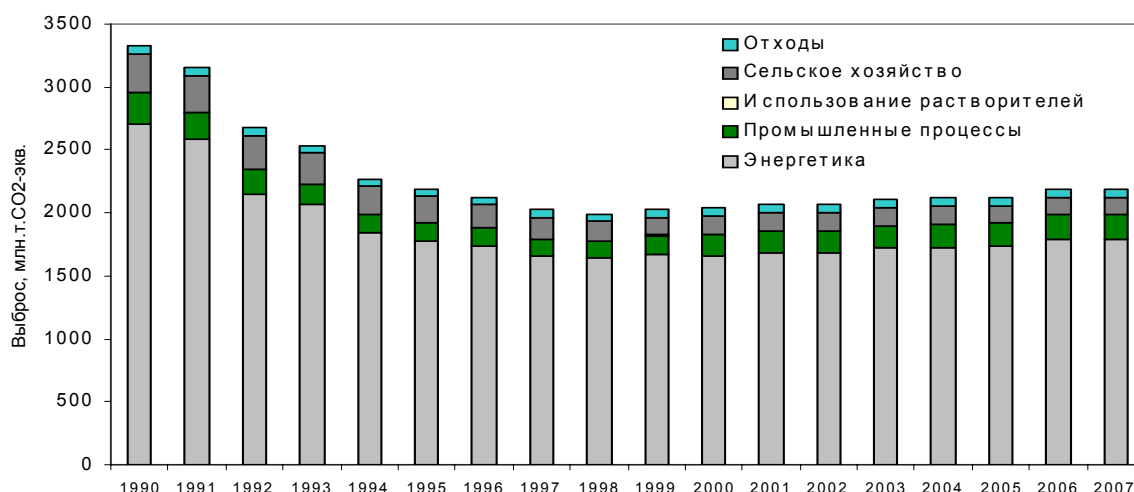


Рис. Р.1. Антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

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 Р.2 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.

Как видно из рисунка, в рассматриваемый период (1990-2007 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 1990-1991 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 2006 г. поглощение в данном секторе вновь сменилось незначительным выбросом, а в 2007 г. возобновилось.

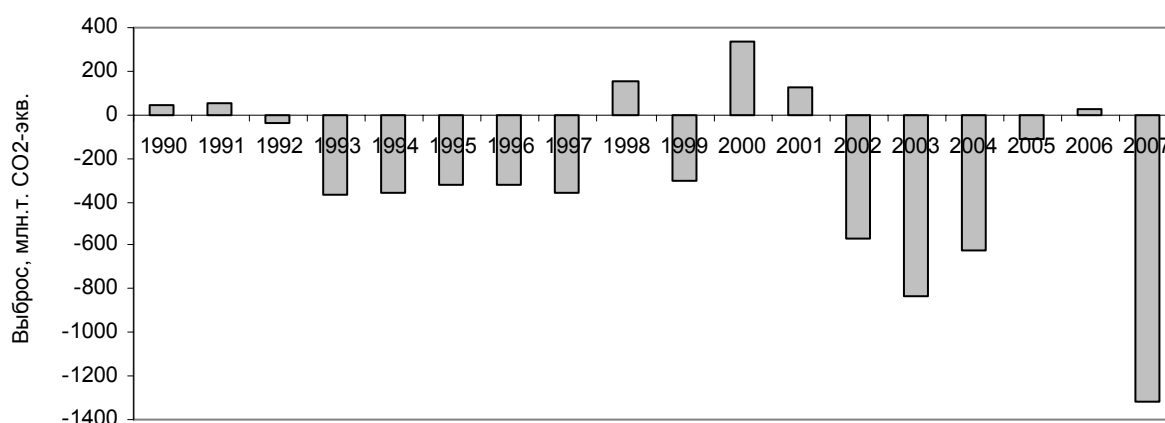


Рис.Р. 2. Динамика антропогенной эмиссии и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»

Выбросы парниковых газов с разбивкой по газам в период 1990-2007 гг. представлены в таблице Р.2.

Величина резерва первого периода выполнения Киотского протокола (ежегодно определяемый неснижаемый остаток единиц в национальном реестре) составляет 10 964 090 543 т. CO₂-экв.

Таблица Р.1

Динамика выбросов парниковых газов в Российской Федерации по секторам МГЭИК (млн.т. CO₂-экв.)

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Энергетика	2707,17	2579,80	2136,80	2057,04	1839,94	1769,26	1739,89	1649,02	1639,20	1664,74	1661,20	1680,38	1684,29	1722,82	1727,96	1733,31	1790,47	1785,68
Промышленные процессы	246,75	212,39	194,13	163,80	141,27	154,12	142,60	142,12	135,96	154,36	170,19	172,67	169,52	175,23	186,21	189,28	201,20	208,07
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	0,54
Сельское хозяйство	309,97	295,72	271,78	251,75	227,94	205,02	187,27	174,27	154,93	142,64	146,23	147,40	147,45	143,16	139,95	134,30	131,49	134,71
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство	40,24	48,98	-41,61	-367,97	-357,68	-326,00	-324,49	-360,81	153,23	-299,65	337,58	127,77	-568,55	-830,23	-623,61	-111,98	22,21	-1313,41
Отходы	54,87	52,84	49,44	47,35	45,73	47,25	46,28	47,10	48,12	50,33	52,29	53,61	55,07	56,70	58,44	60,40	62,20	63,82
Всего ¹⁾	3359,57	3190,27	2611,06	2152,48	1897,72	1850,15	1792,06	1652,21	2131,96	1712,93	2368,01	2182,36	1488,31	1268,22	1489,48	2005,84	2208,09	879,41

¹⁾ Итоговые значения могут незначительно отличаться от суммы по строкам в результате округления.

Таблица Р.2

Динамика выбросов парниковых газов Российской Федерации (млн.т. CO₂-экв.)

Год																	
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CO ₂ , с учетом ЗИЗЛХ ¹⁾																	
2535,34	2395,82	1884,35	1461,08	1260,42	1243,80	1202,31	1093,63	1579,00	1167,64	1805,09	1616,08	919,15	684,99	898,78	1412,03	1601,79	263,84
CO ₂ , без учета ЗИЗЛХ ¹⁾																	
2499,10	2348,82	1927,75	1831,07	1619,54	1570,74	1531,79	1456,55	1432,60	1469,61	1471,15	1490,41	1491,26	1521,15	1523,94	1525,74	1582,64	1579,82
Метан (CH ₄), с учетом ЗИЗЛХ																	
571,74	555,32	509,91	495,68	461,26	443,11	436,16	410,06	416,11	412,91	423,53	426,70	435,44	452,83	457,11	461,20	473,30	477,21
Метан (CH ₄), без учета ЗИЗЛХ																	
568,11	553,52	508,28	493,84	459,96	442,26	431,63	408,14	409,91	410,81	420,23	424,79	432,20	447,45	455,70	459,62	470,52	474,88
Заись азота (N ₂ O), с учетом ЗИЗЛХ																	
222,13	209,54	190,69	174,23	155,11	140,43	130,66	123,39	110,12	103,92	107,82	108,30	109,43	106,36	104,65	102,01	101,35	104,14
Заись азота (N ₂ O), без учета ЗИЗЛХ																	
221,76	209,35	190,53	174,05	154,98	140,34	130,20	123,19	109,49	103,70	107,48	108,11	109,10	105,82	104,51	101,85	101,07	103,90
Гидрофторуглероды (ГФУ)																	
14,80	14,51	10,97	6,55	6,10	6,95	6,16	7,97	9,45	10,35	12,78	12,49	9,41	8,45	12,63	13,82	14,29	16,09
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	16,95
Гексафторид серы (SF ₆)																	
0,22	0,22	0,08	0,05	0,03	0,10	0,24	0,25	0,12	0,14	0,17	0,25	0,31	0,39	0,49	0,81	1,16	1,18
Всего, с учетом ЗИЗЛХ ^{1,2)}																	
3359,57	3190,27	2611,06	2152,48	1897,72	1850,15	1792,06	1652,21	2131,96	1712,93	2368,01	2182,36	1488,31	1268,22	1489,48	2005,84	2208,09	879,41
Всего, без учета ЗИЗЛХ ^{1,2)}																	
3319,33	3141,29	2652,67	2520,45	2255,40	2176,15	2116,55	2013,02	1978,73	2012,58	2030,43	2054,59	2056,86	2098,45	2113,09	2117,82	2185,88	2192,82

¹⁾ Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

²⁾ 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.⁸. В 2004 году Российская Федерация ратифицировала Киотский протокол к РКИК ООН⁹. 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 как для самой Российской Федерации, так и для всех остальных участвующих в этом международном соглашении государств.

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 единиц¹⁰. 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 (создана и функционирует в настоящее время);
- Создание и обеспечение функционирования национального реестра единиц (создан и функционирует в настоящее время);
- 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.

Двадцатого июня 2008 г., в результате подтверждения уполномоченными органами Киотского протокола выполнения всех необходимых для этого условий, Российская Федерация получила право доступа к механизмам гибкости Киотского протокола (совместное осуществление, торговля выбросами и механизм чистого развития).

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. Установленное

⁸ Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 1994 г. № 34-ФЗ.

⁹ Федеральный закон Российской Федерации от 4 ноября 2004 г. № 128-ФЗ

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

количество выбросов на первый период действия Киотского протокола составляет для Российской Федерации 16 617 095 319 тонн CO₂-экв. (Уточнение..., 2008).

Территория Российской Федерации занимает большую часть Восточной Европы и Северную Азию. Ее площадь составляет 17 098,2 тыс. км² (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.

В период 1999-2007 гг. происходил устойчивый рост российской экономики практически по всем ее основным показателям (Четвертое..., 2006, Российский..., 2006, Российский..., 2008), сменивший экономический спад начала и середины 90-х гг. Положительная динамика макроэкономических показателей свидетельствует об устойчивом социально-экономическом развитии страны (табл. 1.1). ВВП Российской Федерации увеличился в период 1999-2007 гг. на 72,6 %, а объем промышленного производства на 61,1 %. Рост производства первичных энергоресурсов и производства электроэнергии электростанциями в Российской Федерации показан в таблицах 1.2 и 1.3.

Таблица 1.1

Численность населения и индексы валового внутреннего продукта в Российской Федерации

Год	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ВВП (в постоянных ценах), % к предыдущему году	106,4	110,0	105,1	104,7	107,3	107,2	106,4	107,7	108,1
Численность населения (на конец года), млн. чел.	146,9	146,3	145,6	145,0	144,2	143,5	142,8	142,2	142,0

Таблица 1.2

Производство первичных энергоресурсов (млн.т. условного топлива)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Всего,	1 381	1 408	1 455	1 505	1 607	1 687	1 722	1 765	1 781
в том числе:									
нефть, включая газовый конденсат	436	463	498	543	603	657	672	687	702
естественный газ	683	674	671	687	716	730	739	757	752
уголь	157	163	171	164	177	183	193	201	204
топливный торф (условной влажности)	1,2	0,7	1,0	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4
сланцы	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,1	-	0,2
дрова	5,1	5,4	5,2	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,2
электроэнергия, вырабатываемая гидростанциями, атомными, геотермальными и ветровыми электростанциями	97,6	102	108	105	106	111	112	114	117

В период 2000-2007 гг. интенсивно развивались грузоперевозки. Суммарный грузооборот всех видов транспорта общего пользования за этот период возрос на 35,1%; пассажирооборот уменьшился на 4,2%. Объем транспортировки нефти и нефтепродуктов по трубопроводам в 2007 г. составил 490 млн. т., газа - 572 млн. т.

Эксплуатационная длина путей сообщения общего пользования на 2007 г. составляла: 85 тыс. км железных дорог; 771 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием (включая дороги необщего пользования); 62 тыс. км магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов.

Таблица 1.3

Производство электроэнергии электростанциями (млрд. кВт-ч.)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Все электростанции, в том числе:	846	878	891	891	916	932	953	996	1015
тепловые	563	582	578	585	608	609	629	664	676
гидроэлектростанции	161	165	176	164	158	178	175	175	179
атомные	122	131	137	142	150	145	149	156	160

Объем продукции сельского хозяйства в стране в период 1999-2007 гг. существенно возрос. Наибольшая достигнутая урожайность сельскохозяйственных культур за период 2000-2007 гг. составила: для зерновых культур в целом 19,8 ц/га; масличных – 11,7 ц/га; овощей – 184 ц/га; картофеля – 130 ц/га; для сена однолетних трав – 16,4 ц/га.

1.2 Организация и разработка национального кадастра Российской Федерации. Национальная система оценки. Методология и источники данных

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 газов¹¹.

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

¹¹ Обеспечение разработки мероприятий данными (оценками) выбросов и абсорбции парниковых газов.

Ростехнадзором¹² 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 указанным порядком,¹³ 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 выбросов и абсорбции парниковых газов должна осуществляться на основе рекомендаций и методологий, разработанных МГЭИК. Согласно методологии МГЭИК, исходными данными о деятельности для выполнения оценок выбросов и абсорбции 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. Запросы также посылаются компаниям и организациям

¹² Названия федеральных органов исполнительной власти указаны на момент разработки документа.

¹³ Зарегистрирован в Минюсте России 29 сентября 2006 г. Рег. № 8335

различных форм собственности. В отдельных случаях для получения информации используются экспертные оценки. Кроме того, ИГКЭ постоянно проводит анализ научно-технических и экономических публикаций с целью получения методической информации (коэффициенты эмиссии парниковых газов, параметры технологических процессов), а также и дополнительных количественных данных о деятельности, приводящей к выбросам или абсорбции парниковых газов.



Рис. 1.1. Организация инвентаризации 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.



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

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 регламентом, разработанным и утвержденным ИГКЭ (Регламент..., 2007). В соответствии с регламентом, все данные, имеющие отношение к подготовке кадастров парниковых газов, хранятся в ИГКЭ. Информация сохраняется в электронном виде, в том числе в соответствующих базах данных, и в твердой копии на бумажных носителях. Рабочие таблицы расчетов выбросов и абсорбции парниковых газов, сохраняются в 2 копиях. Одна копия хранится централизованно на сервере ИГКЭ, а вторая - в подразделении, ответственном за подготовку соответствующего раздела кадастра парниковых газов. Применяемая в ИГКЭ система дублирования данных гарантирует сохранение материалов кадастра.

1.3 Обеспечение и контроль качества

Обеспечение и контроль качества национального кадастра парниковых газов Российской Федерации осуществляются на постоянной основе и носят многоступенчатый характер. Как показано на рисунке 1.2, министерства и ведомства представляют ИГКЭ данные о деятельности в обобщенном виде. Соответственно первичные мероприятия по проверке качества таких данных выполняются по специальным внутриведомственным методикам силами ведомств, ответственных за их сбор и обобщение. В свою очередь, ИГКЭ выполняет вторичный контроль и проверку данных о деятельности, параметров и расчетов, выполненных на основе агрегированных данных. В случае несовпадения величин предпринимаются меры по уточнению и, при необходимости, корректировке их значений.

Процедуры обеспечения и контроля качества национального кадастра парниковых газов Российской Федерации регламентированы внутриведомственной инструкцией «Порядок обеспечения и контроля качества национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов РФ,готавливаемого в ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Порядок..., 2007). Порядок обеспечения и контроля качества

национального кадастра парниковых газов Российской Федерации, подготавливаемого в ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН (далее Порядок), определяет объем, перечень и сроки проведения мероприятий по обеспечению и контролю качества кадастра, их соответствие положениям МГЭИК (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003), а также требованиям соответствующих нормативных документов РКИК ООН.¹⁴ Общую координацию мероприятий по обеспечению и контролю качества национального кадастра парниковых газов осуществляет ИГКЭ. Организационная диаграмма и перечень мероприятий обеспечения и контроля качества Национального кадастра парниковых газов Российской Федерации приведены на рисунке 1.3.

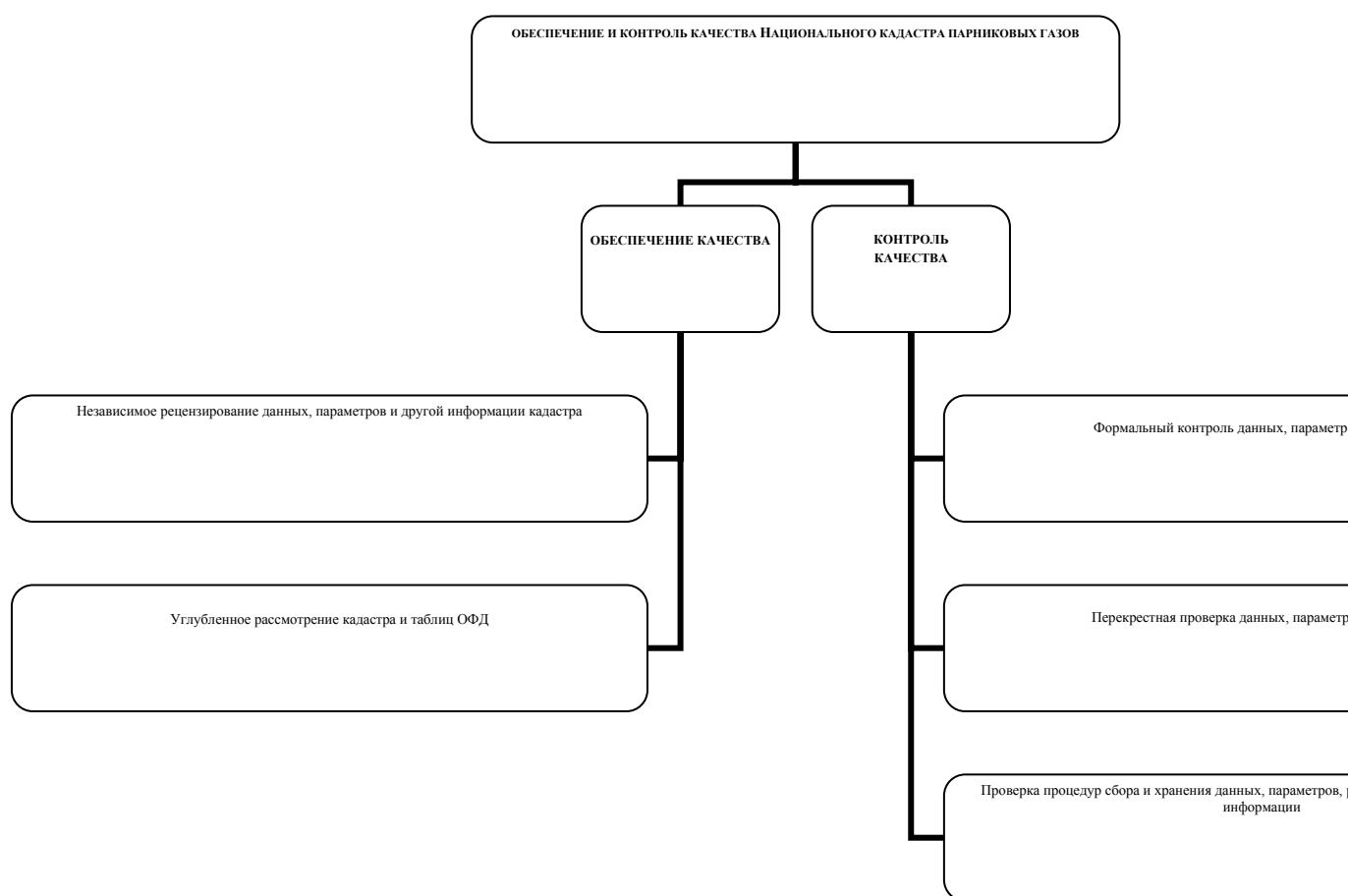


Рис. 1.3. Организационная диаграмма обеспечения и контроля качества Национального кадастра парниковых газов Российской Федерации

Контроль качества национального кадастра выполняется силами ИГКЭ. Как следует из рисунка 1.3, выполняемые в ИГКЭ процедуры контроля качества включают:

- формальный контроль данных о деятельности, параметров и расчетов;
- перекрестную проверку данных, параметров и расчетов и
- проверку процедур сбора и хранения данных о деятельности, параметров, расчетных и других материалов, включая информацию о проверках.

¹⁴ Документы FCCC/SBSTA/2004/8 и FCCC/SBSTA/2006/9.

Формальный контроль и перекрестная проверка данных о деятельности, параметров и расчетов осуществляются специалистами ИГКЭ, непосредственно отвечающими за подготовку отдельных разделов национального кадастра в сфере их компетенции. Ошибки, допущенные при вводе данных, использовании неправильных параметров и некорректных методов, выявляются и своевременно исправляются. Перечень отдельных работ, требования к ним, периодичность и ответственные исполнители определены Порядком. Для ключевых категорий применяется контроль качества по Уровню 2 МГЭИК, который включает проверки данных о деятельности, величин выбросов и абсорбции парниковых газов, оценок неопределенности по каждой из ключевых категорий кадастра. По результатам контроля качества ежегодно заполняются формуляры, образцы которых приведены в Порядке. Заполненные формуляры хранятся в ИГКЭ.

Процедуры обеспечения качества направлены на осуществление независимой оценки национального кадастра парниковых газов для обеспечения его соответствия методологиям МКЭИК и РКИК ООН, а также выявление элементов, которые могут быть улучшены в ходе дальнейших работ. Обеспечение качества выполняется ИГКЭ с привлечением независимых организаций и экспертов, не принимавших непосредственное участие в подготовке национального кадастра, но имеющих опыт работ в области оценки выбросов и поглощения парниковых газов и знакомых с методологиями МГЭИК. В обеспечении качества кадастра также участвуют организации, министерства и ведомства, представлявшие данные для кадастра. В процессе обеспечения качества учитываются результаты обсуждения опубликованных материалов кадастра специалистами и общественностью. Как показано на рисунке 1.3, мероприятия по обеспечению качества включают:

- рецензирование данных, параметров и другой фактической информации, содержащейся в Национальном докладе о кадастре парниковых газов Российской Федерации (аудит); и
- углубленное рассмотрение Национального доклада и таблиц Общей формы доклада о кадастре.

Рецензирование данных, параметров и другой фактической информации Национального доклада о кадастре является независимой проверкой корректного использования данных о деятельности и другой информации, представляемой разработчикам кадастра организациями и ведомствами. Ее основная цель – выявить неточности и ошибки в использовании исходных данных и другой информации и обеспечить использование самых последних и наиболее точных данных и параметров при выполнении расчетов. Проверка содержащейся в Национальном докладе о кадастре информации выполняется организациями, министерствами и ведомствами, осуществлявшими представление указанной информации в сфере своей компетенции. Поступающие от министерств, ведомств и организаций замечания и предложения вносятся ИГКЭ в текст доклада и, при необходимости, выполняется пересчет величин эмиссии и стока парниковых газов.

Углубленное рассмотрение Национального доклада и таблиц Общей формы доклада о кадастре это техническое рецензирование и анализ использованных методов и процедур расчетов, предположений и допущений, а также порядка представления информации по отдельным разделам или секторам, входящим в Национальный доклад о кадастре и Таблицы Общей формы доклада о кадастре. Углубленное рассмотрение выполняется путем проверки документации и удостоверения правдоподобности применяемых предположений и процедур, прозрачности и полноты кадастра, а также его соответствия регламентам отчетности МГЭИК и РКИК ООН. Углубленное рассмотрение выполняется независимыми организациями и экспертами, не принимавшими непосредственное участие в подготовке национального кадастра, но имеющими опыт работ в области оценки выбросов и поглощения парниковых газов и знакомых с методологиями МГЭИК.

Независимые организации, эксперты и ведомства, в сфере своей компетенции, представляют заключения с анализом систем сбора и хранения материалов национального кадастра и содержащихся в нем данных и параметров для расчетов выбросов и абсорбции парниковых газов. Заключения также содержат оценку корректности расчетов и их соответствия требованиям методологии МГЭИК, а также рекомендации по его усовершенствованию. Полученные в ходе процедур обеспечения качества замечания и предложения рассматриваются ответственными исполнителями работ по отдельным

разделам кадастра и используются для его усовершенствования. Важной процедурой обеспечения качества кадастра являются его ежегодные углубленные рассмотрения группами проверки Секретариата РКИК ООН. Результаты углубленного рассмотрения и рекомендации экспертов РКИК ООН используются для совершенствования кадастра парниковых газов.

В качестве отдельных разделов Порядка представлены графики подготовки и обеспечения и контроля качества национального кадастра. Графики имеют высокую степень детализации по видам и срокам выполнения работ и охватывают практически весь календарный год, начиная с момента представления кадастра парниковых газов за предшествующий год и заканчивая его представлением за текущий. При этом график обеспечения и контроля качества соответствует Плану обеспечения и контроля качества, необходимость подготовки которого устанавливается соответствующими документами МГЭИК и РКИК ООН (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003, документы FCCC/SBSTA/2004/8 и FCCC/SBSTA/2006/9). График обеспечения и контроля качества определяется на основе графика подготовки кадастра и может корректироваться исходя из изменений в данных, методологии и ключевых категориях и источниках, для которых с момента подготовки последнего кадастра произошли изменения. Следует отметить, что в связи с высокими ресурсными затратами, отдельные виды процедур контроля качества по Уровню 2 МГЭИК назначаются один раз в 2-3 года, что находит соответствующее отражение в графике обеспечения и контроля качества Порядка. Подробная информация об отдельных мероприятиях обеспечения и контроля качества по категориям источников и секторам включена в соответствующие разделы настоящего доклада.

1.4 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 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, приводит к уменьшению количества ключевых категорий и для анализа по величине и для анализа по тренду. Поскольку ключевыми для кадастра считаются категории, попадающие в 95 % хотя бы по одному из критериев (величина и тренд), то общее количество ключевых категорий на 2007 г. составляет 23 категории без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» и 19 категорий с учетом этого сектора. Можно считать, что именно эти категории источников оказывают определяющее влияние на величину и динамику общего выброса парниковых газов в стране.

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	2007	2007
Стационарное сжигание газового топлива	CO ₂	1	1	2
Стационарное сжигание твердого топлива	CO ₂	3	2	3
1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH ₄	4	3	4
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO ₂	2	4	1
1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	5	5	12
1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO ₂	6	6	15
2.С.1.2, 2.С.1.3 2.С.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO ₂	9	7	8
4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	7	8	9
1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH ₄	10	9	
4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH ₄	8	10	5
6.А Захоронение твердых отходов	CH ₄	15	11	6
1.В.2.С Утечки и сжигание	CO ₂	16	12	7
2.А.1 Производство цемента	CO ₂	14	13	+
1.В.2.С Утечки и сжигание	CH ₄	17	14	14
2.В.1 Производство аммиака	CO ₂	18	15	16
4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N ₂ O	11	16	11
2.А.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO ₂	13	17	18
1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH ₄	20	18	20
Стационарное сжигание - другие виды топлива	CO ₂	21	19	21
2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	+	20	17
4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	12	21	10
1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO ₂	19	+	
1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	22		19
6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH ₄	+	+	+
2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	+	+	
2.А.2 Производство извести	CO ₂		+	
1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO ₂	+		13
2.Ф.1 Использование фторированных заменителей ОРВ для кондиционирования воздуха и охлаждения	ГФУ			+
2.С.3 Производство алюминия	CO ₂			+
Количество ключевых источников		22	21	21

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	2007	
5.A.1 Лесные земли	CO ₂	6	1	1
Стационарное сжигание газового топлива	CO ₂	1	2	2
Стационарное сжигание твердого топлива	CO ₂	3	3	4
1.B.2.B Фугитивные выбросы от газового топлива	CH ₄	4	4	3
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO ₂	2	5	
1.AA.3.B Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	7	6	5
5.B.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO ₂	5	7	8
1.AA.3.E Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO ₂	8	8	7
2.C.1.2, 2.C.1.3 2.C.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO ₂	11	9	6
4.D.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	9	10	12
1.B.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH ₄	12	11	10
4.A Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH ₄	10	12	16
6.A Захоронение твердых отходов	CH ₄	17	13	9
1.B.2.C Утечки и сжигание	CO ₂	18	14	11
2.A.1 Производство цемента	CO ₂	16	15	13
1.B.2.C Утечки и сжигание	CH ₄	19	16	14
2.B.1 Производство аммиака	CO ₂	20	17	15
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N ₂ O	13	18	
2.A.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO ₂	15	19	
4.D.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	14	+	
1.AA.3.A Гражданская авиация, жидкое топливо	CO ₂	21		
1.B.2.A Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH ₄	22	+	+
Стационарное сжигание - другие виды топлива	CO ₂	23	+	+
2.C.3 Производство алюминия	ПФУ	+	+	+
6.B.1 Очистка промышленных сточных вод	CH ₄	+	+	+
1.AA.3.C Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	+		
1.AA.3.D Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO ₂	+		
2.E.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23			+
Количество ключевых источников		23	19	16

Знаком (+) отмечены категории, приближающиеся к ключевым.

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 1990-2007 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.)

1.5 Состав доклада о кадастре

В настоящий доклад включены данные о выбросах и абсорбции всех парниковых газов, указанных в Приложении А к Киотскому протоколу – диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4), закиси азота (N_2O), гидрофторуглеродов (ГФУ), перфторуглеродов (ПФУ) и гексафторида серы (SF_6), а также газов с косвенным парниковым эффектом – окислов азота (NO_x) окиси углерода (CO), и диоксида серы (SO_2). Расчеты произведены для всех секторов и большинства категорий источников МГЭИК. Для пересчета выбросов парниковых газов в эквивалент диоксида углерода (CO_2 -экв.) использовались¹⁵ потенциалы глобального потепления (ПГП) МГЭИК 1995 г.¹⁶, 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 разделах 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 предыдущих национальных кадастров РФ, содержащих данные за 1990-2005 гг. и 1990-2006 гг.¹⁷ 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.

В настоящем докладе (раздел 10) 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. 2008. Стат. Сборник/Росстат. М., 2008. -847 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.

¹⁵ В соответствии с решениями Конференции Сторон РКИК ООН – см . документ Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам FCCC/SBSTA/2004/8.

¹⁶ Представленные во Втором докладе об оценке МГЭИК.

¹⁷ Доклад Группы экспертов РКИК ООН содержится в документе РКИК ООН FCCC/IRR/2008/RUS от 28.01.2009 г.

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.
9. Уточнение к Национальному докладу Российской Федерации об установленном количестве выбросов. М., 2008.

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 2007 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 кадастра¹⁸.

2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов в Российской Федерации

Данные о совокупных антропогенных выбросах парниковых газов в Российской Федерации (в CO₂-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, причем большая часть снижения приходится на последний год. Это связано с тем, что представленный на рисунке тренд учитывает потоки CO₂ и других парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство», отличающиеся высокой (вплоть до изменения направления потока) межгодовой изменчивостью¹⁹.

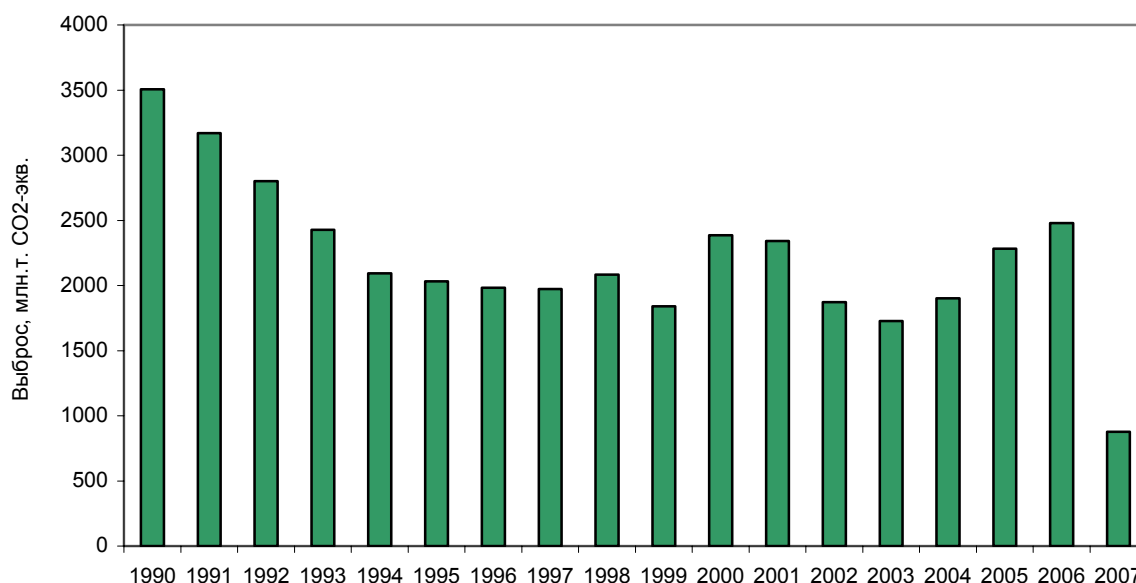


Рис. 2.1. Совокупный антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации с учетом землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

¹⁸ 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.

¹⁹ В 2007 г. в результате введения в действие нового Лесного кодекса РФ произошли изменения в системе учета лесов на землях лесного фонда. По мере проведения углубленного анализа данных, оценки поглощения CO₂ лесами за 2007 г. могут подвергнуться дальнейшему уточнению.

Таблица 2.1

Динамика совокупных выбросов парниковых газов с территории Российской Федерации (млн. т. CO₂-экв.)

Год																	
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CO ₂ , с учетом ЗИЗЛХ ¹⁾																	
2535,34	2395,82	1884,35	1461,08	1260,42	1243,80	1202,31	1093,63	1579,00	1167,64	1805,09	1616,08	919,15	684,99	898,78	1412,03	1601,79	263,84
CO ₂ , без учета ЗИЗЛХ ¹⁾																	
2499,10	2348,82	1927,75	1831,07	1619,54	1570,74	1531,79	1456,55	1432,60	1469,61	1471,15	1490,41	1491,26	1521,15	1523,94	1525,74	1582,64	1579,82
Метан (CH ₄), с учетом ЗИЗЛХ																	
571,74	555,32	509,91	495,68	461,26	443,11	436,16	410,06	416,11	412,91	423,53	426,70	435,44	452,83	457,11	461,20	473,30	477,21
Метан (CH ₄), без учета ЗИЗЛХ																	
568,11	553,52	508,28	493,84	459,96	442,26	431,63	408,14	409,91	410,81	420,23	424,79	432,20	447,45	455,70	459,62	470,52	474,88
Закись азота (N ₂ O), с учетом ЗИЗЛХ																	
222,13	209,54	190,69	174,23	155,11	140,43	130,66	123,39	110,12	103,92	107,82	108,30	109,43	106,36	104,65	102,01	101,35	104,14
Закись азота (N ₂ O), без учета ЗИЗЛХ																	
221,76	209,35	190,53	174,05	154,98	140,34	130,20	123,19	109,49	103,70	107,48	108,11	109,10	105,82	104,51	101,85	101,07	103,90
Гидрофторуглероды (ГФУ)																	
14,80	14,51	10,97	6,55	6,10	6,95	6,16	7,97	9,45	10,35	12,78	12,49	9,41	8,45	12,63	13,82	14,29	16,09
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	16,95
Гексафторид серы (SF ₆)																	
0,22	0,22	0,08	0,05	0,03	0,10	0,24	0,25	0,12	0,14	0,17	0,25	0,31	0,39	0,49	0,81	1,16	1,18
Всего, с учетом ЗИЗЛХ ^{1,2)}																	
3359,57	3190,27	2611,06	2152,48	1897,72	1850,15	1792,06	1652,21	2131,96	1712,93	2368,01	2182,36	1488,31	1268,22	1489,48	2005,84	2208,09	879,41
Всего, без учета ЗИЗЛХ ^{1,2)}																	
3319,33	3141,29	2652,67	2520,45	2255,40	2176,15	2116,55	2013,02	1978,73	2012,58	2030,43	2054,59	2056,86	2098,45	2113,09	2117,82	2185,88	2192,82

¹⁾ Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.²⁾ 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 2007 г. их выброс возрос на 10,8 % по сравнению с 1998 г. – годом с наименьшей величиной совокупного выброса парниковых газов. Распределение выбросов по секторам в течение 1990-2007 гг. изменялось сравнительно мало. По абсолютной величине доминируют выбросы от энергетического сектора (в 1990 и 2007 гг. их доля составила соответственно 81,6 % и 81,4 %). Уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора, в котором на протяжении 1998-2007 гг. роста выбросов не происходило (9,3 % и 6,1 % соответственно в 1990 и 2007 гг.). В отличие от других секторов, выбросы, связанные с отходами, превысили уровень базового года, достигнув в 2007 году 116,3 % 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 2007 году составил 2 192,82 млн.т. CO₂-экв. и оставался значительно (на 33,9%) 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 экономическими 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.

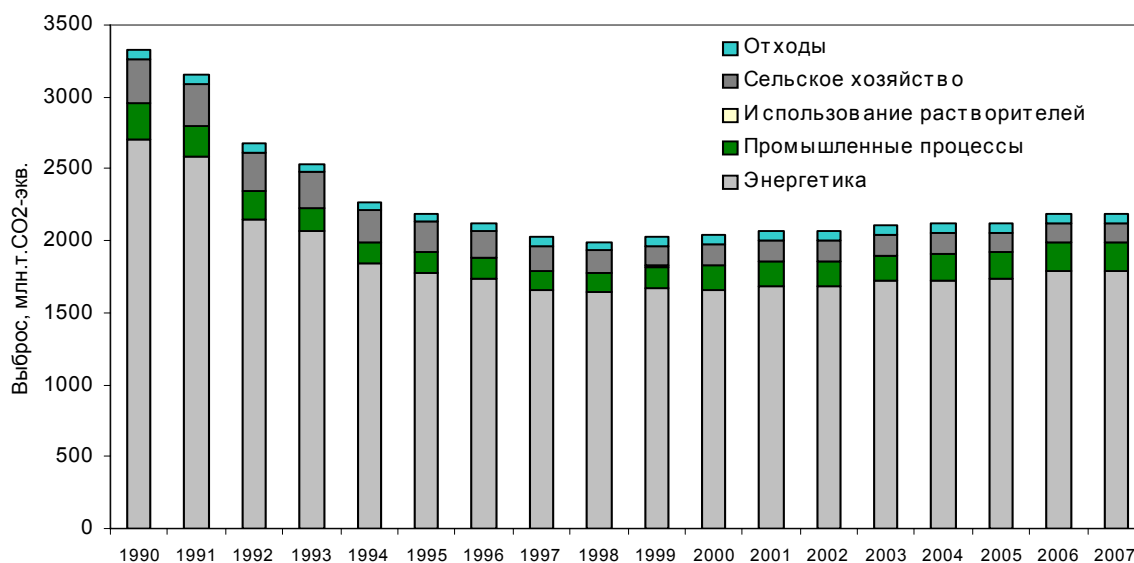


Рис. 2.2. Антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

Таблица 2.2

Выбросы парниковых газов Российской Федерации по секторам МГЭИК (млн. т. CO₂-экв.)

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Энергетика	2707,17	2579,80	2136,80	2057,04	1839,94	1769,26	1739,89	1649,02	1639,20	1664,74	1661,20	1680,38	1684,29	1722,82	1727,96	1733,31	1790,47	1785,68
Промышленные процессы	246,75	212,39	194,13	163,80	141,27	154,12	142,60	142,12	135,96	154,36	170,19	172,67	169,52	175,23	186,21	189,28	201,20	208,07
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	0,54
Сельское хозяйство	309,97	295,72	271,78	251,75	227,94	205,02	187,27	174,27	154,93	142,64	146,23	147,40	147,45	143,16	139,95	134,30	131,49	134,71
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство	40,24	48,98	-41,61	-367,97	-357,68	-326,00	-324,49	-360,81	153,23	-299,65	337,58	127,77	-568,55	-830,23	-623,61	-111,98	22,21	-1313,41
Отходы	54,87	52,84	49,44	47,35	45,73	47,25	46,28	47,10	48,12	50,33	52,29	53,61	55,07	56,70	58,44	60,40	62,20	63,82
Всего ¹⁾	3359,57	3190,27	2611,06	2152,48	1897,72	1850,15	1792,06	1652,21	2131,96	1712,93	2368,01	2182,36	1488,31	1268,22	1489,48	2005,84	2208,09	879,41

¹⁾ Итоговые значения могут незначительно отличаться от суммы по строкам в результате округления.

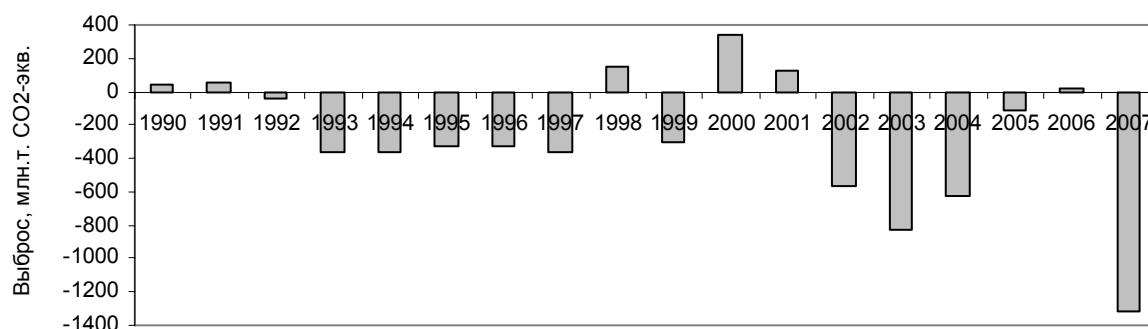


Рис. 2.3. Динамика антропогенной эмиссии и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»

Как следует из рисунка, в рассматриваемый период (1990-2007 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 1990-1991 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 2006 г. поглощение в данном секторе вновь сменилось незначительным выбросом, а в 2007 г. поглощение возобновилось.

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 CO₂, источником которого служит, главным образом, энергетический сектор – сжигание ископаемого топлива, а также землепользование и лесное хозяйство. На втором месте находится CH₄ (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 N₂O в совокупном выбросе, произошедшее на протяжении рассматриваемого периода, в основном связано с уменьшением использования азотных удобрений в сельском хозяйстве.

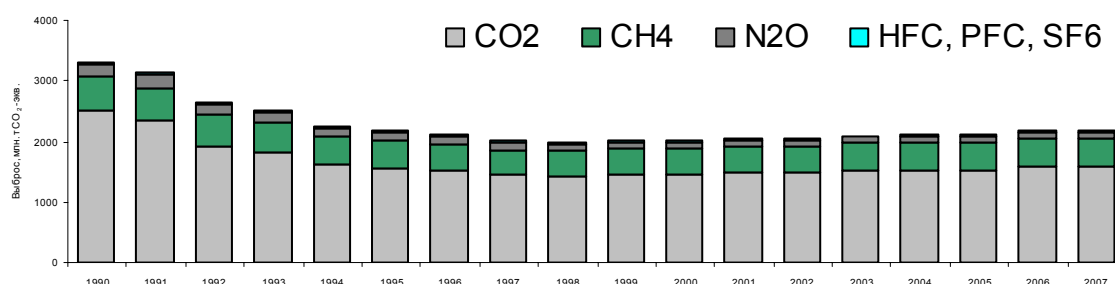


Рис. 2.4. Вклад отдельных парниковых газов в общий антропогенный выброс Российской Федерации

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 совокупный антропогенный выброс парниковых газов (без учета сектора «Землепользование, изменения землепользования и лесное хозяйство»), выраженный в CO_2 -эквиваленте, составлял 81,6 %, а в 2007 г. он составил 81,5 %. 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).

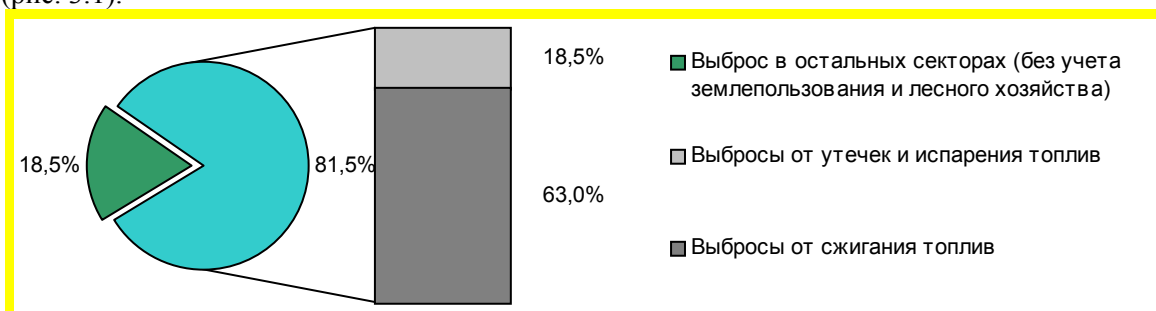


Рис. 3.1. Вклад энергетического сектора в совокупный выброс парниковых газов в 2007 г

Энергетический сектор является источником выбросов парниковых газов диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4), закиси азота (N_2O) и предшественников озона (NO_x , CO , летучих органических соединений неметанового ряда (НМЛОС) и SO_2). В компонентном составе выбросов парниковых газов преобладает CO_2 – на него в 2007 г. приходится 79,0 % всех выбросов по сектору. Вклады CH_4 и N_2O составляют 20,9 % и 0,1 % 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 (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 39,5 % 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 2007 году общие выбросы парниковых газов в эквиваленте CO_2 составили 1,8 млрд. т (1 785 678,77 Гг CO_2 -экв.), что на 34,0 % ниже уровня 1990 года. Результаты оценок выбросов парниковых газов по сектору «Энергетика» с 1990 по 2007 гг. включительно приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Оценки выбросов газов с косвенным парниковым эффектом представлены на рисунке 3.2. Как видно из рисунка, 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.

Таблица 3.1

Выбросы парниковых газов от основных категорий источников энергетического сектора с 1990 по 2007 гг. (Тг CO₂-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1.А Сжигание топлива																	
1.АА Подход по секторам																	
2282,3	2163,8	1755,7	1688,5	1497,6	1436,7	1408,4	1333,9	1316,4	1336,5	1324,7	1341,2	1331,3	1355,4	1349,0	1348,3	1394,2	1380,8
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	47,3	47,5
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	357,3
Всего																	
2707,2	2579,8	2136,8	2057,0	1839,9	1769,3	1739,9	1649,0	1639,2	1664,7	1661,2	1680,4	1684,3	1722,8	1728,0	1733,3	1790,5	1785,7
Использование топлив в международных морских и авиационных перевозках ¹⁾																	
12,1	11,3	10,1	9,4	8,4	7,8	8,1	7,4	7,3	6,5	7,0	7,3	7,2	7,4	8,3	7,9	8,4	9,4
Сжигание биомассы в энергетических целях ¹⁾																	
62,0	60,8	49,6	47,6	32,2	28,7	24,6	21,2	16,5	21,4	17,8	17,2	16,4	16,3	15,8	15,7	15,7	16,8

¹⁾ 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 2007 гг. (Тг CO₂-экв.)

Газ	Год																	
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
CO ₂	2287,1	2170,2	1763,3	1691,6	1501,5	1442,0	1414,9	1342,1	1325,5	1346,2	1335,5	1352,1	1349,7	1373,4	1370,3	1371,0	1417,0	1410,2
CH ₄	413,5	403,4	368,7	360,9	334,5	323,5	321,4	303,6	310,6	315,4	322,5	325,0	331,4	346,2	354,4	359,2	370,2	372,3
N ₂ O	6,5	6,2	4,8	4,6	3,9	3,7	3,6	3,4	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,1	3,3	3,2
Всего	2707,2	2579,8	2136,8	2057,0	1839,9	1769,3	1739,9	1649,0	1639,2	1664,7	1661,2	1680,4	1684,3	1722,8	1728,0	1733,3	1790,5	1785,7

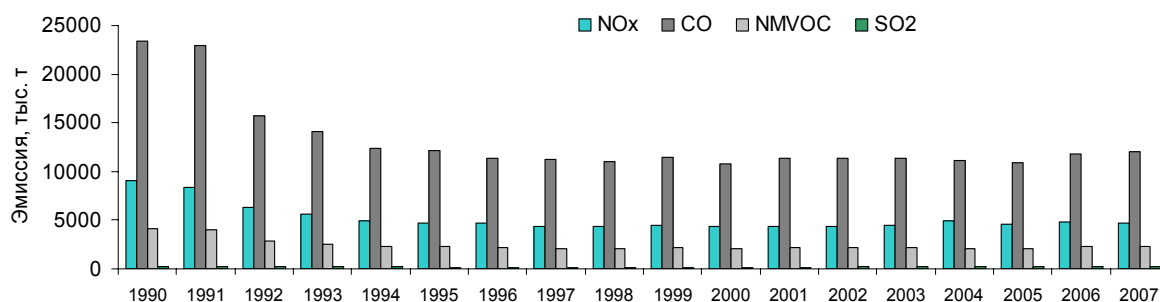


Рис. 3.2. Совокупные выбросы газов с косвенным парниковым эффектом в энергетическом секторе

3.2 Сжигание топлива (1.A)

3.2.1 Обзор подраздела

Расчеты выбросов CO₂ от сжигания топлива проведены для всего временного ряда с 1990 по 2007 год с использованием базового (по основным видам топлива) и секторного (по основным категориям источников) подходов, в основном 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 CO₂, газов при сжигании топлива рассчитана по категориям источников так же для всего временного ряда с 1990 по 2007 гг. В кадастре этого года, проведены так же перерасчеты выбросов CO₂ за предыдущие годы, связанные с уточнением исходных данных, применением усовершенствованной методологии расчетов и исправлением некоторых неточностей.

Суммарные выбросы парниковых газов при сжигании топлива в 2007 году составляли 1380833.06 Гг в CO₂ эквиваленте, что на 39,5 % меньше, чем в 1990 году. На долю сжигания топлива в 1990 г. в России приходилось 68,8 % общего для страны выброса парниковых газов (в CO₂-эквиваленте, без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство») и 84,3 % общих выбросов в секторе «Энергетика», в 2007 г эти величины составили соответственно, 63,0 % и 77,3 %.

В 2007 году 49,8 % выбросов от сектора «Энергетика» определяло сжигание топлива в энергетической промышленности, сжигание топлива на транспорте вносило 11,6 % суммарных выбросов парниковых газов от сектора, сжигание топлива в других отраслях экономики внесло 9,7 %, а в промышленности – 6,4 % (рис. 3.3). По сравнению с 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.

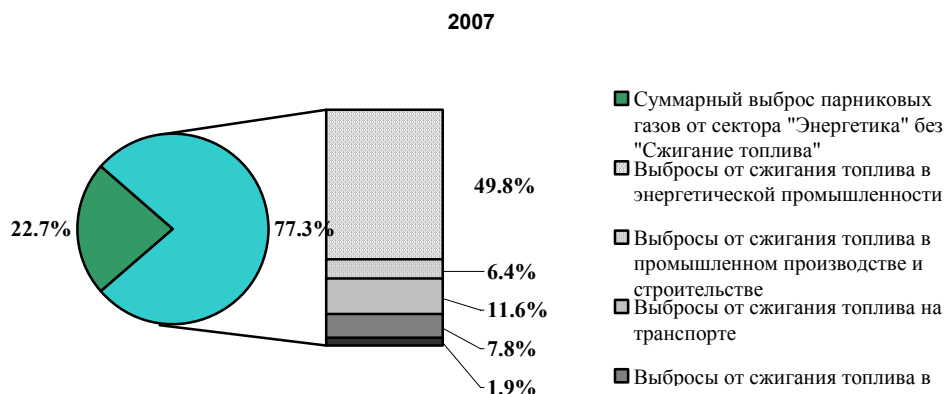


Рис. 3.3. Доля сжигания топлива в суммарном выбросе парниковых газов от сектора «Энергетика» в 2007 г.

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 2009 года по сравнению с предыдущими кадастрами были проведены уточнения, касающиеся объемов бункерного топлива. Детальные пояснения по пересчету объемов авиационного керосина, используемого для международных перевозок, дизельного топлива и мазута, используемого для морского бункера, приведены в главе 3.4. Выбросы от международного бункерного топлива. Подходы, аналогичные используемым для определения объемов керосина для международного бункера, были впервые применены в кадастре 2009 для расчета объемов топлива, затраченного на внутреннюю гражданскую авиацию. Внесенные изменения потребления авиационного и бункерного топлива повлекли за собой ряд пересчетов, связанных с изменением объемов авиационного керосина, дизельного топлива и мазута, используемых для других целей в экономике страны. Такие пересчеты были сделаны с целью исключения двойного учета.

Расхождение значений выбросов CO₂, для базового подхода МГЭИК и подхода по категориям источников (секторного подхода) в 2007 году составило 3,8 %.

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 CO₂ по базовой методике был использован метод уровня 1 – по типам топлива. Для каждого года за период с 1990 по 2007 гг. были оценены выбросы CO₂ 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 CO₂ в 2007 году от сжигания топлива, рассчитанные с использованием базового подхода по видам топлива составили 1427172.925 Гг, что на 42,7% 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 CO₂ 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 CO₂ 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 2000-2007 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 2007 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 (см. часть 3.4. Выбросы от международного бункерного топлива (1С)). В кадастре 2009 года по сравнению с предыдущими кадастрами были проведены уточнения, касающиеся объемов бункерного топлива. Детальные пояснения по пересчету объемов авиационного керосина, используемого для международных перевозок, дизельного топлива и мазута, используемого для морского бункера, приведены в главе 3.4. Выбросы от международного бункерного топлива. Пересчеты потребления авиационного керосина произведены для всего временного ряда и связаны с использованием новой методики расчета, пересчеты потребления морского бункерного топлива проведены для 1990, 1991, 2000-2006 годов (см. часть 3.4.).

Исходные данные за период с 1992 по 2004 год приведены в тысячах тонн, а за 1990, 1991 и 2005, 2006 и 2007 гг. - 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 также национальные коэффициенты перевода в тонны условного топлива. Итоговые коэффициенты для всех видов топлива, включенных в расчеты, приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.3.

Выброс CO₂ при сжигании топлива по видам топлива, Гт

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	1.42	1.42	1.43	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	0.33	0.32	0.33	0.32	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	0.27
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	0.84

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	2007
Всего, в том числе	100.00	96.69	77.09	73.58	64.04	62.02	60.96	58.76	57.44	58.55	59.06	59.24	58.94	60.62	60.71	60.95	62.06	62.32
Жидкое топливо	100.00	94.64	66.67	60.45	45.32	44.26	39.74	39.14	37.35	38.38	38.09	37.61	36.60	36.05	35.91	36.87	36.27	36.05
Твердое топливо	100.00	93.40	69.80	67.76	62.17	59.93	61.66	55.46	52.33	54.14	54.78	53.14	53.24	53.45	51.97	49.83	51.53	49.23
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	87.25	89.04

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 ³	33,812
Лигроин	тыс.т	45,007	Крекингový газ	тыс.т	43,950
Нефтебитум	тыс.т	28,128	Коксовый газ	млн.м ³	16,701
Кокс нефтяной	тыс.т	31,351	Любое топливо в единицах у.т.	тыс. т.у.т.	29,3
Другие жидкие топлива	тыс.т	43,071			

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, в соответствии с рекомендациями Руководящих указаний по эффективной практике (МГЭИК, 2003, 3.1.3.1. Черная металлургия, Методологические вопросы, стр. 3.25), для исключения двойного учета, доменный газ не включен в расчеты в секторе 1.А. – Сжигание топлива.

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 CO₂ по базовому методу.

Весь временной ряд данных по использованию кокса в черной металлургии, производству и неэнергетическому использованию нефтебитума и смазочных материалов согласован с данными, использующимися при проведении расчетов в секторе 2 ОФД – Промышленные процессы (Глава 4). Доля 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 2009 составил 55,6 %. В таблице 3.6. приведены данные о количестве топлива, включенного в расчет накопленного углерода в кадастре 2009 года.

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.

С целью оценки влияния неучтенного неэнергетического использования топлива на суммарный выброс углекислого газа при расчете по базовому подходу был проведен тестовый расчет для 2007 года с включением всех топлив, для которых в ТЭБ приведены данные об неэнергетическом использовании. В связи с тем, что коэффициенты, определяющие долю захороненного углерода для этих топлив, не приведены в методических документах МГЭИК, тестовый расчет был проведен для условий 50% и 100% захоронения углерода при неэнергетическом использовании недоучтенных видов топлив. В расчете по первому сценарию, выброс CO₂, оцененный по базовому подходу, сократился на 19592 Гг

CO₂. Это привело к сокращению разницы между расчетами по секторному и базовому подходам в сумме до 2,4%, по жидким топливам до 5%.

Таблица 3.6

Общее количества топлива, 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%
2007	4278849.97	2378487.93	55.6%

НД – нет данных

В расчете по второму сценарию, выброс CO₂, оцененный по базовому подходу, сократился на 39185 Гг CO₂. Это привело к сокращению разницы между расчетами по секторному и базовому подходам в сумме до 0,97 %, по жидким топливам до -2 %. В основном, почти на 60%, сокращение разницы между расчетами по базовому и секторному подходам обусловлено дополнительным учетом неэнергетического использования нефти. Таким образом, результаты проведенного тестирования показывают существенное влияние недоучтенного неэнергетического использования топлива на разницу результатов расчетов выбросов углекислого газа от жидкого топлива, проведенную по базовому и секторному подходам. Тем не менее, в кадастре 2009 года, как и в предыдущих кадастрах, неэнергетическое использование топлива учтено только на 56% в связи с отсутствием утвержденных в методических документах МГЭИК, а так же обоснованных национальных коэффициентов, определяющих долю захороненного углерода для других видов топлива, в том числе и для нефти.

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 CO₂, 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 CO₂. Оцененная с применением базового подхода эмиссия CO₂ в 2007 году составляет 1427172.925 Гг CO₂ или 57,25 % от объема эмиссии 1990 года.

Таблица 3.7

Временной тренд выбросов CO₂ в России в % к 1990 г.

Год	Всего	Жидкое топливо	Твердое топливо	Газ
1990	100.00	100.00	100.00	100.00
1991	96.78	94.62	95.64	99.80
1992	75.17	63.92	69.29	90.84
1993	71.66	57.61	67.94	88.75
1994	62.53	43.59	62.54	82.13
1995	60.49	43.20	58.80	79.55
1996	59.79	38.80	61.58	80.29
1997	57.06	38.26	54.38	78.37
1998	55.44	36.12	51.40	78.20
1999	56.27	37.25	51.78	79.03
2000	56.39	36.74	51.72	79.94
2001	56.29	36.50	49.33	81.54
2002	55.72	35.13	48.72	81.85
2003	57.07	34.36	49.09	86.06
2004	56.78	34.11	46.78	87.09
2005	56.79	35.08	44.95	87.38
2006	57.54	34.17	45.98	89.67
2007	57.25	33.57	43.29	91.34

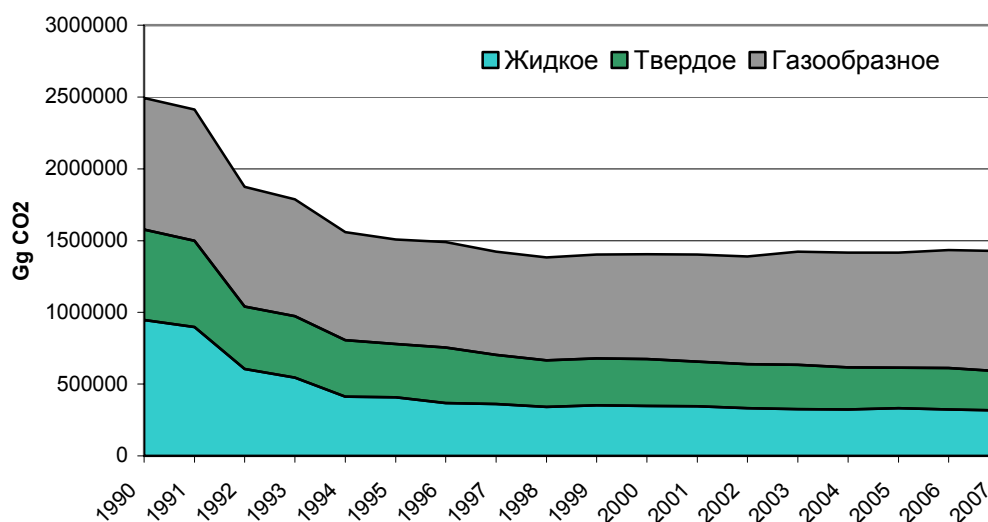


Рис. 3.4. Тренды выбросов углекислого газа от сжигания различных видов топлива с 1990 по 2007 гг., Гг

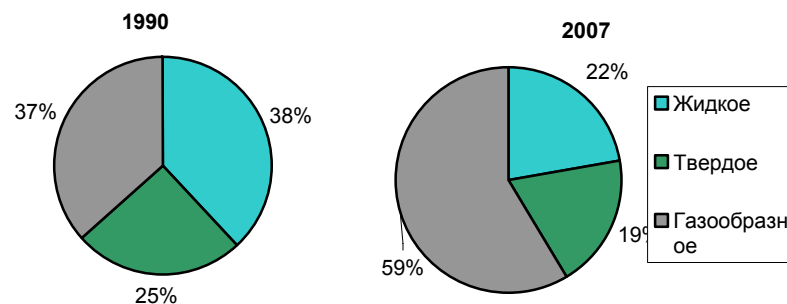


Рис. 3.5. Вклад различных видов топлив в суммарный выброс CO_2 от сжигания топлива в 1990 и 2007 годах

За период с 1990 по 2007 гг. произошло значительное изменение доли потребления различных видов топлив, а следовательно и вкладов от сжигания твердых, жидких и газообразных топлив в суммарную эмиссию CO_2 в России (рис. 3.5, табл. 3.7). В 2007 году по сравнению с 1990 годом на 22 % выросла доля выбросов углекислого газа, обусловленная сжиганием природного газа, а доли выбросов, обусловленные сжиганием жидких и твердых топлив, сократились, соответственно на 16 % и 6 %.

3.2.2.4 Оценка и контроль качества, перерасчеты и планируемые усовершенствования

В кадастре 2009 года при оценке выбросов парниковых газов от сжигания топлива с использованием базового подхода был проведен ряд перерасчетов, связанных с уточнением и исправлением исходных данных, усовершенствованием методики расчета, а так же выполненных в соответствии с замечаниями и предложениями Группы экспертов по проверке кадастра парниковых газов.

Пересчеты, проведенные в расчетах по базовому подходу в кадастре 2009 года, связаны в основном и уточнением методики расчета авиационного бункерного топлива и морского бункерного топлива. Детальные пояснения по пересчету объемов авиационного керосина, используемого для международных перевозок, дизельного топлива и мазута, используемого для морского бункера, приведены в главе 3.4. Выбросы от международного бункерного топлива. Пересчеты потребления авиационного керосина произведены для всего временного ряда и связаны с использованием новой методики расчета, пересчеты потребления морского бункерного топлива проведены для 1990, 1991, 2000-2006 гг.

В результате проведенных перерасчетов суммарное потребление топлива и годовая эмиссия CO_2 от сжигания топлива, определенная по базовому подходу изменилась не значительно. Для разных лет, суммарное потребление топлива изменилось от -0,03 до +0,17%, а выброс CO_2 от -0,03 до +0,2%.

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, Минтранса России, 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 CH_4 , N_2O , а так же газов с косвенным парниковым эффектом – NO_x , 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.А4b), 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 1380833.064 Гг, что на 39,5 % меньше, чем в 1990 году. Вклад отдельных подкатегорий в эмиссию парниковых газов для всего временного ряда с 1990 по 2007 гг. показан на рисунке 3.6.

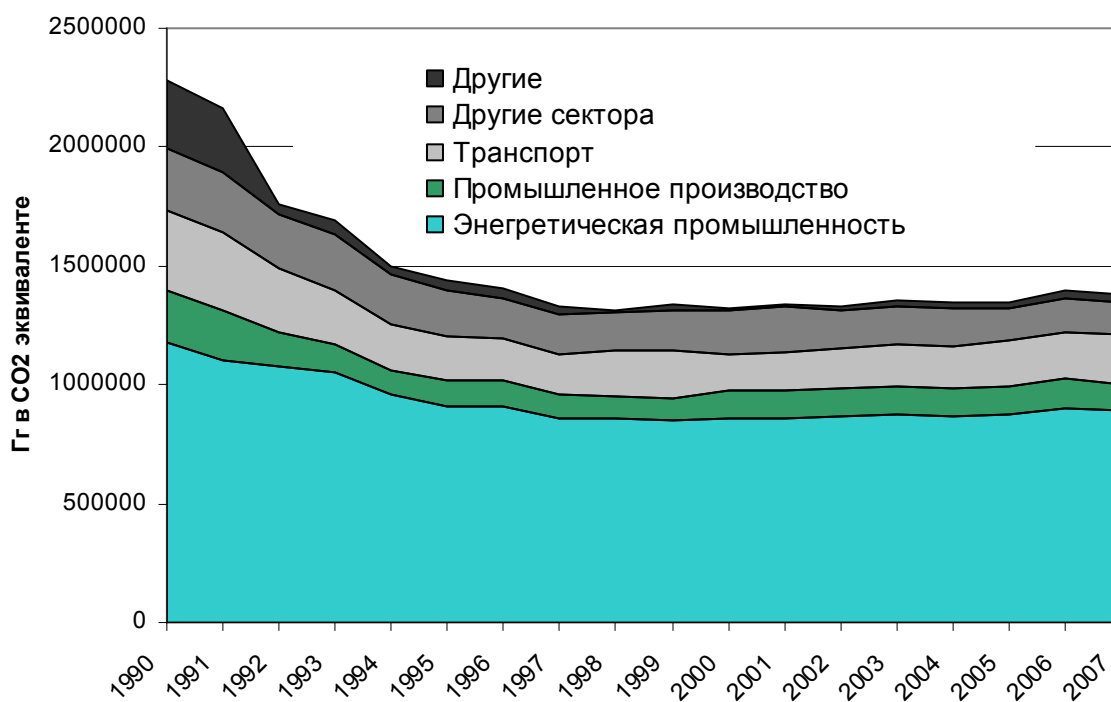


Рис. 3.6. Выбросы парниковых газов при сжигании топлива по категориям источников (Гг в CO_2 эквиваленте)

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. 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 отечественных топлив и рассчитаны по формуле:

$$C (\text{ед./ТДж}) = 29.3 * C_{\text{ice}} (\text{ед./т.у.т}),$$

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.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).

Временной ряд суммарных выбросов парниковых газов в эквиваленте CO₂ при сжигании топлива с указанием выбросов по основным категориям источников представлен в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Эмиссия парниковых газов в эквиваленте CO₂ при сжигании топлива по категориям источников, Гт

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Всего																	
2.28	2.16	1.76	1.69	1.50	1.44	1.41	1.33	1.32	1.34	1.32	1.34	1.33	1.36	1.35	1.35	1.39	1.38
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	0.89
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	0.11
Транспорт																	
0.34	0.33	0.27	0.23	0.20	0.19	0.18	0.16	0.19	0.19	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21
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	0.14
Другие																	
0.28	0.27	0.03	0.06	0.03	0.04	0.04	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03

3.2.3.1 Энергетическая промышленность (1.А1)

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.А.1. «Энергетическая промышленность» в 2007 году составила 886483.5546 Гг CO₂ из них 99,73 % приходится на выбросы CO₂. Выбросы от сжигания топлива для энергетических целей определяет 64,5 % выбросов CO₂ от всего сжигания топлива.

Временной тренд выбросов CO₂ 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.

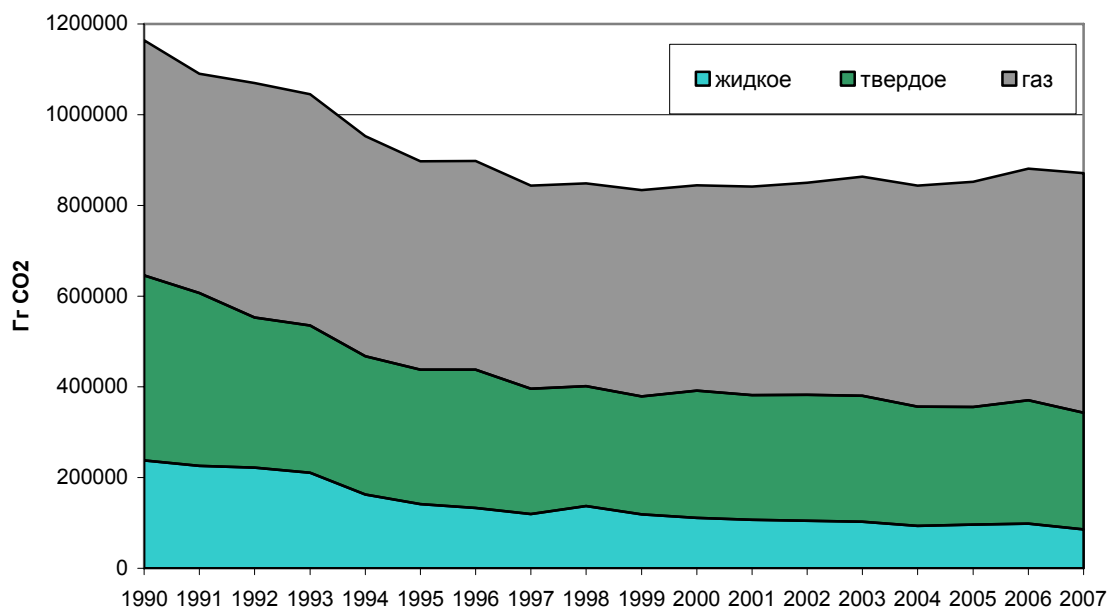


Рис. 3.7. Выбросы CO₂ при сжигании топлива в энергетической промышленности, Гг CO₂

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.A.1. Энергетическая промышленность. Поэтому при оценке выбросов за 2005 - 2007 года отдельно рассчитаны выбросы от подкатегорий 1.a. – Основные производители электро- и теплоэнергии, 1.b. – Сжигание топлива при перегонке нефти, 1.c. – 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 2007 году незначительно изменилось, по сравнению с предыдущими годами. Основной вклад (91,6 %) в выбросы углекислого газа в категории 1.A.1. «Энергетическая промышленность» вносит сжигание топлива при производстве тепло- и электроэнергии (рис. 3.8). Подкатегория 1.b. – «Сжигание топлива при перегонке нефти» вносит как и в прошлом году около 4 % в выбросы CO₂, а вклад подкатегории 1.c. – «Производство твердых топлив и другие энергетические отрасли» увеличился до 4,3 %.

Для оценки эмиссии CO₂ 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.

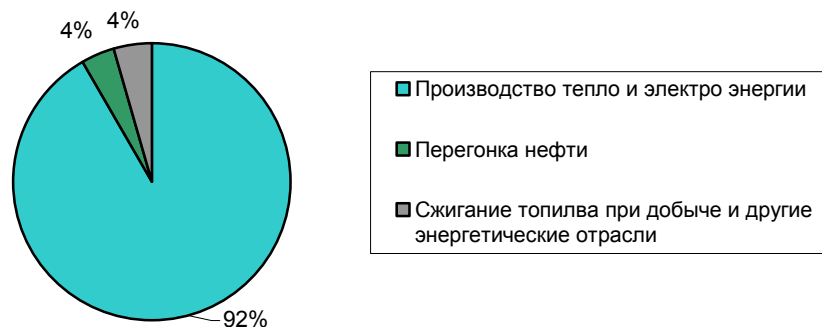


Рис. 3.8. Вклад подкатегорий 1.A.1.a, 1.A.1.b, 1.A.1.c в выбросы CO₂ при сжигании топлива в энергетической промышленности в 2007 г.

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 CO₂ 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 CO₂ для энергетической промышленности представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.9

Специфичные для страны значения коэффициента эмиссии CO₂ при сжигании топлива на ТЭС России (РАО «ЕЭС России», 1999)

Топливо	Коэффициент эмиссии	
	т CO ₂ / 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 CO₂
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

Для оценки выбросов CO₂ 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 2007 году по сравнению с 1990 годом, при этом потребление жидкого и твердого топлива сократилось, соответственно, на 61,5 и 22,1 %. По сравнению с 2006 годом произошло незначительное уменьшение потребления жидкого и газообразного топлива и увеличение потребления твердого топлива.

Таблица 3.11

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Всего	100.0	93.7	91.7	89.7	81.9	77.5	77.2	72.8	73.3
Жидкое топливо	100.0	94.8	93.4	88.5	68.4	59.6	55.8	50.3	57.7
Твердое топливо	100.0	93.4	81.0	79.6	74.7	72.6	74.7	67.8	64.8
Газ	100.0	93.4	99.8	98.3	93.5	88.6	88.8	86.4	86.2
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Всего	72.3	73.3	73.2	74.0	74.8	73.5	74.3	82.1	82.5
Жидкое топливо	50.0	46.7	44.8	43.9	43.1	39.3	40.4	43.6	38.5
Твердое топливо	63.8	68.7	67.5	68.3	68.1	64.4	63.6	71.4	77.9
Газ	87.7	87.3	88.6	90.0	93.2	94.0	95.8	105.5	102.0

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 подсектора в 2007 году составила 113577.28 Гг CO₂ эквивалента из них 99,61 % приходится на выбросы CO₂. Выбросы от сжигания топлива в промышленности определяют 8,3 % выбросов углекислого газа от всего сжигания топлива. Временной тренд выбросов от сжигания топлива в промышленности приведен на рисунке 3.9.

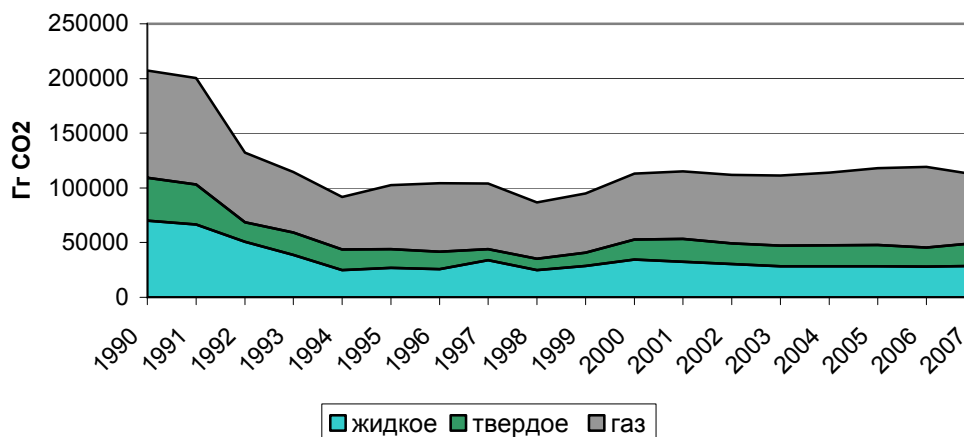


Рис. 3.9. Выбросы CO₂ при сжигании топлива в промышленности в 1990 – 2007 гг., Гг.

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 - 2007 годы 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.

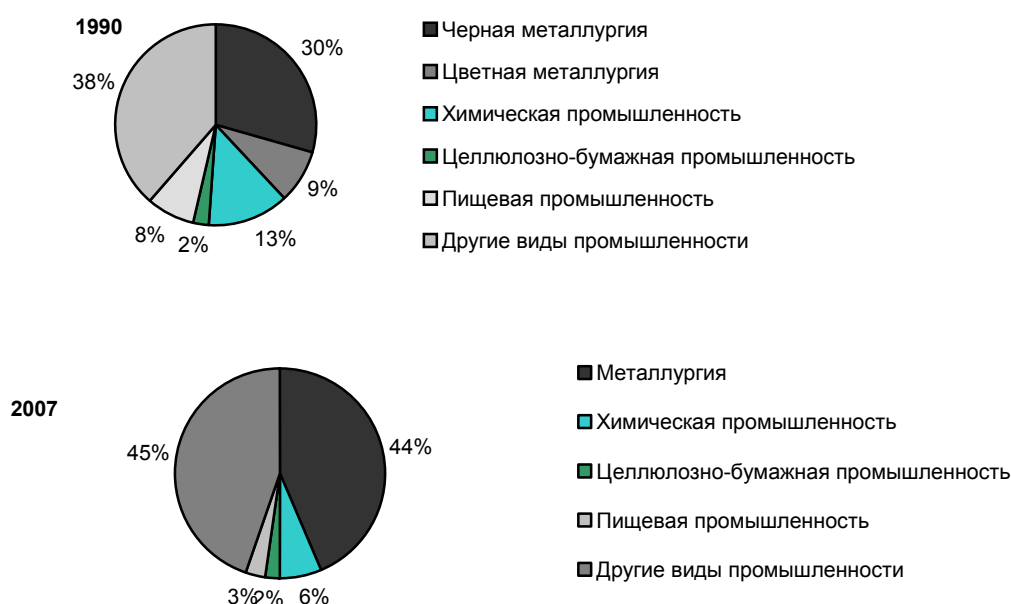


Рис. 3.10. Вклад различных промышленных производств в суммарный выброс CO_2 в категории 1.A.2. «Промышленное производство и строительство» в 1990 и 2007 годах

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 2007 год в процентах к 1990 году.

Таблица 3.12

Сжигание топлива в промышленности за период 1990-2007 гг. в % к 1990 г.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Всего	100.0	97.2	60.6	51.8	42.7	47.8	49.8	49.7	41.4
Жидкое топливо	100.0	94.9	63.9	46.4	29.7	32.0	32.7	43.9	32.2
Твердое топливо	100.0	93.4	43.3	50.9	47.6	39.2	38.9	26.6	23.8
Газ	100.0	99.5	65.0	56.6	49.5	60.0	63.9	61.3	53.0
Другие топлива	100.0	98.0	57.4	31.6	25.3	35.4	25.1	25.1	17.7
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Всего	44.9	54.6	55.4	54.3	54.5	56.9	59.1	61.4	90.4
Жидкое топливо	38.0	46.4	42.8	40.1	38.4	40.9	40.9	43.0	65.0
Твердое топливо	27.4	51.1	58.6	53.9	53.8	54.0	56.4	51.5	125.8
Газ	55.4	61.8	63.2	64.0	65.7	68.2	72.0	75.9	98.8
Другие топлива	20.6	20.4	14.6	17.3	4.9	20.5	15.4	18.2	22.8

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 2007 году составил 206450.301 Гг CO₂ эквивалента (из них 99,5 % приходится на выбросы углекислого газа). Эмиссия углекислого газа при сжигании топлива транспортом определяет 14,9 % суммарных выбросов при сжигании топлива. Изменение выбросов углекислого газа от транспортного сектора за период с 1990 по 2007 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.А3.а), дорожного транспорта (1.А3.б), железнодорожного транспорта (1.А3.с), водного транспорта, незадействованного в международных перевозках (1.А3.д), другие виды транспорта (трубопроводный транспорт) (1.А3.е).

При подготовке кадастра выбросов парниковых газов РФ в 2008-2009 гг. специалистами ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН и ОАО «НИИАТ» был проведен тестовый расчет выбросов парниковых газов от автодорожного транспорта с использованием методологии уровней 2 и 3 МГЭИК (МГЭИК, 2000), адаптированных для условий Российской Федерации. Расчеты выполнялись для 2007 г., который был выбран в качестве тестового года. Результаты расчетов и их анализ приведены в Приложении 3.1 к настоящему докладу.

Моторное топливо, используемое в промышленности, коммерческом секторе, населением и в других отраслях экономики, отнесено к сектору 1.А.3 – Транспорт. Весь бензин, используемый в перечисленных отраслях экономики, отнесен при проведении оценок выбросов парниковых газов к подкатегории 1.А.3.а – 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.А.4.а – Коммерческое использование.

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

В кадастре 2009 года был произведен перерасчет авиационного топлива, используемого для внутренней и международной авиации. Подробное описание методики расчета авиационного топлива приведено в подразделе «Выбросы от национальной гражданской авиации».

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 2007 год в процентах к 1990 году.

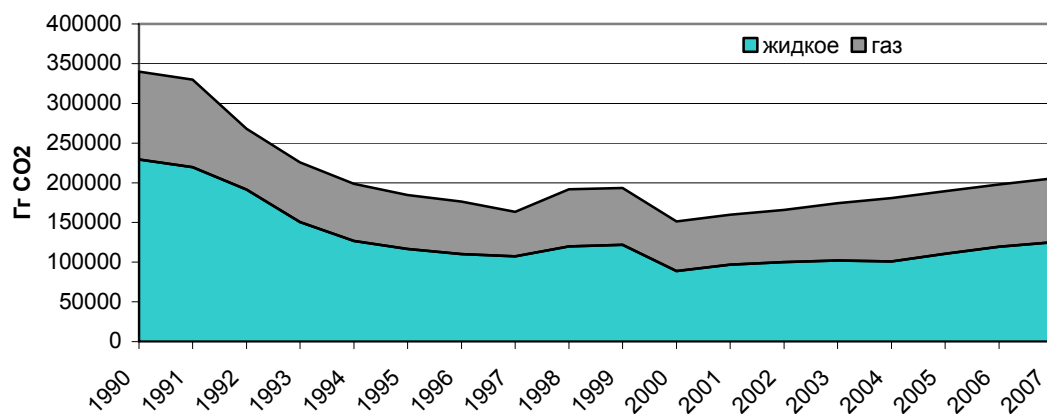


Рис. 3.11. Выбросы CO_2 от транспортного сектора за период с 1990 по 2007 год, Гг

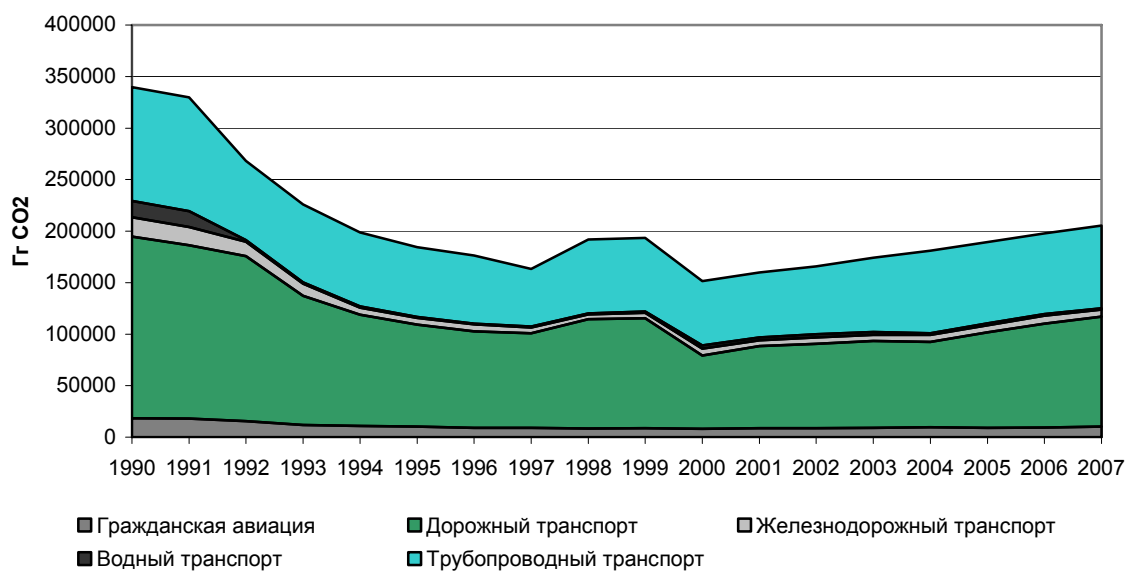


Рис. 3.12. Вклад различных видов транспорта в суммарный выброс CO_2 от категории 1.А.3. «Транспорт» в 1990 и 2007 годах

Таблица 3.13

Сжигание топлива транспортом за период 1991-2007 гг. в % к 1990 г.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Всего	100.0	97.3	78.2	66.8	59.4	55.3	53.0	48.7	57.5
Жидкое топливо	100.0	95.7	83.5	65.9	55.9	51.5	48.7	47.5	52.9
Газ	100.0	99.8	69.6	68.2	65.1	61.5	60.0	50.7	65.1
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Всего	57.9	45.9	48.3	50.1	52.9	55.3	57.4	61.5	79.2
Жидкое топливо	53.8	39.4	42.9	44.3	45.3	44.9	48.8	55.4	66.4
Газ	64.7	56.6	57.0	59.6	65.4	72.4	71.5	71.1	104.4

Выбросы от внутренней гражданской авиации.

В 2007 году совокупная эмиссия CO₂, CH₄ и N₂O от сжигания топлива в гражданской авиации составила 10,4 млн. т (10 419,4 Гг) CO₂-экв., что на 44,7 % ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого в 2007 году приходилось 99,1 % совокупного выброса. Эмиссии метана и закиси азота в 2007 году составили 0,01 % и 0,9 % соответственно.

Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов производился на основе информации об общей массе авиационного топлива, использованного при грузовых и пассажирских авиаперевозках, выполненных в пределах территории Российской Федерации. Величина общей массы использованного топлива была получена расчетным путем по данным о налете самолеточасов Министерства транспорта Российской Федерации и Федеральной авионавигационной службы.

Для определения массы топлива, использованного российскими авиакомпаниями для осуществления авиационных перевозок внутри страны, использовали данные по налету основных типов эксплуатируемых грузовых и пассажирских воздушных судов. Расчеты выполняли по формуле 3.1:

$$FC(t) = \sum_x FT_x(t) \cdot FR_x, \text{ где} \quad (3.1)$$

- FC(t) — масса топлива, потребленного при выполнении авиационных перевозок в году t, т;
FT_x(t) — годовой налет по отдельным типам пассажирских и грузовых воздушных судов x за год t, самолеточасов;
FR_x — средний часовой расход топлива для каждого типа (x) воздушных судов, т • ч⁻¹

Сведения о ежегодном налете по отдельным типам пассажирских и грузовых воздушных судов FT_x(t) за период с 2000 по 2007 годы были предоставлены Федеральной авионавигационной службой России в рамках информационного обеспечения российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов. Они включали рейсы, выполненные российскими перевозчиками по воздушным трассам в пределах территории Российской Федерации. Данные по среднему часовому расходу топлива были предоставлены ФГУП Государственный научно-исследовательский институт Гражданской Авиации. Потребление топлива за отсутствующие годы с 1990 по 1999 г. находили методом экстраполяции, выполненным при помощи анализа динамики внутреннего пассажирооборота с 1990 по 2007 г. и известных данных о потреблении топлива (2000-2007).

Внутренний пассажирооборот и использование топлива при внутренних авиационных перевозках представлены в таблице 3.14.

Расчет выбросов парниковых газов от топлива, использованного российскими авиакомпаниями для перелетов в пределах территории Российской Федерации, выполняли по формуле 3.2 (IPCC, 1997; IPCC, 2000; IPCC, 2006):

$$E_{CO_2, CH_4, N_2O} = FC \cdot CF_{TCE} \cdot CF_{NCV} \cdot EF_{CO_2, CH_4, N_2O}, \quad (3.2)$$

где

- E_{CO₂, CH₄, N₂O} — величина эмиссии CO₂, CH₄, N₂O, 10³ т (Гг);
FC — масса топлива, потребленного при выполнении авиационных перевозок в году t, 10³ т;
CF_{TCE} — коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте (1.47 • 10³ т.с.е. • 10⁻³ • т⁻¹);
CF_{NCV} — коэффициент пересчета в теплотворную способность (0.0293 • ПДж • 10⁻³ • т.с.е.⁻¹);
EF_{CO₂, CH₄, N₂O} — коэффициент эмиссии CH₄, N₂O, 10³ т • ПДж⁻¹

Формула 3.2 соответствует Уровню 1b методологии МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2000; IPCC, 2006), поскольку использует национальные данные, параметры и коэффициенты.

Таблица 3.14

Внутренний пассажирооборот и потребление топлива при выполнении внутренних авиaperевозок

Годы	Пассажирооборот, млн. пас./ км	Потребление топлива, тыс. т
1990	141000	6068,0 ¹
1991	134600	5878,1 ¹
1992	103600	4958,3 ¹
1993	65000	3813,0 ¹
1994	53300	3465,9 ¹
1995	48500	3323,4 ¹
1996	36100	2955,5 ¹
1997	33800	2887,3 ¹
1998	29600	2762,7 ¹
1999	30800	2798,3 ¹
2000	27600	2629,4
2001	31300	2840,2
2002	32500	2891,8
2003	35700	2991,2
2004	39300	3138,0
2005	40000	2990,2
2006	43000	3100,3
2007	49200	3353,8

¹⁾ Получены расчетным путем.

При этом было принято, 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 $1.47 \cdot 10^3 \text{ т.у.т.} \cdot 10^{-3} \cdot \text{т}^{-1}$ и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного $0.0293 \text{ ПДж} \cdot 10^{-3} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$ (Постановление Госкомстата России, 1999). Коэффициенты эмиссии CO₂, CH₄ и N₂O, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при внутренних авиационных перевозках, были взяты из руководства МГЭИК (IPCC, 2006) и приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15

Коэффициенты эмиссии CO₂, CH₄ и N₂O, использованные в расчетах выбросов парниковых газов при внутренних авиационных перевозках

Вид топлива	Коэффициент эмиссии CO ₂ , 10 ³ т • ПДж ⁻¹	Коэффициент эмиссии CH ₄ , 10 ³ т • ПДж ⁻¹	Коэффициент эмиссии N ₂ O, 10 ³ т • ПДж ⁻¹
Авиационный керосин	71500	0.5	2

Эмиссии диоксида углерода, метана и закиси азота от национальной гражданской авиации

Расчетные значения выбросов CO₂, CH₄ и N₂O от национальной гражданской авиации представлены на рисунках 3.13 и 3.14 соответственно.

Как видно из рисунка 3.13, наименьшая величина эмиссии CO_2 наблюдалась в 2000 году, что объясняется сокращением объема внутренних перевозок, а наибольшая – в 1990 году. В 2007 году эмиссия CO_2 уменьшилась на 44,7 % по сравнению с уровнем 1990 года и составила 10,3 млн. т. Тренды выбросов CH_4 и N_2O повторяют тренд выбросов CO_2 . Величины эмиссии метана и закиси азота в 2007 году составили 72,2 и 288,9 т соответственно (рис. 3.14).

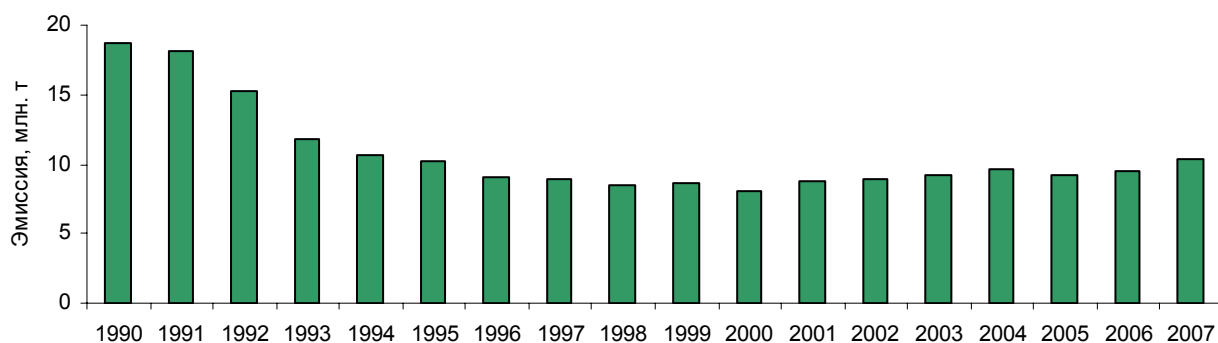


Рис. 3.13. Динамика эмиссии CO_2 от внутренней гражданской авиации

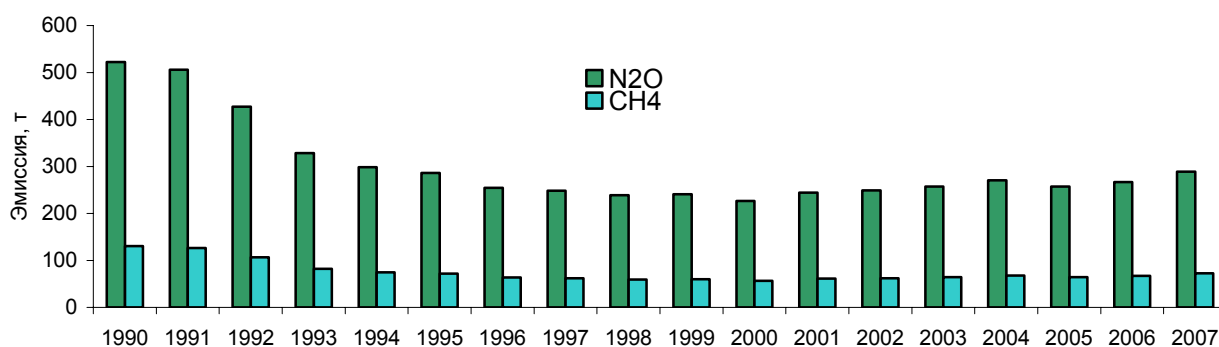


Рис. 3.14. Динамика эмиссии CH_4 и N_2O от внутренней гражданской авиации

Общая динамика трендов выбросов от национальной гражданской авиации обусловлена общим спадом экономической деятельности с 1991 по 2000 гг. включительно и последующим ее ростом с 2001 по 2007 гг. В 2007 г. совокупные выбросы возросли на 27,5% по сравнению с уровнем 2000 года (рис. 3.13 и 3.14).

Оценка точности расчетов

Точность расчетов определяется точностью исходных данных и поправочных коэффициентов.

Количественные характеристики воздушного движения собирались за каждые сутки отдельно для международной и внутренней авиации. Поэтому неопределенность данных о деятельности довольно низка и по нашей экспертной оценке составляет $\pm 7\%$.

Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов 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 CH_4 для уровня 1 может быть от -57 до +100%. Неопределенность коэффициента выбросов N_2O может составлять от -76 до +150% (IPCC, 2006).

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. Независимый расчет выбросов парниковых газов был выполнен специалистами Росгидромета.

В ответ на замечания группы экспертов Секретариата РКИК ООН, высказанные во время углубленного рассмотрения Национального кадастра парниковых газов, были предприняты усилия по сбору данных о деятельности воздушного транспорта. Федеральная аэронавигационная служба предоставила сведения о ежегодном налете по отдельным типам пассажирских и грузовых воздушных судов в международном и внутреннем сообщении. На основании полученных данных был произведен расчет выбросов парниковых газов от национальных авиационных перевозок. В будущем усовершенствование инвентаризации выбросов парниковых газов от воздушного транспорта будет направлено на увеличение охвата парка воздушных судов. Получение более полной и достоверной информации позволит повысить точность расчетов выбросов парниковых газов.

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 2007 году составил 171519.40 Гг CO₂ эквивалента, из них 98,68 % составляют выбросы углекислого газа. Другие сектора экономики определяют 12,3 % суммарных выбросов CO₂ от сжигания топлива.

Динамика суммарных выбросов углекислого газа от секторов 1.A4 и 1.A5 и изменение долевого вклада подкатегорий источников приведены на рисунке 3.15.

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 подкатегории 1.A.4.а – 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.с – 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.

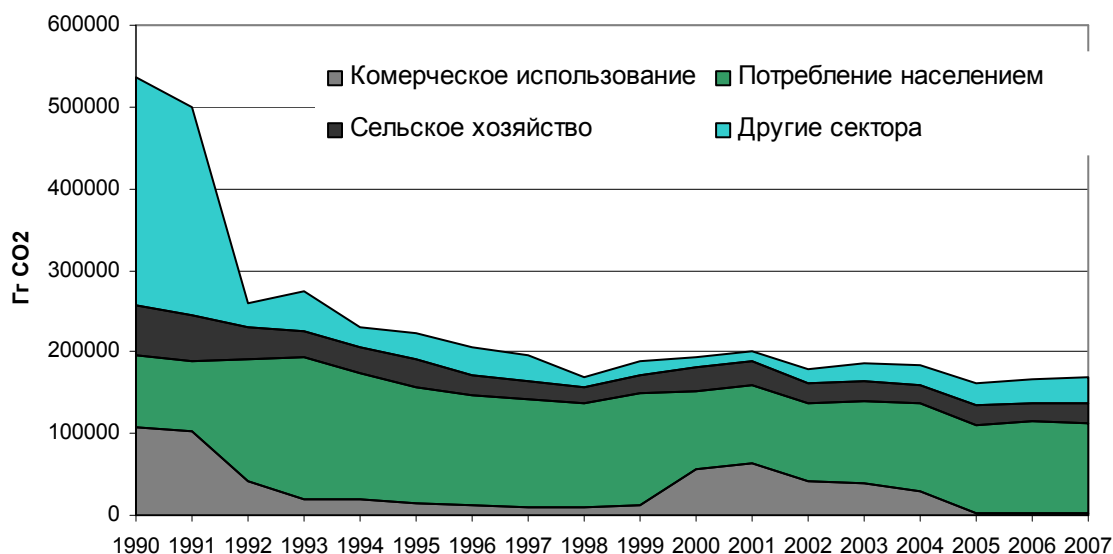


Рис. 3.15. Суммарные выбросы углекислого газа от секторов 1.A4 и 1.A5, Гг CO₂.

1.A.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».

В кадастре 2009 года в связи с уточнением объемов потребления авиационного топлива внутренней и международной авиацией и для предотвращения двойного учета, а также же недоучета выбросов, пересчитаны объемы потребления жидкого топлива в других отраслях экономики. В 1990-1991 годах проведенный перерасчет привел к увеличению потребления топлива в подкатегории 1.A.5 – Другое сжигание топлива, а в период с 2000 по 2007 года – к уменьшению этого значения. Подробное описание проведенных перерасчетов приведено в части 3.2.3.6 «Обеспечение и контроль качества, перерасчеты и планируемые усовершенствования».

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 3.16 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в других секторах за период с 1990 по 2007 год.

3.2.3.5 Оценка выбросов других газов, кроме CO₂

Оценка выбросов других, кроме CO₂ газов проводилась с использованием метода 1-го уровня по секторам промышленности. Выбросы прочих парниковых газов – метана (CH₄) и диоксида азота (N₂O), а так же косвенных парниковых газов – окислов азота (NO_x), 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 CO₂ 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).

Таблица 3.16

*Сжигание топлива в других секторах (категории 1.A4 и 1.A5)
за период 1991-2007 гг. в % к 1990 г.*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Всего	100.0	94.9	49.1	52.6	43.8	42.8	39.5	37.9	31.8
Жидкое топливо	100.0	94.7	26.7	25.3	20.1	23.4	22.2	21.6	11.9
Твердое топливо	100.0	93.4	38.4	37.1	26.3	25.7	18.9	18.0	16.8
Газ	100.0	99.8	189.3	228.5	207.3	183.7	178.9	170.6	169.4
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Всего	35.8	35.9	37.4	33.4	34.7	34.3	30.3	32.8	64.2
Жидкое топливо	16.5	16.8	17.7	14.5	14.6	16.7	14.4	15.2	55.2
Твердое топливо	20.0	21.4	22.5	15.5	15.1	14.2	11.5	12.9	25.3
Газ	172.6	168.2	174.2	172.6	184.5	173.1	157.4	163.6	90.1

Расчеты выбросов других кроме CO₂ газов для 2007 в соответствие с рекомендацией группы экспертов по проверке кадастра проведены с разделением на подкатегории источников. В 2007 году рассчитаны отдельно выбросы метана и закиси азота для каждого вида топлива в дорожном транспорте, а так же разделены во всех подкатегориях источников выбросы CH₄ и N₂O от сжигания биомассы и отходов.

Коэффициент выбросов для иных кроме CO₂ газов значительно зависит от используемой технологии сжигания. При применении уровня 1 использовались коэффициенты выбросов прочих парниковых газов CH₄ и N₂O приведенные по умолчанию отдельно для каждой категории источников в Руководящих принципах МГЭИК.

В целом для подсектора 1.A. «Сжигание топлива» выбросы CH₄ и N₂O в 2007 году составляют всего 0,44 % суммарного выброса парниковых газов. В 1990 году доля выбросов прочих парниковых газов при сжигании топлива составляла 0,77 %. На рисунке 3.16 показан временной тренд выбросов CH₄ и N₂O при сжигании топлива, а на рисунке 3.17 вклад различных категорий источников в суммарные выбросы метана и закиси азота в 2007 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.

В 2007 году распределение выбросов метана между категориями источников достаточно равномерное, при этом основные выбросы метана в подсекторе 1.A. были обусловлены сжиганием топлива населением, в других, не учтенных ранее, отраслях экономики, на транспорте и в энергетической отрасли. Эмиссия N₂O на 65 % обусловлена сжиганием топлива в энергетической отрасли, значительный вклад вносит так же транспорт.

Временное изменение выбросов косвенных парниковых газов представлено на рисунке 3.18. Основной вклад в выбросы окислов азота вносит сжигание топлива в энергетической отрасли (54%) и на транспорте (29%). Выбросы оксида углерода и летучих неметановых органических соединений в подсекторе 1.A., соответственно, на 84% и 87% обусловлены сжиганием топлива на транспорте (рис. 3.19). При этом более 98% выбросов как CO, так и ЛНОС, от категории транспорт обусловлено сжиганием топлива дорожным транспортом.

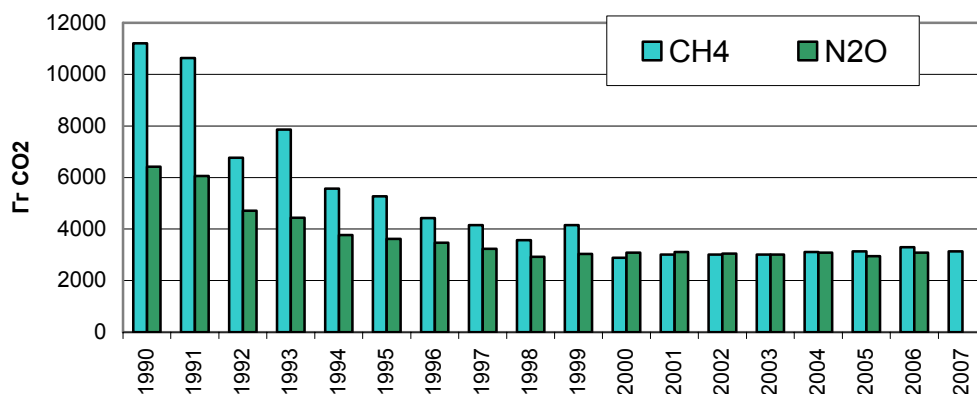


Рис. 3.16. Временной тренд выбросов CH_4 и N_2O при сжигании топлива

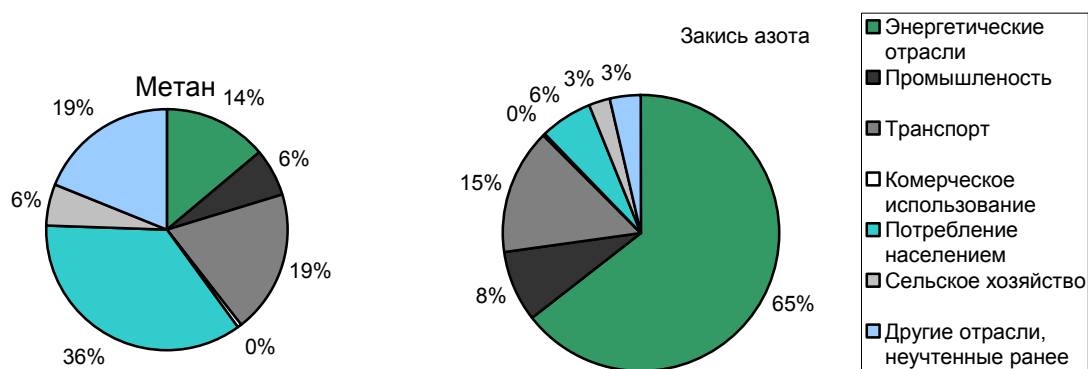


Рис. 3.17. Вклад различных категорий источников в выбросы метана и закиси азота от сжигания топлива в 2007 году

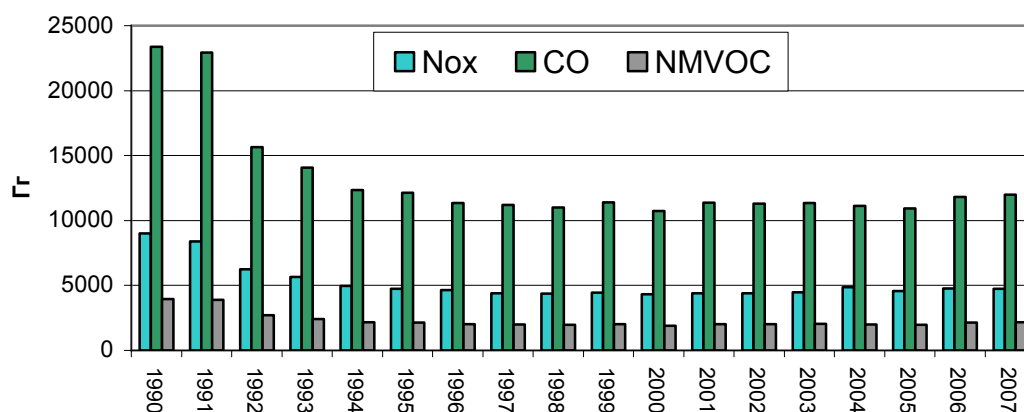


Рис. 3.18. Временной тренд выбросов газов с косвенным парниковым эффектом при сжигании топлива

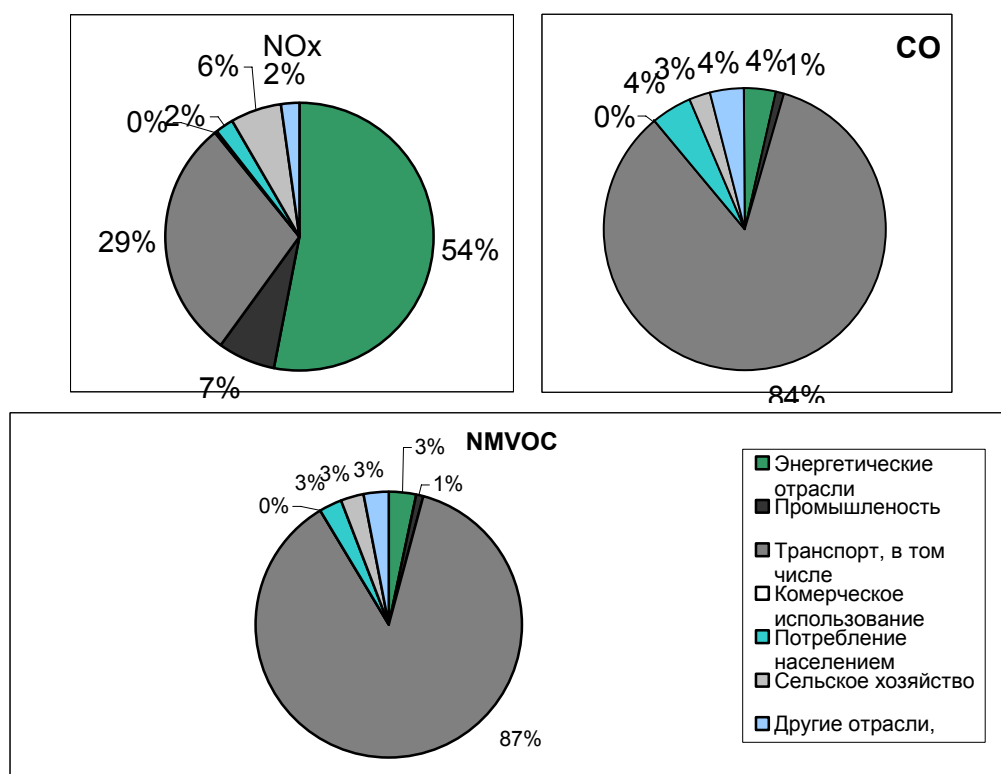


Рис. 3.19. Вклад различных категорий источников в выбросы газов с косвенным парниковым эффектом от сжигания топлива в 2007 году

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 проверки кадастров парниковых газов.

Перерасчеты, проведенные в кадастре 2009 при расчете с использованием секторного подхода, связаны в основном с изменением подходов к определению потребления авиационного керосина гражданской авиацией. В кадастре 2008 года в качестве исходных данных использовалась информация, представленная в топливно-энергетическом балансе, а так же данные представляемые РФ в Международное энергетическое агентство (МЭА). В связи с неоднородностью используемых исходных данных объем потребления авиационного топлива мог в 20 раз изменяться от года к году. В кадастре 2009 года применена унифицированная методика определения объема потребления авиационного топлива для всего временного ряда, основанная на данных о пассажирообороте и удельном потреблении топлива при внутренних авиационных перевозках. Подробное описание используемой методики приведено в разделе 3.2.3.3 Транспорт (1.А3). Проведенные уточнения данных о потреблении авиационного топлива, привели к значительному изменению объемов выбросов парниковых газов от подкатегории – Гражданская авиация. В период с 1990 по 1999 годы проведенные пересчеты привели к значительному сокращению объемов потребления авиационного топлива и, соответственно, выбросов CO₂ на 48-63%. После 2000 года проведенные перерасчеты привели, наоборот, к значительному увеличению расчетного

потребления авиационного топлива внутренней гражданской авиацией и, соответственно, увеличению выбросов CO₂ в 2-7 раз по сравнению с данными, приведенными в кадастр 2008 года.

Для исключения двойного учета или недоучета выбросов, полученная в результате перерасчета разница в потребление авиационного топлива в гражданской авиации для каждого года, была учтена в расчете выбросов от жидкого топлива в подсекторе 1.A.5 – другие виды сжигания топлива, не учтенные ранее. Поэтому, суммарные изменения потребления топлива, а так же выбросов парниковых газов, полученные для всего временного ряда в результате перерасчета потребления авиационного топлива внутренней гражданской авиацией, не превышают 1,2%.

В соответствии с замечаниями и предложениями Группы углубленного рассмотрения кадастра парниковых газов, планировалась реализация методов Уровня 2 и 3 для ключевых источников. В частности, 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. Расчет выбросов парниковых газов от подкатегории Дорожный транспорт был проведен для 2007 года с использованием Уровня 3 и национальных удельных коэффициентов выбросов по пройденному расстоянию. Расчеты приведены в приложении 3.1. В настоящее время, полученные результаты не используются в кадастре 2009 года, так как разработанный метод оценки выбросов по уровню 3 требует дополнительной апробации и усовершенствования. Кроме того, в настоящее время отсутствуют необходимые исходные данные для проведения аналогичных расчетов для всего временного ряда.

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.B)

3.3.1 Обзор раздела

В разделе «Выбросы от утечек и испарения топлив» приведены оценки выбросов парниковых газов (CO₂, CH₄ и N₂O) и предшественников озона (NO_x, CO, NMVOC и SO₂), образующихся при добыче и последующем использовании твердых (уголь), жидких (нефть и газовый конденсат) и газообразных (природный и попутный нефтяной газы) топлив с 1990 по 2007 гг. включительно. Динамика эмиссии парниковых газов приведена на рисунке 3.20. Как видно из рисунка 3.20, к 1997 году выбросы парниковых газов снизились на 25,8 % по сравнению с уровнем 1990 года, после чего наблюдается их рост. В 2007 году совокупная эмиссия CO₂, CH₄ и N₂O составила 404,8 млн. т (404 845,7 Гг) CO₂-экв., что на 4,7 % ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает метан, на долю которого в 2007 году приходилось 91,2 % совокупного выброса. Эмиссии диоксида углерода и закиси азота в 2007 году составили 8,8 % 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.B.1) и добыча, переработка и транспортировка нефти, газового конденсата и природного газа (подраздел 1.B.2). Динамика выбросов парниковых газов от вышеупомянутых категорий источников приведена на рисунке 3.21.

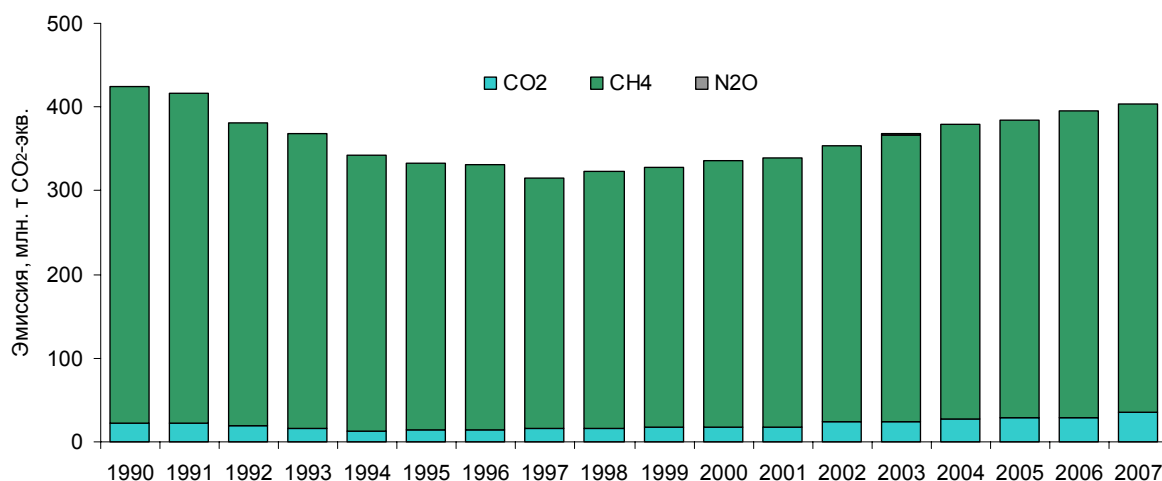


Рис. 3.20. Динамика эмиссии парниковых газов от утечек и испарения топлив

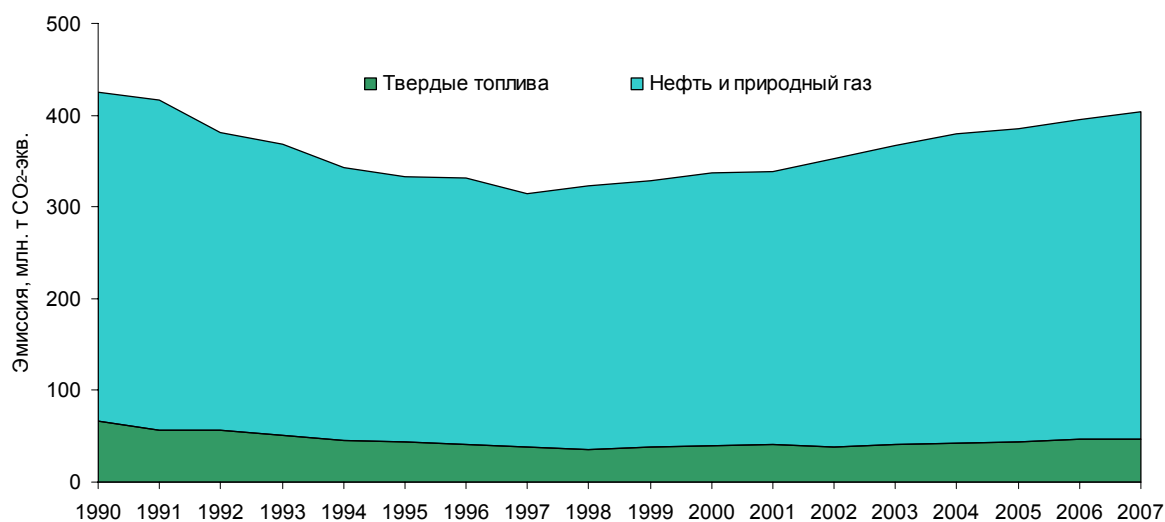


Рис. 3.21. Совокупная эквивалентная эмиссия парниковых газов при добыче и переработке твердого топлива, а также добыче, переработке и транспортировке нефти, газового конденсата и природного газа

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 99,9 % от уровня 1990 года в 2007 году. Выбросы от добычи твердых топлив сократились на 47,3 % в 1998 году, но с 1999 года также проявляют устойчивую тенденцию к росту. В 2007 году величина эмиссии от добычи твердых топлив составила 70,7 % от уровня 1990 года. Эмиссия предшественников озона (NO_x , CO, NMVOC и SO_2) связана в основном с нефтегазовой отраслью (рис. 3.22).

Как следует из рисунка 3.22, в нефтегазовой отрасли наиболее значимы выбросы диоксида серы и летучих органических соединений неметанового ряда (НМЛОС). Их величины достигали наибольших значений в 1990 году. В 2007 г. выбросы этих веществ были на 23,2 % ниже по сравнению с уровнем 1990 года.

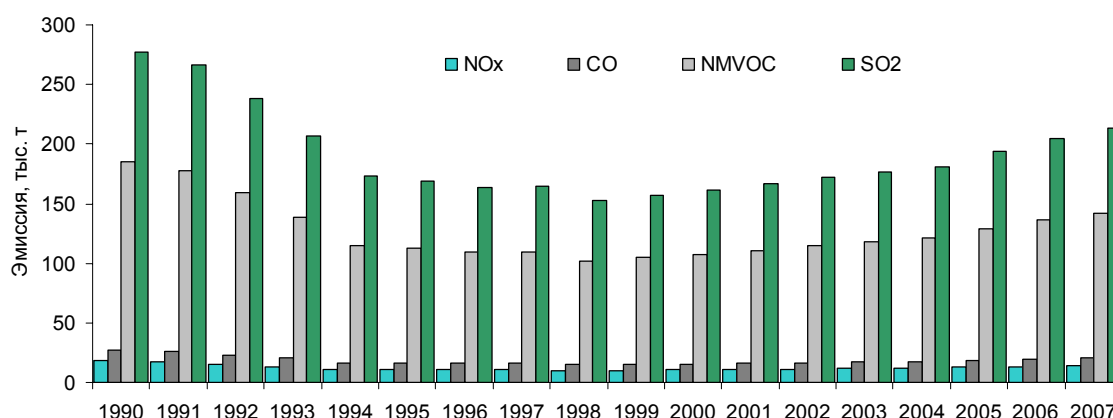


Рис. 3.22. Динамика выбросов предшественников озона

3.3.2 Выбросы от твердых топлив: добыча угля (1.В.1.А)²⁰

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 26 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, 2007; Российский статистический ежегодник, 2008). Для повышения точности расчета эмиссии 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 3.17.

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. Динамика общего выброса CH_4 от угледобычи показана на рисунке 3.23.

В 2007 г. совокупная эмиссия CH_4 от добычи угля составила 2,3 млн. т (2 263,2 Гг), что на 29,3 % ниже, чем в 1990 году (рис. 3.23). Добыча угля подземным способом определяет общую тенденцию выбросов метана от твердых топлив – ее вклад в совокупную эмиссию составляет в среднем 64,3 %.

²⁰ Раздел подготовлен на основе материалов, предоставленных Институтом угля и углехимии СО РАН (<http://www.kemsc.ru/ICC>)

Таблица 3.17

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. 3.23. Выбросы метана от добычи угля в Российской Федерации в 1990-2007 гг.

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 3.18 (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007; Российский статистический ежегодник, 2008).

В 1998 г. добыча угля подземным способом снизилась на 53,2% по сравнению с 1990 г., после чего наметился ее устойчивый рост. В 2007 г. объем добычи угля подземным способом составил 61,5% от уровня 1990 года. Большая часть подземной добычи приходится на угольные бассейны севера Европейской территории страны и Западной Сибири.

Методологические вопросы

Расчет эмиссии CH_4 при добыче угля подземным способом производили по формуле 3.3, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006):

$$E_{\text{CH}_4} = \sum (AD_r \bullet EF_{\text{CS}} \bullet CF_{\text{CH}_4}), \text{ где} \quad (3.3)$$

E_{CH_4} — величина эмиссии CH_4 , Гг;

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

EF_{CS} — коэффициент эмиссии CH_4 в зависимости от региона добычи, $\text{м}^3 \cdot \text{т}^{-1}$;

CF_{CH_4} — коэффициент пересчета объемных долей 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 3.3 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 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 CH_4 в горные выработки. Количество метана, выделяющегося в подземные выработки, характеризуется термином метанообильность. Абсолютная метанообильность представляет собой дебит 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 3.18

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	2007
Объем добычи	89	90	95	88	94	100	103	109	108

Для каждого из регионов, приведенных в таблице 3.17, 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 3.19.

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 3.20.

Как видно из таблицы 3.20, в 2005 году объемы утилизации метана возросли в 2,2 раза по сравнению с уровнем 1990 года. Однако в 2006—2007 гг. они упали ниже уровня 1990 года. Расчетные значения эмиссии метана при добыче подземным способом корректировались на величины его утилизации, приведенные в таблице 3.20.

Выбросы метана при добыче угля подземным способом

Расчетные значения эмиссии CH_4 при добыче угля подземным способом приведены на рисунке 3.24. Как видно из рисунка 3.24, 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 1,4 млн. т. (1 379,4 Гг) в 2007 году (61,0 % от уровня 1990 года). Основными факторами, определяющими интенсивность эмиссии метана, являются изменения в интенсивности добычи угля (табл. 3.18) и утилизация удаляемого из шахт метана, которая в последние годы существенно возросла (табл. 3.20).

Таблица 3.19

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

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

Таблица 3.20

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	2007
Объем утилизации	20,66	21,38	23,74 ⁽¹⁾	28,48 ⁽¹⁾	35,47 ⁽¹⁾	44,55 ⁽¹⁾	55,57	24,12	24,12

⁽¹⁾ Данные 2001-2004 гг. получены на основе кубической интерполяции

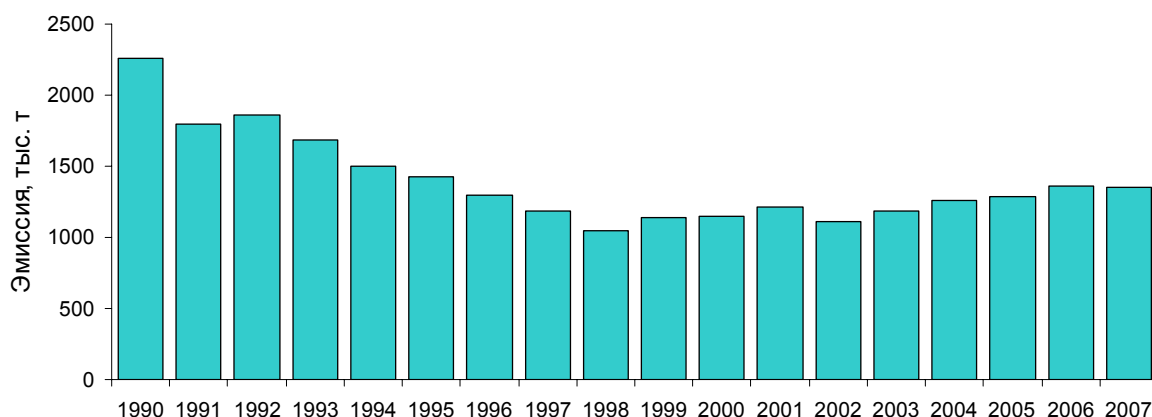


Рис. 3.24. Выбросы метана при добыче угля подземным способом

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

Описание категории источников

В этом разделе приводятся оценки выбросов CH_4 , высвободившегося при транспортировке по поверхности к месту переработки угля, добытого подземным способом.

Методологические вопросы

Расчеты CH_4 , высвободившегося при транспортировке по поверхности к месту переработки угля, добытого подземным способом, производили по формуле 3.3, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006). Величины коэффициентов эмиссии метана (EF_{CS}) для отдельных территориально-географических регионов приведены в таблице 3.21. При их расчете, наряду с известными данными метаносности пластов учитывалась и доля выделившегося 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 CH_4 при последующем обращении с углем, добытым подземным способом приведены на рисунке 3.25.

Доля эмиссии от последующих операций не превышает 1 % выбросов шахтного метана. Как видно из рисунка 3.25, выбросы были минимальными в 1998 году, после чего несколько возросли. Основным фактором, определяющим интенсивность эмиссии, является добыча угля (табл. 3.18).

Таблица 3.21

Коэффициенты эмиссии CH_4 при последующем обращении с углем, добытым подземным способом (EF_{CS})

Территориально-географический регион	Величина EF_{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

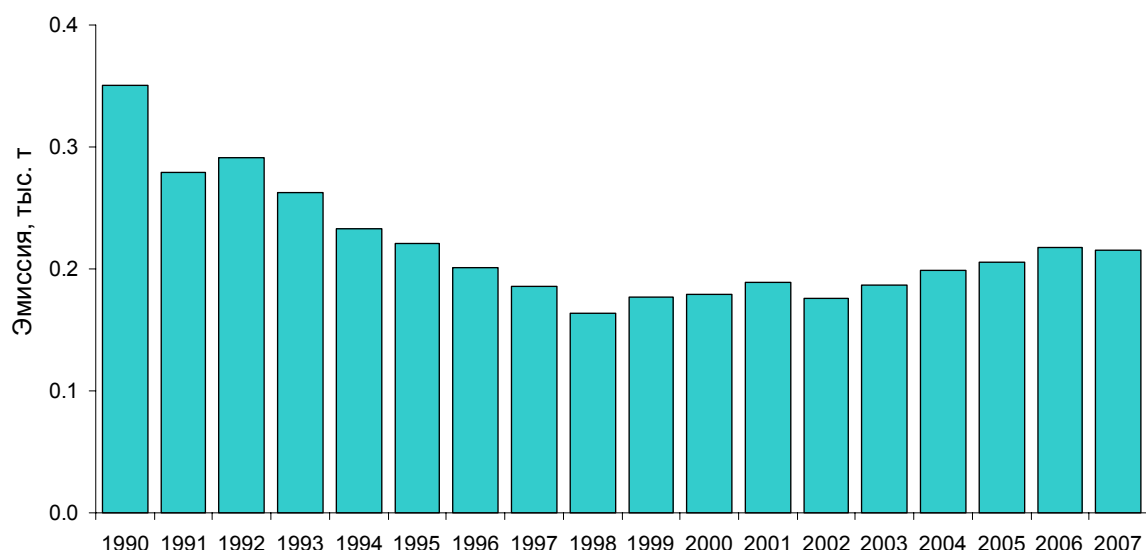


Рис. 3.25. Выбросы CH₄ от последующего обращения с углем, добытым подземным способом

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 3.22 (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007; Российский статистический ежегодник, 2008).

Таблица 3.22

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	2007
Объем добычи	161	168	175	168	183	182	195	201	206

Сопоставление данных таблиц 3.18 и 3.22 указывает на преобладание открытого способа добычи угля над подземным. Так, в 1990 году объем добычи угля открытым способом составил 56 %, а в 2007 г. – 65,5 % общей угледобычи в Российской Федерации (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2007; Российский статистический ежегодник, 2008). В 1998 г. добыча сократилась на 31,9 % по сравнению с 1990 годом, но с 1999 года она стала расти. В 2007 г. объем открытой добычи угля составил уже 93,7 % от уровня 1990 года.

Методологические вопросы

Десорбционные свойства угольных пластов, залегающих вблизи поверхности и, соответственно, разрабатываемых открытым способом изучены недостаточно. Поэтому их метаносность 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_4 высвободившегося при добыче угля открытым способом, выполнялись по формуле 3.3, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006). Величины коэффициентов эмиссии метана (EF_{CS}) для отдельных территориально-географических регионов приведены в таблице 3.23. 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_4 при добыче открытым способом приведены на рисунке 3.26.

Как видно из рисунка 3.26, после 1990 г. имело место падение выбросов метана в связи с сокращением добычи угля. Минимальная величина эмиссии 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 2007 г. эмиссия CH_4 составила 883,6 тыс. т (Гг), или 94,1 % 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 3.23

Коэффициенты эмиссии 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

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 CH_4 . Неопределенность $\pm 50\%$ принята для оценок выбросов при последующем обращении с углем (табл. 3.24).

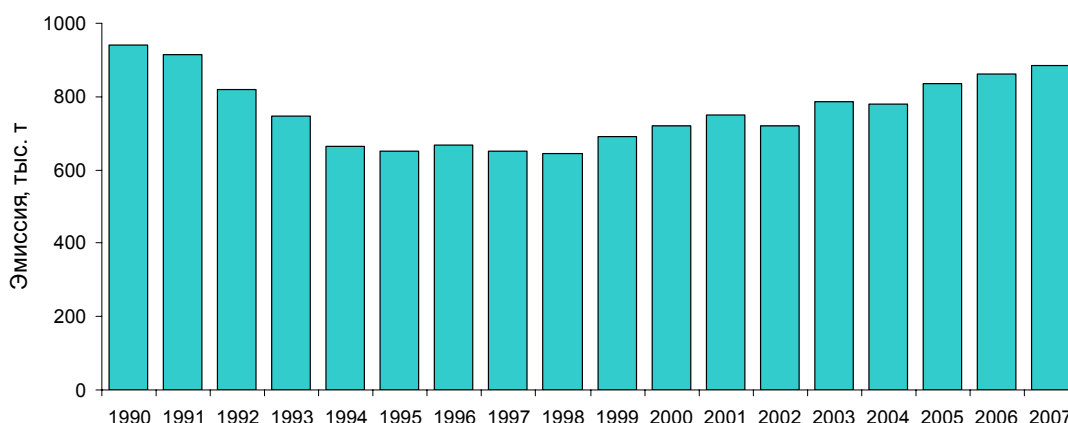


Рис. 3.26. Выбросы CH_4 от добычи угля открытым способом

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 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, Минэнерго и Института угля и углехимии СО РАН, куда кадастр был направлен для рецензирования.

В связи с уточнением данных об утилизации метана на шахтах Печорского угольного бассейна в 2006 и 2007 гг., был произведен перерасчет выбросов метана при добыче угля подземным способом в 2006 году. Результаты перерасчета внесены в таблицы Общей формы доклада, а их причины соответствующим образом объяснены.

Планируемые усовершенствования связаны с замечаниями, высказанными группой экспертов во время углубленных рассмотрений национальных кадастров парниковых газов 2006, 2007 и 2008 гг. Приоритетными направлениями усовершенствований являются улучшение сбора данных о добыче угля по отдельным регионам Российской Федерации и уточнение региональных коэффициентов 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.B.2)

Нефтегазовый комплекс составляет основу энергоснабжения Российской Федерации, обеспечивая две трети общего потребления первичных энергоресурсов. В настоящем разделе приведены оценки выбросов парниковых газов CO_2 , CH_4 и N_2O и предшественников озона NO_x , CO , NMVOC и 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 3.25.

Совокупная эмиссия в эквиваленте CO_2 и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых нефтегазовой отраслью страны приведены на рисунке 3.27. Величины выбросов предшественников озона и их временная динамика приведены на рисунке 3.22.

Как следует из рисунка, в компонентном составе выбросов парниковых газов от нефтегазовой отрасли преобладает метан – его вклад в эмиссию составляет в среднем 93,5 %.

Наименьшие значения совокупной эмиссии парниковых газов от нефтегазовой отрасли были в 1997 г. – 276,4 млн. т CO₂-экв., что на 22,7 % ниже уровня 1990 года. В 2007 г. выбросы уже составили 357,3 млн. т CO₂-экв. (357 319,3 Гг CO₂-экв.), или 99,9 % уровня 1990 года. Распределение профиля выбросов парниковых газов по основным направлениям деятельности в отрасли приведено на рисунке 3.28, из которого видно, что основные выбросы парниковых газов связаны с операциями с природным газом (84,5 % общего выброса нефтегазовой отрасли).

Таблица 3.24

Неопределенность оценки эмиссии метана в угольной промышленности РФ

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

Таблица 3.25

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

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

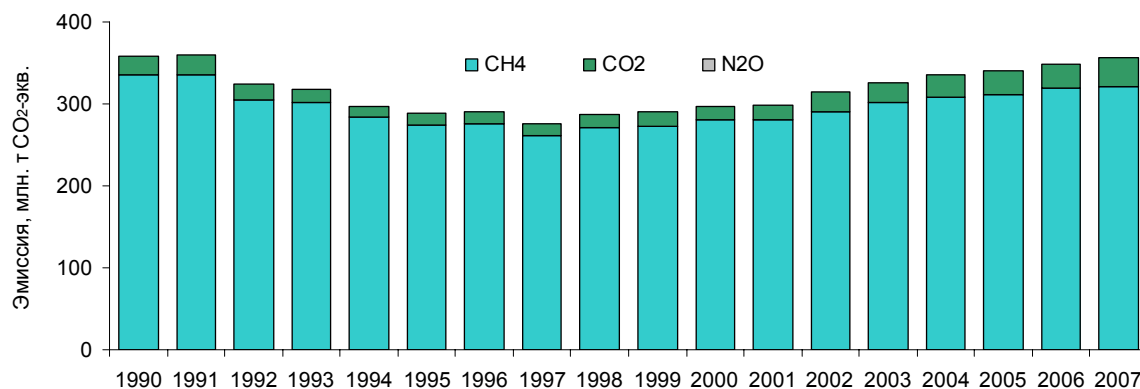


Рис. 3.27. Совокупная эмиссия и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых нефтегазовой отраслью Российской Федерации

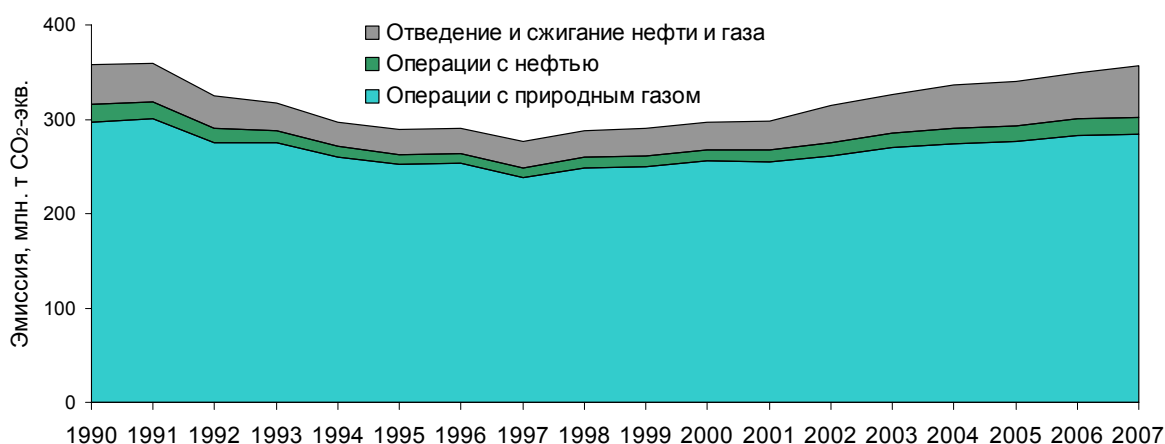


Рис. 3.28. Динамика выбросов нефтегазовой отрасли Российской Федерации

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

Описание категории источников

В настоящем разделе приводятся оценки эмиссии CO_2 , CH_4 при обслуживании действующих нефтяных скважин, добыче, транспортировке, первичной переработке и хранении нефти, а также выбросы предшественников озона NO_x , CO , NMVOC и SO_2 в связи с переработкой нефти. В разделе также приведены оценки эмиссии метана при добыче газового конденсата. В таблице 3.26 представлены основные показатели хозяйственно-экономической деятельности нефтяной отрасли страны, взятые из данных государственной статистической отчетности и Международного энергетического агентства (Российский статистический ежегодник, 2007; Российский статистический ежегодник, 2008; IEA, 2005 и др.).

Как видно из таблицы 3.26, в 1996–1998 гг. объемы добычи и транспортировки нефти были наименьшими за период с 1990 по 2007 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 3.26 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов.

Таблица 3.26

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
2007	473,5	17,4	10,2	461,8	229

Методологические вопросы

Эмиссию при обслуживании действующих скважин рассчитывали по формуле 3.4 (IPCC, 2000):

$$E_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}} = AD \bullet EF_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}, \text{ где} \quad (3.4)$$

$E_{\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$ — 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.⁻¹

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 CO_2 и CH_4 при добыче и транспортировке нефти, а также выбросы CO_2, CH_4 и N_2O при продувке нефтяных скважин рассчитывалась по формуле 3.5 (IPCC, 2000):

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

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

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

ρ — средневзвешенная плотность добываемой нефти, т • м⁻³

$EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$ — коэффициент эмиссии, Гг • м⁻³ • 10⁻³

Выбросы CH_4 от добычи газового конденсата, переработки и хранения нефти выполняли по формуле 3.6 (IPCC, 1997). При этом предполагалось, что вся нефть, прошедшая переработку, впоследствии хранится и, соответственно, является источником эмиссии:

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

E_{CH_4} — величина эмиссии CH_4 , 10⁻³ т;

AD — данные о деятельности (объем добычи или переработки), млн. т (10⁶ т);

CF_{NCV} — коэффициент пересчета в теплотворную способность (NCV), Т Дж • 10⁻³ т⁻¹

EF_{CH_4} — коэффициент эмиссии CH_4 , 10⁻³ т • ПДж⁻¹

Расчеты выполнялись последовательно, что исключало двойной счет выбросов. По мнению Российской стороны, расчетные формулы 3.4-3.6 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 теплотворную способность осуществляли с использованием значений коэффициента CF_{NCV} 41,909 ТДж • тыс.т⁻¹ для газового конденсата и 41,899 ТДж • тыс.т⁻¹ для сырой нефти (Таблица 3.5). Величина средневзвешенной плотности добываемой в Российской Федерации нефти была взята из данных литературы и составляет 857,8 кг • м⁻³ 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 3.27.

За исключением обслуживания действующих нефтяных скважин, величины коэффициентов эмиссии, приведенные в таблице 3.27, представляют собой средние из диапазона значений, рекомендуемых МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2000). Расчет выбросов NO_x, CO, NMVOC и SO₂ выполнялся на основе данных по первичной переработке нефти (таблица 3.24) с использованием рекомендуемых МГЭИК величин коэффициентов эмиссии: 0,09 кг • т⁻³ для CO, 0,06 кг • т⁻³ для NO_x, 0,62 кг • т⁻³ для NMVOC и 0,93 кг • т⁻³ для SO₂ (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

Выбросы CO₂ и CH₄ от утечек при операциях с нефтью

Расчетные значения выбросов CO₂ и CH₄ 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 3.29 и 3.30 соответственно. Величины выбросов предшественников озона приведены на рисунке 3.22.

Как видно из рисунка 3.29, добыча нефти является основным источником выбросов CO₂. 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 2007 году выбросы CO₂ от операций с нефтью были на 6,4 % ниже, чем в 1990 году.

Как и для CO₂, нефтедобыча определяет динамику эмиссии метана при операциях с нефтью: ее вклад с совокупную эмиссию составляет в среднем 97,1 % (рис. 3.30).

Таблица 3.27

Коэффициенты эмиссии CO₂ и CH₄, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов от утечек в нефтяной отрасли Российской Федерации

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

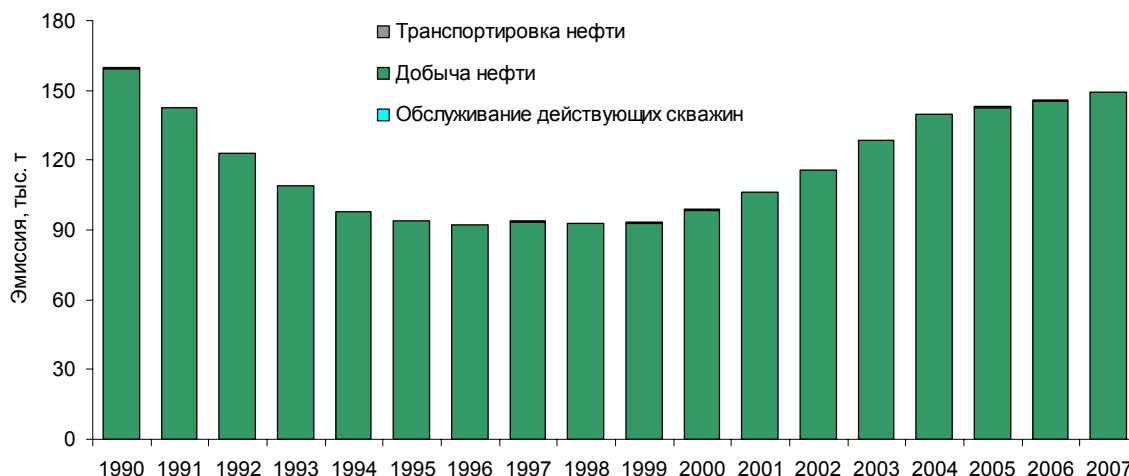


Рис. 3.29. Выбросы CO₂ при операциях с нефтью.

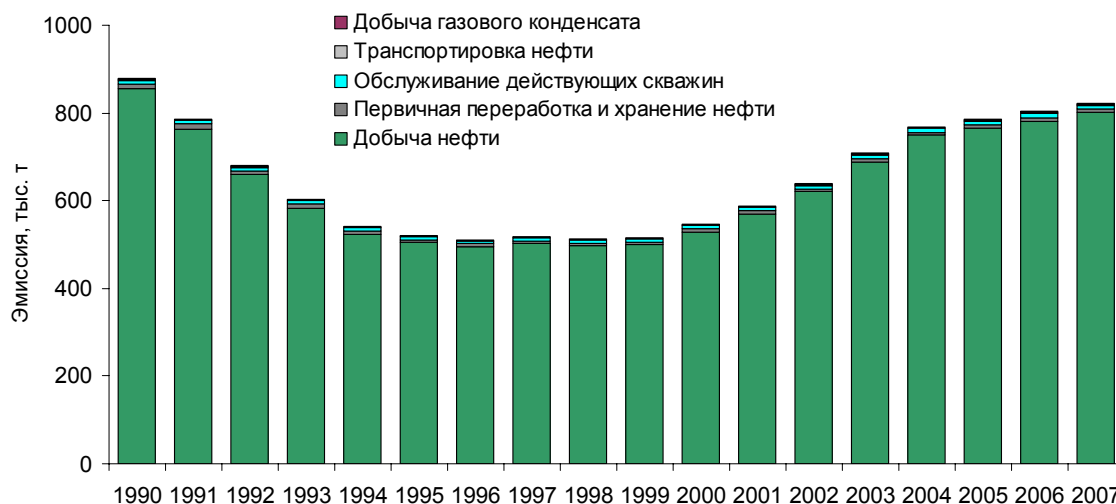


Рис. 3.30. Выбросы CH₄ при операциях с нефтью и добыче газового конденсата.

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 CO₂ и CH₄ при утечках во время добычи и первичной переработки, транспортировки и хранения, а также распределения природного газа (табл. 3.25). В таблицах 3.28 и 3.30 представлены основные показатели хозяйственно-экономической деятельности газовой отрасли страны (Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007; Российский статистический ежегодник, 2008; IEA, 2005 и др.).

Изменения показателей добычи природного и попутного газа с 1990 по 2007 гг. обусловлены экономическими изменениями, происходившими в это время в стране (табл. 3.28). Эти же причины обуславливают изменения общей протяженности магистральных газопроводов, которая в 2007 году превысила величину 1990 года на 13,2 %. Приведенные в таблице 3.28 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов от газовой отрасли Российской Федерации.

Таблица 3.28

Показатели деятельности газовой отрасли Российской Федерации

Годы	Добыча природного газа, млрд. м ³	Добыча нефтяного (попутного) газа ¹⁾ , млрд. м ³	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
2007	604,2	48,6	73	163	571,6

¹⁾ 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 3.25.

Выбросы от утечек при добыче и первичной переработке природного и попутного (нефтяного) газа, а также отборе газа из хранилищ рассчитывали по формуле 3.7 (IPCC, 2000):

$$E_{CO_2, CH_4, N_2O} = AD \bullet EF_{CO_2, CH_4, N_2O}, \text{ где} \quad (3.7)$$

E_{CO_2, CH_4, N_2O} — величина эмиссии CO_2 или N_2O , Гг;

AD — данные о деятельности, млн. м³ (км и др. в зависимости от вида деятельности);

EF_{CO_2, CH_4, N_2O} — коэффициент эмиссии CO_2 или N_2O , Гг • млн. м⁻³ (Гг • км⁻¹ • год⁻¹ и др. в зависимости от вида деятельности)

Формула 3.7 применялась также для расчета эмиссии CO_2 , CH_4 и N_2O 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 CO_2 и CH_4 в атмосферу с продуктами горения. Доля попутного (нефтяного) газа в совокупном объеме добычи не превышает 10 %. 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 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 CH_4 при прокачке газа по магистральным трубопроводам и закачке на хранение выполняли по формуле 3.8:

$$E_{\text{CH}_4} = AD \bullet CF_{\text{CH}_4} \bullet EF_{\text{CS}} \bullet RF_{\text{CH}_4}, \text{ где} \quad (3.8)$$

- E_{CH_4} — величина эмиссии CH_4 , Гг;
- AD — данные о добыче природного и попутного газа, прокачке, хранении и распределении потребителям, $10^6 \cdot \text{м}^3$;
- CF_{CH_4} — коэффициент пересчета объемных долей CH_4 в весовые ($0,67 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot \text{м}^{-3}$ при плотности метана в условиях $T = 20^\circ \text{C}$ и давлении 1 атм. (IPCC, 1997)
- EF_{CS} — коэффициент эмиссии CH_4 в зависимости от вида деятельности, рассчитанный в долях от общего объема деятельности;
- RF_{CH_4} — понижающий коэффициент, учитывающий объем метана в природном и попутном газе, рассчитанный в долях от объема газа

Эмиссия CH_4 от утечек при газораспределении по сетям среднего и низкого давления, а также от потерь у потребителей рассчитывалась по формуле 3.9:

$$E_{\text{CH}_4} = AD \bullet CF_{\text{TCE}} \bullet CF_{\text{NCV}} \bullet EF_{\text{CH}_4}, \text{ где} \quad (3.9)$$

- E_{CH_4} — величина эмиссии CH_4 , кг;
- AD — объем использования газа по группам потребителей, $10^6 \cdot \text{м}^3$;
- CF_{TCE} — коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте ($1.154 \text{ т.у.т.} \cdot 10^{-3} \cdot \text{м}^{-3}$);
- CF_{NCV} — коэффициент пересчета в теплотворную способность ($29.3 \text{ ТДж} \cdot 10^{-3} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$)
- EF_{CH_4} — коэффициент эмиссии CH_4 , $\text{кг} \cdot \text{ПДж}^{-1}$

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 3.7 соответствует Уровню 1 методологии МГЭИК, а формулы 3.8 и 3.9 – Уровню 2, поскольку используют национальные данные, параметры и коэффициенты (IPCC, 2000). Значения использованных в расчетах коэффициентов эмиссии приведены в таблице 3.29.

Таблица 3.29

Коэффициенты эмиссии CO₂ и CH₄, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов от утечек в газовой отрасли Российской Федерации

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CO ₂	Коэффициент эмиссии CH ₄
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 ¹⁾
Утечки при закачке газа в хранилища	—	0,00032 ¹⁾
Утечки при отборе газа из хранилищ	—	$2,75 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Утечки при газораспределении	—	0,032 ¹⁾
Утечки при потреблении газа в промышленности и энергетике	—	279500 кг · ПДж ⁻¹
Утечки при использовании газа в других секторах	—	139500 кг · ПДж ⁻¹

¹⁾ Национальные коэффициенты эмиссии

За исключением национальных коэффициентов эмиссии метана, все приведенные в таблице 3.29 коэффициенты эмиссии были взяты из руководств МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2000). Используемые 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 CH₄ 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. м³ 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 CH₄ 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° C и давлении 1 атм. (IPCC, 1997).

Эмиссии CO₂ и CH₄ от утечек при операциях с природным газом

Расчетные значения выбросов CO₂ и CH₄ при добыче, первичной переработке, транспортировке и хранении, а также распределении природного газа приведены на рисунках 3.31 и 3.32 соответственно.

Как видно из рисунка, только добыча, первичная переработка и транспортировка природного газа являются источниками выброса CO_2 . При этом наибольший вклад в совокупный выброс диоксида углерода дает газодобыча. В 2007 году выбросы CO_2 при добыче, первичной переработке и транспортировке газа превысили уровень выбросов 1990 года на 2,2 % (рис. 3.31).

Транспортировка и хранение вносят основной вклад в совокупный выброс CH_4 при операциях с природным газом – 36,6 % (рис. 3.32). На долю добычи и переработки, утечек при газораспределении по сетям среднего и низкого давления и потерь у потребителей приходится 17,6 %, 22,1 % и 23,7 % соответственно. В 2007 г. совокупная эмиссия метана была на 4,3 % ниже, чем в 1990 году. Таким образом, анализ динамики выбросов диоксида углерода и метана при операциях с природным газом показывает, что в 2007 году эмиссии от этого вида хозяйственной деятельности приблизились или незначительно превысили уровень выбросов 1990 года.

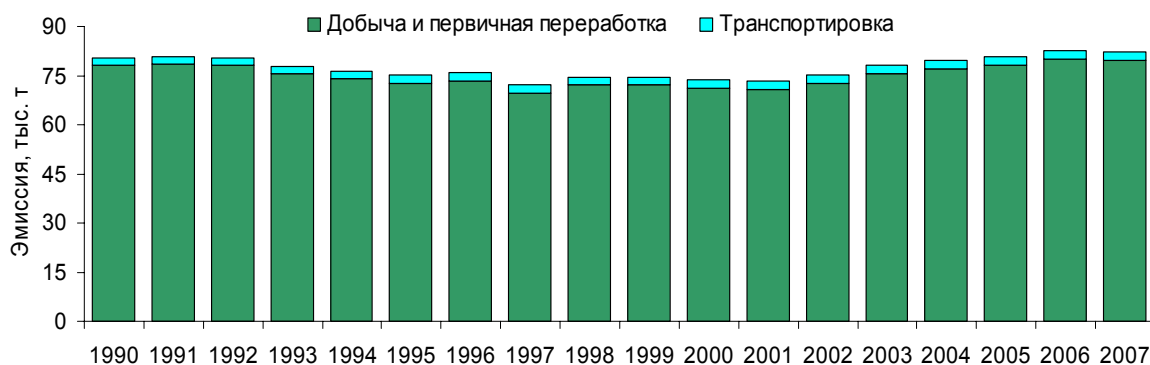


Рис. 3.31. Выбросы CO_2 при добыче, первичной переработке и транспортировке газа

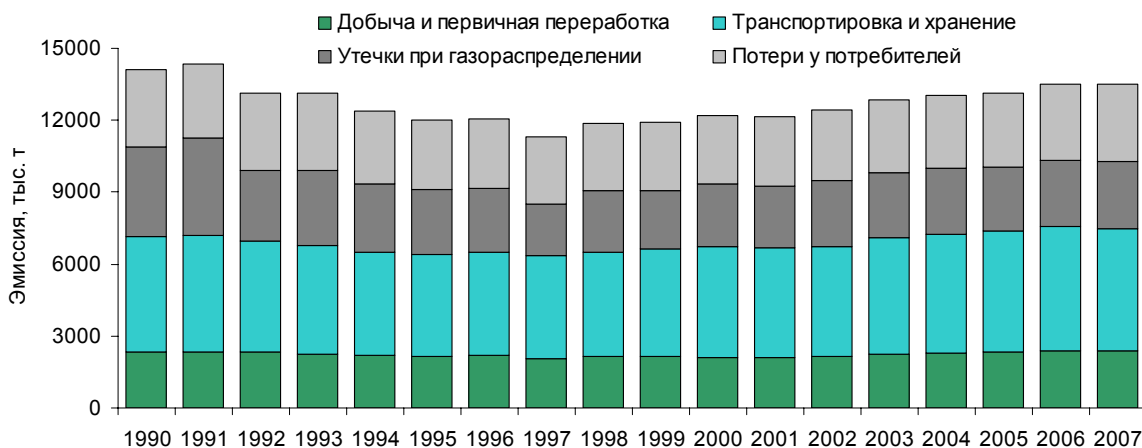


Рис. 3.32. Выбросы CH_4 при добыче, первичной переработке, транспортировке и хранении, распределении и потреблении природного газа

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_2 и CH_4 при газоотведении в процессе добычи нефти, а также оценки эмиссии CO_2 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_2 , CH_4 и N_2O 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 3.26 и 3.28 соответственно. В ежегодно публикуемых данных государственной статистической отчетности приводятся данные об используемой части добытого попутного газа и степени его утилизации, приведенные в таблице 3.28 и примечании к таблице 3.28 (Статистический ежегодник, 2006; Статистический ежегодник, 2007; Статистический ежегодник, 2008 и др.). Весь неиспользуемый попутный нефтяной газ сжигается в факелах в целях обеспечения безопасности нефтеразработок. Из приведенных в таблице 3.28 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 3.30.

В 2007 году объем сжигаемого в факелах попутного газа был на 65,8 % выше, чем в 1990 году. В целом же изменения объемов сжигания нефтяного (попутного) газа с 1990 по 2007 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 3.26, 3.28 и 3.30 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов от рассматриваемой категории источников.

Таблица 3.30

Сжигание нефтяного (попутного) газа в факелах, млрд. м³

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	2007
Объем сжигания	7,27	7,25	7,37	11,04	10,78	12,48	13,12	13,31	16,42

Методологические вопросы

Выбросы CO_2 , CH_4 и N_2O рассчитывались по формуле 3.7, которая соответствует Уровню 1 методологии МГЭИК, с использованием рекомендуемых МГЭИК параметров, значения которых приведены в таблице 3.31 (IPCC, 2000).

Все приведенные в таблице 3.31 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).

Как видно из рисунка 3.33, сжигание попутного нефтяного газа является основным источником выбросов CO_2 от рассматриваемых видов деятельности. Доля эмиссии от этого вида деятельности составляет 87,8 %. В 2007 году совокупные выбросы CO_2 выросли на 58,8 % по сравнению с уровнем 1990 года.

Газоотведение при нефтедобыче определяет динамику эмиссии метана от рассматриваемой категории источников – 83,2 % совокупного выброса CH_4 (рис. 3.34). В 2007 году совокупная эмиссия метана была на 2,8 % выше, чем в 1990 году.

Таблица 3.31

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 CO ₂	Коэффициент эмиссии CH ₄	Коэффициент эмиссии N ₂ 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	$2,0 \text{ ГГ} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2} \text{ ГГ} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5} \text{ ГГ} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$

Выбросы CO₂, CH₄ и N₂O от газоотведения и сжигания в факелах

Расчетные значения выбросов парниковых газов от газоотведения и при сжигании в факелах приведены на рисунках 3.33, 3.34 и 3.35 соответственно.

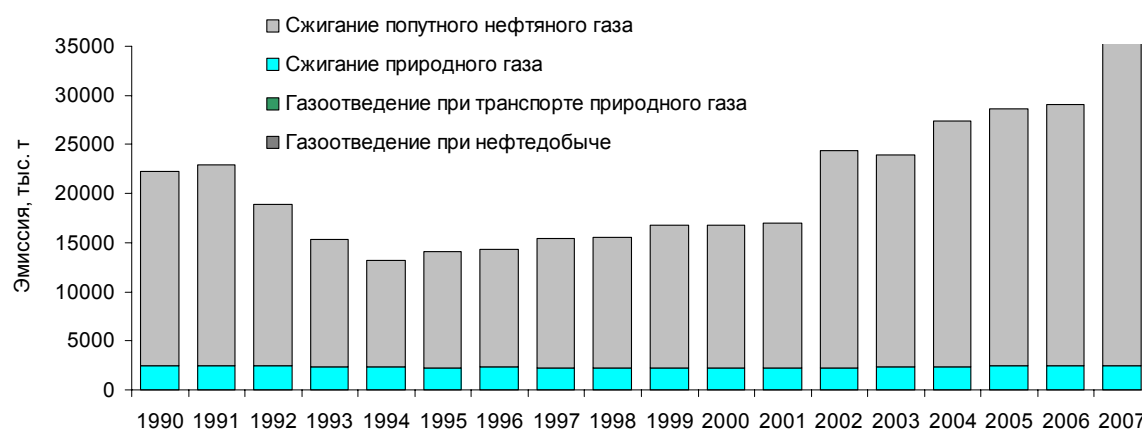
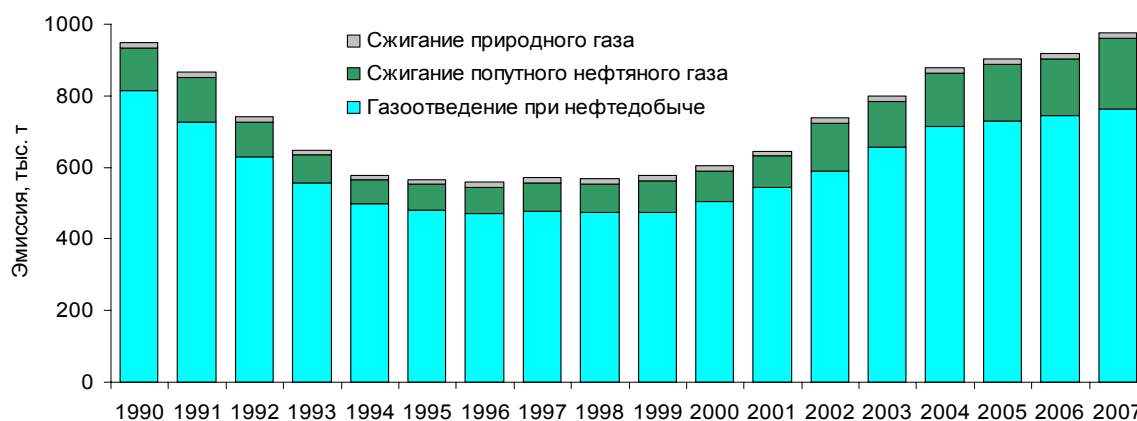
Рис. 3.33. Выбросы CO₂ от газоотведения и при сжигании в факелах

Рис. 3.34. Выбросы CH_4 от газоотведения и при сжигании в факелах

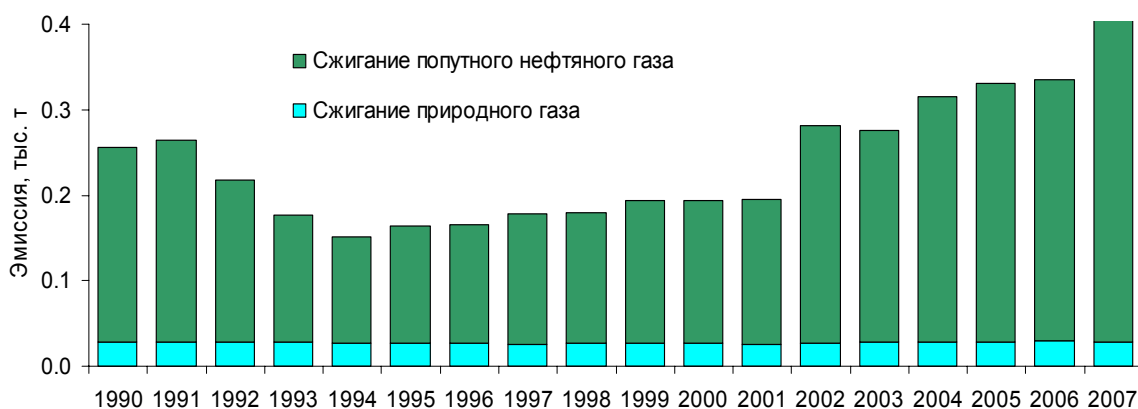


Рис. 3.35. Выбросы N_2O при сжигании в факелах

Как показывают данные рисунка 3.35, наибольший вклад в суммарную эмиссию закиси азота вносит сжигание попутного нефтяного газа (87,5 %). В 2007 году эмиссия N_2O превысила уровень 1990 года на 58,7 %.

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 $\pm 25\%$. Состав выделяющихся газов определяется с точностью $\pm 5\%$ 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_2O 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 $\pm 5\%$.

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 настоящем кадастре был выполнен перерасчет выбросов метана при добыче газового конденсата, а также переработки и хранения нефти. Перерасчеты связаны с гармонизацией коэффициентов пересчета теплотворной способности топлив в разделах 1.А и 1.В (таблица 3.5) в рамках процедур обеспечения и контроля качества национального кадастра. Результаты перерасчетов объяснены в таблицах ОФД.

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. В частности, предполагается получить величины газового фактора для расчета выбросов от нефтедобычи по Уровню 2 методологии МГЭИК.

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 (CO_2 , CH_4 и N_2O), образующихся при использовании топлива для авиации и морского транспорта в международном сообщении с 1990 по 2007 гг. включительно.

Динамика выбросов парниковых газов приведена на рисунке 3.36. Как видно из рисунка 3.36, наибольшая их величина наблюдалась в 1990 году. В 2007 году совокупный выброс CO_2 , CH_4 и N_2O составила 9,4 млн. т (9 410,6 Гг) CO_2 -экв., что на 22 % ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого в 2007 году приходилось 99,1 % совокупного выброса. Выбросы метана и закиси азота в 2007 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 3.37.

Как видно из рисунка 3.37, с 1990 по 1993 гг. основные выбросы парниковых газов при использовании международного бункерного топлива связаны с морским транспортом. Однако с 1994 по 2007 годы выбросы от авиации начали преобладать над выбросами от морского транспорта и составили в среднем 72 % совокупной эквивалентной эмиссии парниковых газов от международного бункерного топлива.

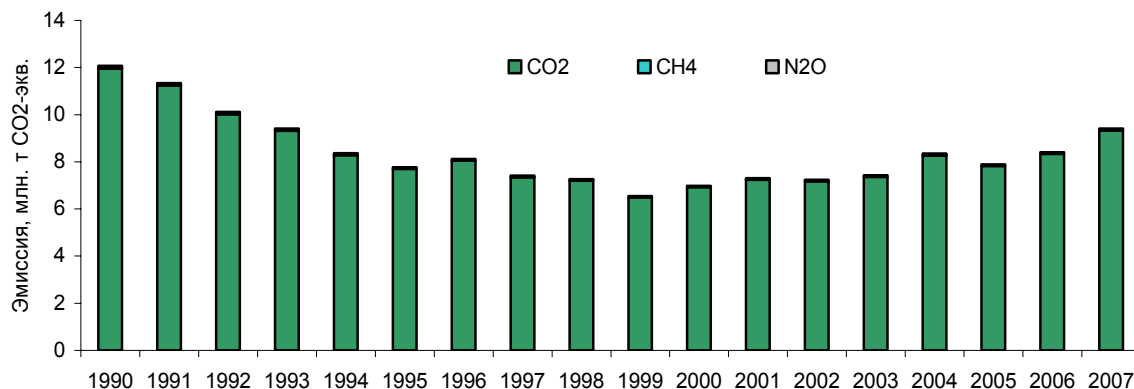


Рис.3.36. Динамики выбросов парниковых газов от международного бункерного топлива

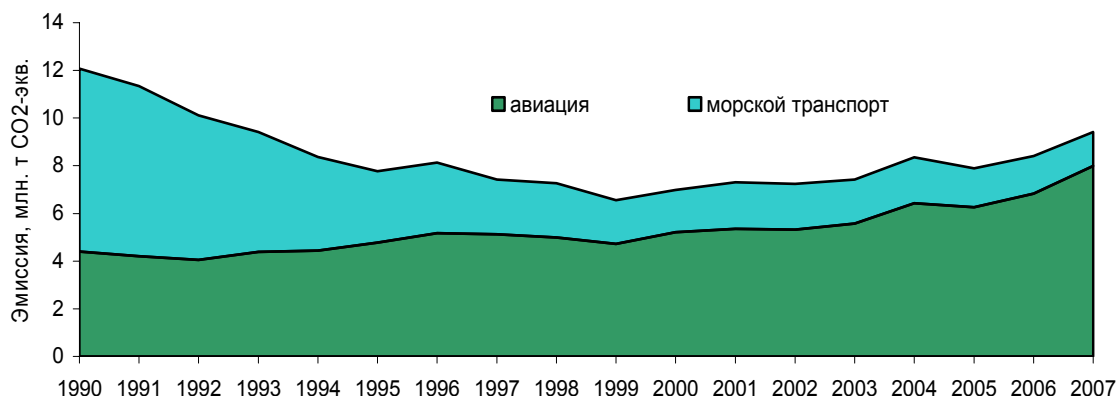


Рис. 3.37. Совокупный эквивалентный выброс парниковых газов при использовании международного бункерного топлива

3.4.2 Авиационное бункерное топливо (1.C1.A)

Описание категории источников выбросов

Расчет выбросов парниковых газов производился на основе информации об общей массе авиационного топлива, использованного российскими и иностранными авиаперевозчиками при грузовых и пассажирских авиаперевозках, выполненных с территории Российской Федерации. Величина общей массы использованного топлива была получена расчетным путем по данным о налете Министерства транспорта Российской Федерации и Федеральной аэронавигационной службы по формуле 3.1 (Грабар с соавт., 2009).

Потребление топлива за отсутствующие годы с 1990 по 1999 г. находили методом экстраполяции, при помощи анализа динамики пассажирооборота в международном сообщении с 1990 по 2007 г. и известных данных о потреблении топлива (2000-2007).

Пассажирооборот в международном сообщении и использование топлива в международных авиационных перевозках в Российской Федерации представлены в таблице 3.32.

Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов от топлива, использованного российскими и международными авиакомпаниями для перелетов с территории Российской Федерации, выполняли по формуле 3.2 (IPCC, 1997; IPCC, 2000; IPCC, 2006).

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 $1.47 \cdot 10^3 \text{ т.у.т.} \cdot 10^{-3} \cdot \text{т}^{-1}$ и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного $0.0293 \text{ ПДж} \cdot 10^{-3} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$ (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 3.15.

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

Расчетные значения выбросов CO_2 , CH_4 и N_2O от авиационного бункерного топлива представлены на рисунках 3.38 и 3.39 соответственно.

Как видно из рисунка 3.38, наименьшая величина эмиссии наблюдалась в 1992 году, что объясняется сокращением объема международных перевозок, а наибольшая – в 2007 году. В 2007 году эмиссия CO_2 увеличилась на 81,4 % по сравнению с уровнем 1990 года и

составила 7,9 млн. т. Динамика тренда выбросов обусловлена значительной межгодовой изменчивостью потребления топлива в международном авиационном сообщении.

Таблица 3.32

Пассажирооборот в международном сообщении и потребление топлива при выполнении международных авиaperевозок

Годы	Пассажирооборот, млн. пас./ км	Потребление топлива, тыс. т
1990	18500	1418,7 ¹
1991	15900	1353,8 ¹
1992	14000	1306,4 ¹
1993	18200	1411,2 ¹
1994	19000	1431,2 ¹
1995	23200	1536,0 ¹
1996	28400	1665,8 ¹
1997	27700	1648,3 ¹
1998	26000	1603,4 ¹
1999	22600	1521,0 ¹
2000	25800	1678,9
2001	29300	1722,5
2002	32200	1714,4
2003	35500	1794,2
2004	43700	2069,6
2005	45800	2014,4
2006	50900	2199,7
2007	61800	2573,3

¹⁾ Получены расчетным путем.

Тренды выбросов CH₄ и N₂O повторяют тренд выбросов CO₂. Наибольшие величины эмиссии метана и закиси азота наблюдались в 2007 году и составили 55,4 и 221,7 т соответственно (рис. 3.39).

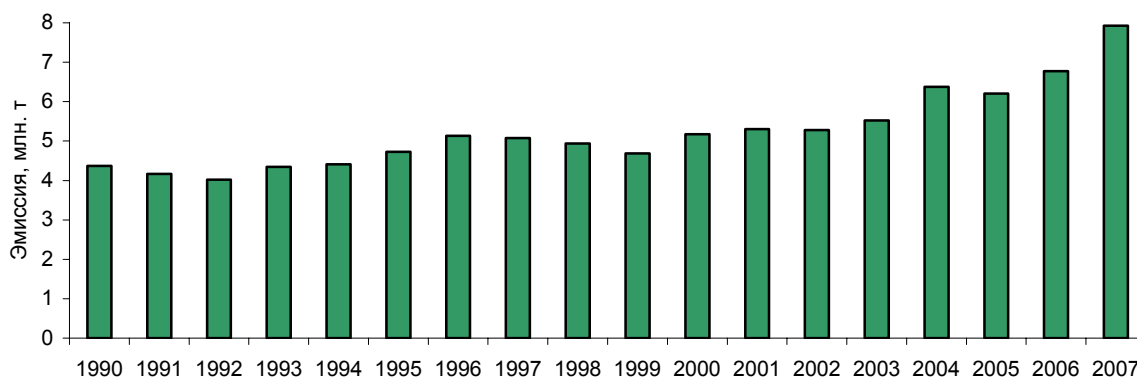


Рис. 3.38. Динамика эмиссии CO₂ от авиационного бункерного топлива

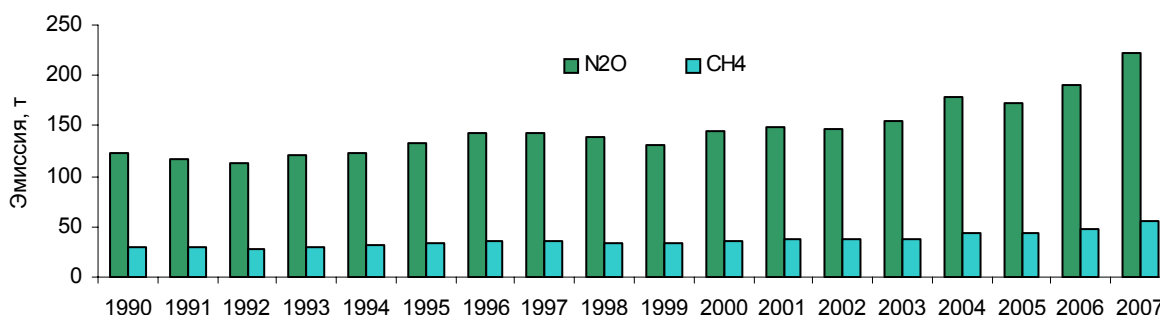


Рис. 3.39. Динамика эмиссии CH_4 и N_2O от авиационного бункерного топлива

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 3.33.

Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов выполнялся по формуле 3.10:

$$E_{CO_2, CH_4, N_2O} = \sum (FC_M \cdot CF_{TCE} \cdot CF_{NCV} \cdot EF_{CO_2, CH_4, N_2O}), \quad (3.10)$$

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 3.10 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. $\cdot 10^{-3} \cdot t^{-1}$ и $1.45 \cdot 10^3$ т.у.т. $\cdot 10^{-3} \cdot t^{-1}$ соответственно и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного $0.0293 \text{ ПДж} \cdot 10^{-3} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$ (Постановление Госкомстата России, 1999). Коэффициенты эмиссии CO_2 , CH_4 и N_2O , использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при международных морских перевозках, были взяты из Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК (IPCC, 2006) и приведены в таблице 3.34.

Таблица 3.33

Потребление топлива морским транспортом и перевалка грузов в портах Российской Федерации

Годы	Общий объем потребления топлива для морских перевозок, тыс. т (FC_{TM})		Общий объем погрузки и разгрузки грузов в портах страны, млн.т (C_L)	Средняя дальность перевозки экспортно-импортных грузов, км (D_{INT})	Средняя дальность перевозки и каботажных грузов, км (D_C)
	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	288	3809,5	1460
2004	420,7	732,6	364	3809,5	1460
2005	481,5	568,5	407	3809,5	1460
2006	483,6	534,8	421	3761,8	1409,7
2007	303,7	548	449,5	2622,4	1496,3

Таблица 3.34

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

Вид топлива	Коэффициент эмиссии, CO_2 $10^3 \text{ т} \cdot \text{ПДж}^{-1}$	Коэффициент эмиссии CH_4 , $10^3 \text{ т} \cdot \text{ПДж}^{-1}$	Коэффициент эмиссии N_2O , $10^3 \text{ т} \cdot \text{ПДж}^{-1}$
Мазут	77400	7	2
Дизельное топливо	74100		

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

Расчетные значения выбросов CO_2 , CH_4 и N_2O от авиационного бункерного топлива представлены на рисунках 3.40 и 3.41 соответственно.

Наибольшая величина эмиссии CO_2 наблюдалась в 1990 и 1991 годах. В 2007 году эмиссия диоксида углерода составила 1,4 млн. т или 18,5 % от уровня 1990 года (рис. 3.40).

Как видно из рисунка 3.41, в период с 1990 по 1998 год наблюдалось значительное снижение выбросов CH_4 и N_2O . После 1998 года наметилась их некоторая стабилизация. В 2007 году эмиссии метана и закиси азота составили 131,1 и 37,5 т соответственно или около 18,7 % от уровня 1990 года.

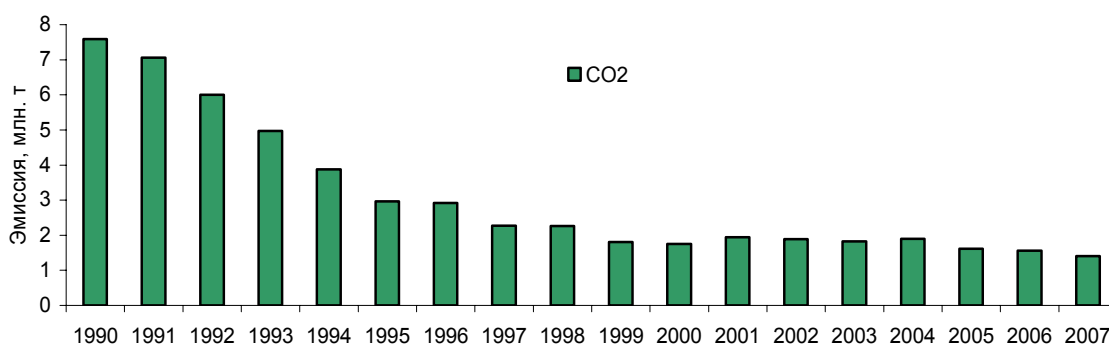


Рис 3.40. Динамика выбросов диоксида углерода от морского бункерного топлива

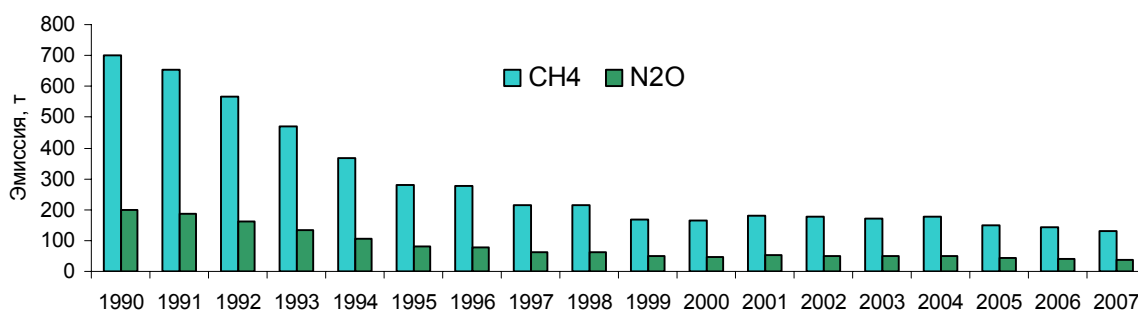


Рис. 3.41. Динамика выбросов метана и закиси азота от морского бункерного топлива

3.4.4 Оценка точности расчетов

Точность расчетов определяется точностью исходных данных и поправочных коэффициентов.

Количественные характеристики воздушного движения собирались за каждые сутки отдельно для международной и внутренней авиации. Поэтому неопределенность данных о

деятельности довольно низка и по нашей экспертной оценке составляет $\pm 7\%$. Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов CO_2 для разных видов топлив находится, как правило, в пределах $\pm 5\%$. Неопределенность коэффициента выбросов CH_4 для уровня 1 может быть от -57 до $+100\%$. Неопределенность коэффициента выбросов N_2O может составлять от -76 до $+150\%$ (IPCC, 2006).

Расчет потребления топлива при международных морских перевозках выполнялся на основе косвенных данных о сухих и наливных грузах, погруженных и разгруженных в портах Российской Федерации, а также средней дальности их перевозки. При косвенных оценках и неполных исследованиях рекомендуемая МГЭИК неопределенность для данных о деятельности составляет $\pm 50\%$. Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов CO_2 для разных видов топлив достаточно точно определены, поскольку они зависят в основном от содержания углерода в конкретном топливе. К примеру, значение неопределенности для дизельного топлива равно $\pm 1,5\%$, а для топочного мазута $\pm 3\%$. Однако неопределенность коэффициентов выбросов иных газов гораздо выше. Неопределенность коэффициентов выбросов CH_4 может достигать $\pm 50\%$. Неопределенность коэффициента выбросов N_2O может составлять от -40 до $+140\%$ от значения по умолчанию (IPCC, 2006).

3.4.5 Обеспечение и контроль качества, изменения в представлении информации, перерасчеты и планируемые усовершенствования кадастра

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. Независимый расчет выбросов парниковых газов от авиационных перевозок был выполнен специалистами Росгидромета.

В ответ на замечания группы экспертов Секретариата РКИК ООН были предприняты усилия по сбору данных о деятельности воздушного транспорта. В рамках совершенствования Национальной системы оценки парниковых газов с Федеральной аэронавигационной службой была согласована ежегодная форма представления данных о налете воздушных судов в Российской Федерации. Была разработана методика расчета объема потребленного топлива на основе полученных данных. По полученным данным и разработанной методике были рассчитаны выбросы парниковых газов от международного бункерного топлива за 2007 г. и сделаны перерасчеты выбросов за 1990-2006 гг.

Усовершенствование инвентаризации выбросов парниковых газов от авиационного бункерного топлива будет направлено на увеличение охвата парка эксплуатируемых типов воздушных судов. В части усовершенствований оценок выбросов от международных морских перевозок предполагается улучшить алгоритм расчета потребления топлива на морском транспорте.

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_2 , CH_4), 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. Грабар В.А., Дмитриева Т.М., Гитарский М.Л. К оценке атмосферной эмиссии диоксида углерода от международных авиаперевозок. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. –М.: ИГКЭ, 2009, т. XXII, с. 207-215.
 5. Гранков М.Л. Русское судоходство. История и современность. Том 1. Коммерческий флот России. Страницы истории. – М.: Марин-Пресс, 2004, - 472 с.
 6. Григорьев М., Попов В. Проверяйте пробу, не отходя от скважин. Нефтегазовая вертикаль, 2002, 12, с. 36.
 7. Малышев Ю.Н., Айруни А.Т. Комплексная дегазация угольных шахт. –М.: Издательство академии горных наук, 1999, -327 с.
 8. Морские порты, 2006 №1, с. 43-48.
 9. Назаров И.М., Фридман А.И., Фридман Ш.Д., Воробьев В.А., Перемятова Н.А., Абрамов Н.Р., Бекилов Э.Х., Демидюк Л.М., Дмитриев А.М. Антропогенная эмиссия метана в странах СНГ и Прибалтики. Метеорология и гидрология, 1992, 11, с.15-20.
 10. 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.
 11. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. –М.: Логос, 1996, - 1202 с.
 12. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. –М.:, 1997-2008.
 13. 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.
 14. Energy Policies of the Russian Federation - 1995 Review. IEA/OECD, 1995, -323 pp.
 15. IEA, 2005: <http://www.iea.org>
 16. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC/OECD/IEA, Vol. 2, 1997.
 17. IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES/OECD/IEA. 2000
 18. 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.
 19. Optimising Russian Natural Gas. OECD/IEA, 2006, -200 pp.
 20. Russia Energy Survey 2002. OECD/IEA, 2002, -280 pp.

4. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ (СЕКТОР 2 ОФД)

4.1 Обзор по сектору

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 2007 г. составила 208 071 Гг CO₂-эквивалента, что соответствует 9,5 % от общего выброса парниковых газов в Российской Федерации (без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства).

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 55,1 % уровня 1990 г. С 1999 г. объем выбросов в промышленности постепенно увеличивается. Выброс парниковых газов в 2007 г. составлял 84,3 % от уровня промышленного выброса парниковых газов в 1990 г.

Наиболее значительным источником выбросов в промышленном секторе является металлургия. Ее вклад в суммарный выброс парниковых газов в промышленности в 2007 г. составил 53,8 %. Следующим по значению источником является производство продукции из минерального сырья. Его доля в суммарном выбросе – 26,2 %. Выброс химической промышленности составляет 11,6 %. Результаты инвентаризации выбросов парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» представлены в таблице 4.1 и на рисунке 4.2.

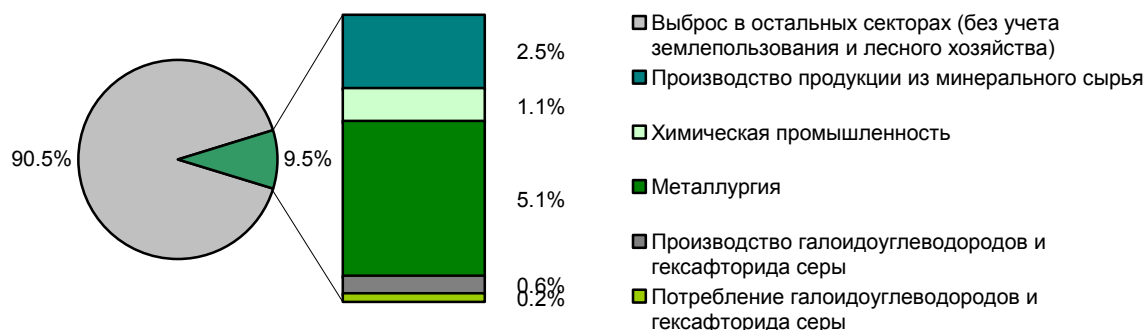


Рис. 4.1. Доля сектора «Промышленные процессы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2007 г.

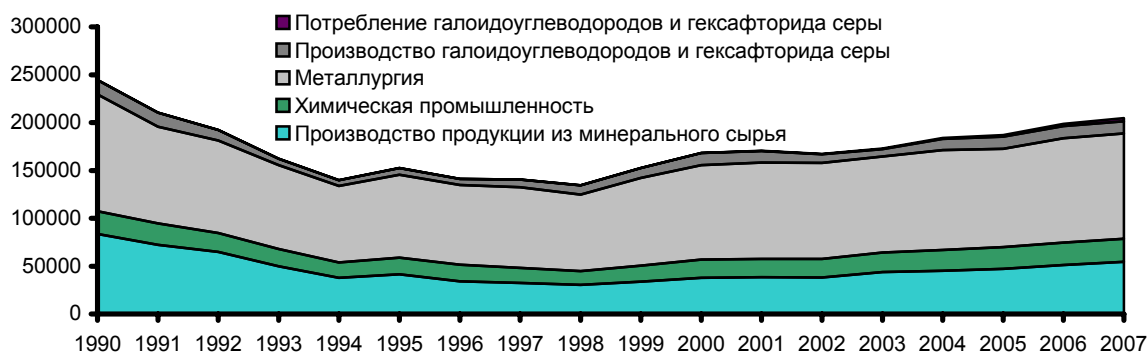


Рис. 4.2. Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» в 1990-2007 гг., Гг CO₂-экв.

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

4.2.1 Обзор

В этом субсекторе были оценены выбросы 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 CO_2 от которых составили в 2007 г. 49,9 % и 32,2 % общего выброса парниковых газов от производства продукции из минерального сырья (2.А). Выбросы CO_2 от производства извести и от использования кальцинированной соды в 2007 г. составили, соответственно, 15,9 % и 2,0 % от общего выброса 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 2007 г. общий выброс парниковых газов в субсекторе 2.А составил 65,2 % 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 CO_2 от производства минеральной продукции представлены в таблице 4.2.

4.2.2 Методика расчетов

Выбросы CO_2 от производства цемента (2.А.1)

Выбросы 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 CO_2 . Расчетная оценка выброса 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 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 SO_2 , равный 0,3 кг SO_2 /т. произведенного цемента (IPCC, 1996).

Выбросы CO_2 от производства строительной и технологической извести (2.А.2)

Выбросы 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 CO_2 по умолчанию (IPCC, 2000), равный 0,75 т CO_2 /т произведенной извести. Для доломитовой извести использовался коэффициент эмиссии CO_2 , равный 0,86 т CO_2 /т произведенной извести (IPCC, 2000). В соответствии с методикой вводилась поправка на присутствие в извести доли гашеной извести (0,97). Поглощение 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 1990-2007 гг., Гг CO₂-экв.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Производство продукции из минерального сырья																	
83683	72179	64882	49772	37777	41555	33951	32327	30425	33864	37724	38314	37973	43708	44985	47173	50638	54529
Химическая промышленность																	
23816	22518	19743	18178	15920	17351	17486	15848	14400	16777	19275	19355	19677	20361	21831	22849	23642	24142
Металлургия																	
124204	102942	98430	89243	81421	88151	84752	85667	81510	93172	100168	102163	102080	102176	106160	104514	111374	112013
Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы																	
15014	14720	11041	6580	6108	7001	6327	8117	9424	10275	12664	12327	9124	7937	11762	12829	12715	13638
Потребление галоидоуглеводородов и гексафторида серы																	
32	36	30	28	43	61	85	160	201	275	358	510	665	1046	1470	1913	2831	3748
Всего																	
246750	212394	194126	163801	141269	154119	142602	142119	135959	154363	170188	172669	169518	175229	186209	189279	201200	208071

Таблица 4.2

Выбросы CO₂ от производства продукции из минерального сырья в 1990-2007 г., Гг

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Производство цемента																	
34051	32307	26286	21640	16210	16378	12518	12075	11730	12960	14869	15607	16840	18365	20578	21897	24148	27199
Производство извести																	
12126	10997	9829	8634	6986	6887	5816	5669	5298	6290	6685	6844	6949	7255	7449	7596	8240	8663
Использование известняков и доломитов																	
36162	27610	27655	18671	13924	17533	15025	13954	12862	13947	15449	15067	13384	17321	16041	16766	17159	17578
Использование кальцинированной соды																	
1345	1265	1112	827	658	757	593	628	535	667	721	797	801	767	917	914	1090	1090
Всего																	
83683	72179	64882	49772	37777	41555	33951	32327	30425	33864	37724	38314	37973	43708	44985	47173	50638	54529

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 CO₂ от использования известняков и доломитов в обжиговых производствах (2.4.3)

Выбросы CO₂ от использования известняков и доломитов оценивались по методике МГЭИК, приведенной в (IPCC, 2000). Для оценки выбросов CO₂ использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию, равные 0,440 тонн CO₂/тонну известняка и 0,477 тонн CO₂/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, стекольного сырья, в производствах глинозема и огнеупорных материалов.

В данном разделе учитываются выбросы CO₂ 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 CO₂ 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 1990-2007 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	2007
Объем производства	25055	28746	30172	32557	35505	39783	42333	46686	52583

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	2007
Строительная	1414	1382	1447	1527	1542	1622	1639	1766	1904
Технологическая	7045	7609	7759	7819	8216	8398	8577	9317	9748
Всего	8460	8991	9205	9346	9757	10019	10216	11083	11652

Выбросы 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 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 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 CaO в известняках и MgO в доломитах, а также максимально допустимое содержание в сырье некоторых примесей: в том числе MgO в известняках и 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 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	2007
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	40,0
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	6,5
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	6,0
Использование 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	34,0
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	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	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	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	34,27
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	7,03

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 дробленный 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 CO₂ от производства и использования соды (2.А.4)

Выбросы CO₂ 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 CO₂ 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, 2008). В кадастре 2009 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 1996-2007 гг. получены из базы данных Федеральной Таможенной Службы. Данные об экспорте и импорте кальцинированной соды в 1990-1995 гг. отсутствуют, поэтому расчет выбросов CO₂ 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 2009 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 2009 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	2007
Производство	1918	2201	2339	2385	2386	2576	2582	2938	2939
Экспорт ¹⁾	317,1	479,8	482,1	504,3	573,6	448,9	544,0	600,2	691,5
Импорт ¹⁾	6,9	17,0	63,3	49,1	36,7	83,4	164,3	289,1	378,3

¹⁾ С 2000 г. с учетом данных о торговле с Республикой Беларусь

Таблица 4.10

Производство окисленного нефтебитума в России в 1990-2007 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	2007
Кровельный нефтебитум	372,1	439,2	466,7	405,1	627,1	616,6	595,6	539,9	627,2
Строительный нефтебитум	459,8	597,3	522,5	403,6	424,9	369,7	320,2	330,5	301,0
Всего	831,9	1036,5	989,2	808,7	1052	986,3	915,8	870,4	928,0

Таблица 4.11

Производство нефтяного битума дорожного и холодных асфальтобетонных смесей в России в 1990-2007 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	2007
	704	548	776	548	475	535	551	792
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	2007
3604,7	3785	3793,6	3196,3	3275	3374,3	3208,5	3657,1	4221,5
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	2007
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/см³; 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 1990-2007 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, ликероводочной 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 1990-2007 гг.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Строительное ¹⁾ , млн. м ²	144,5	140,9	126,3	104,8	61,0	61,4	46,9	40,4	38,5
Листовое термополированное ^{1,2)} , млн. м ²	49,6	50,4	55,2	53,0	40,4	41,5	38,4	39,3	42,6
Трехслойное безосколочное ¹⁾ , млн. м ²	2,8	2,1	1,8	2,0	1,5	1,6	1,5	1,6	1,4
Закаленное (сталинит) ¹⁾ , млн. м ²		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	2007
Строительное ¹⁾ , млн. м ²	40,4	40,2	37,7	38,4	36,6	35,1	34,9	45,1	55,2
Листовое термополированное ^{1,2)} , млн. м ²	48,6	52,5	68,0	63,5	65,4	76,9	85,5	115,2	115,8
Трехслойное безосколочное ¹⁾ , млн. м ²	1,5	1,6	1,6	1,5	2,3	1,8	1,7	1,8	2,4
Закаленное (сталинит) ¹⁾ , млн. м ²	3,2	3,9	4,1	4,0	4,2	5,7	5,6	5,9	5,0
Бутылки, млн.шт.	2418	3001	3769	4512	5559	7020	7115	9180	10776

¹⁾ В натуральном выражении

²⁾ 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	2007
Производство асфальтовых кровельных покрытий	2,0	2,5	2,4	1,9	2,5	2,4	2,2	2,1	2,2
Использование асфальта для дорожных покрытий	198	225	175	248	175	152	171	176	253
Производство стекла	10,1	11,6	14,1	15,2	17,4	21,1	21,9	28,6	32,1
Всего	210	239	192	265	195	175	195	207	288

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 CO₂ от использования магнезита для производства огнеупорных материалов.

4.2.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.А оценка неопределенностей выбросов CO₂ 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 CO₂, 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 CO₂ 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 CO₂ по умолчанию равна 5,4 %.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ от использования известняков и доломитов составляет около 8 %.

Потребление кальцинированной соды. Неопределенность выбросов CO₂ 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 – 2007 гг. неопределенность выбросов CO₂ 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: CO_2 от производства аммиака (2.В.1) и карбида кальция (2.В.4.2) и карбида кремния (2.В.4.1); 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); N_2O от производства азотной кислоты (2.В.2). Кроме того, оценивались выбросы в атмосферу газов с косвенным парниковым эффектом: CO , НМЛОС, SO_2 от производства аммиака и NO_x от производства азотной кислоты, выбросы SO_2 от производства серной кислоты, НМЛОС, SO_2 , CO , NO_x от производства технического углерода, НМЛОС от производства этилена, пропилена, стирола, полиэтилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида, акрилонитрила и этилбензола (2.В.5).

Выбросы N_2O от производства адипиновой кислоты (2.В.3) в Российской Федерации отсутствуют ввиду отсутствия производства данной продукции. Выбросы 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 2007 г. суммарные выбросы парниковых газов от химической промышленности составили 24142 Гг CO_2 -экв. или 101,4 % от уровня 1990 г.

Основным источником парниковых газов в химической отрасли являются выбросы CO_2 от производства аммиака, доля которых в 2007 г. составила 81,7 %. Следующий по значимости источник парниковых газов – производство азотной кислоты, выбросы N_2O от которого составили 14,2 % суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности в 2007 г. Выбросы метана от производства технического углерода, этилена, стирола и метанола существенно ниже и в 2007 г. составляли 1,7 % суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности.

4.3.2 Методика расчетов

Выбросы CO_2 от производства аммиака (2.В.1)

Оценка выбросов 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. CO_2 /т произведенного аммиака.

Помимо выбросов CO_2 , для производства аммиака оценивались выбросы НМЛОС, CO и SO_2 . Для этой оценки также использовались коэффициенты эмиссий по умолчанию (IPCC, 1996), равные, соответственно, 4,7 кг НМЛОС/т аммиака, 7,9 кг CO /т аммиака и 0,03 кг 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 1990-2007 гг., Гг CO₂-экв

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Выброс CO ₂ от производства аммиака																	
18888	17904	15794	14850	13257	14486	14475	13105	11947	13920	15960	15863	15736	16631	17968	18710	19431	19727
Выброс CO ₂ от производства и потребления карбида кальция																	
855	697	671	676	503	451	434	454	479	570	553	563	528	483	424	420	464	432
Выброс CO ₂ от производства карбида кремния																	
83	75	68	81	78	100	81	73	78	95	109	117	114	120	135	138	145	144
Всего CO ₂																	
19826	18676	16533	15607	13838	15036	14990	13632	12503	14585	16621	16543	16378	17234	18527	19268	20040	20303
Выброс CH ₄ от производства карбида кремния																	
9	8	7	8	8	10	8	8	8	10	11	12	12	12	14	14	15	15
Выброс CH ₄ от производства технического углерода																	
224	194	155	108	61	72	72	73	68	80	98	114	122	142	154	157	146	154
Выброс CH ₄ от производства этилена																	
49	45	41	36	30	34	25	26	24	34	40	41	42	44	45	44	45	45
Выброс CH ₄ от производства стирола																	
38	33	28	25	21	20	14	14	14	21	28	31	32	36	43	49	50	52
Выброс CH ₄ от производства метанола																	
105	98	88	80	80	64	45	63	50	61	80	89	95	122	122	124	133	148
Всего CH ₄																	
424	377	318	257	200	200	165	183	164	206	257	287	302	356	379	389	389	414
Выброс N ₂ O от производства азотной кислоты																	
3567	3465	2893	2314	1882	2114	2331	2033	1732	1986	2396	2525	2996	2770	2925	3192	3213	3426
Всего																	
23816	22518	19743	18178	15920	17351	17486	15848	14400	16777	19275	19355	19677	20361	21831	22849	23642	24142

Таблица 4.17

Производство синтетического аммиака в России в 1990-2007 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	2007
Объем производства	9280	10640	10575	10491	11087	11979	12473	12954	13151

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 внутриводного 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 1990-2007 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	2007
Производство нитрата аммония	3861	4667	4948	5931	5456	5626	6059	6105	6563
Расход азотной кислоты	3035	3668	3889	4662	4288	4422	4762	4799	5159

Таблица 4.19

Объемы производства азотной кислоты в 1990-2007 гг., тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Крепкая, в моногидрате ¹⁾	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 ²⁾	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	2007
Крепкая, в моногидрате	171,4	205,6	211,9	179,9	160,9	180,6	162,9	156,5	156,6
Слабая, в моногидрате	45,8	47,5	23,1	39,6	70,1	199,3	334,6	337,8	315,8
Слабая, использованная на производство нитрата аммония	3035	3668	3889	4662	4288	4422	4762	4799	5159
Всего, 100 %-ная кислота ¹⁾	3203,6	3865,1	4071,9	4832,5	4468,1	4717,5	5148,9	5183,0	5526,0

¹⁾ 1990г. -оценка ИГКЭ

²⁾ Округленные значения

Выбросы CO₂ и CH₄ 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 и 2009 гг. получены данные завода об объемах производства карбида кремния и затратах нефтяного кокса на его производство в 1990-2007 гг. Эти данные приводятся в таблице 4.20.

Выбросы CO₂ и CH₄ 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 CH₄/тонну использованного нефтяного кокса. Для расчета выбросов CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂. Использование карбида кальция также сопровождается эмиссией CO₂.

Оценка выбросов CO₂ при производстве и потреблении карбида кальция проводилась по методике, описанной в (IPCC, 1996). Выбросы CO₂ 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. Получены данные Федеральной Таможенной Службы об объемах экспорта и импорта карбида кальция в 1996-2007 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	2007
Производство	41,9	47,9	51,5	50,0	52,9	59,4	60,8	63,6	66,6
Затраты нефтяного кокса	46,1	52,7	56,6	55,0	58,2	65,3	66,9	70,0	69,7

Таблица 4.21

Коэффициенты выбросов CO₂ от производства и потребления карбида кальция, т CO₂/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	2007
Производство	196,7	192,2	189,6	177,4	161,0	138,5	137,2	155,4	146,5
Экспорт ¹⁾	14,7	17,8	9,9	10,9	9,3	5,7	4,2	5,8	8,4
Импорт ¹⁾	5,0	4,8	12,9	15,3	16,4	19,6	18,2	11,0	7,9
Потребление	187,0	179,2	192,6	181,8	168,1	152,4	151,2	160,6	146,1

¹⁾ 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	2007
Технический углерод	348,1	426,0	493,5	527,9	616,0	666,9	681,6	631,3	665,2
Этилен	1630,6	1889,2	1944,2	1996,4	2096,8	2154,8	2101,4	2146,5	2120,6
Стирол	245,0	327,8	369,2	375,5	428,4	516,6	583,2	599,1	620,4
Метанол	1443,8	1914,1	2129,1	2269,0	2894,3	2911,0	2943,1	3158,4	3533,6

Таблица 4.25

Производство отдельных видов продукции 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	2007
Пропилен																	
990	929	854	778	582	681	495	543	543	740	856	903	969	944	962	1022	1033	1050
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	591
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	278
Поливинилхлоридная смола и сополимеры винилхлорида																	
490	481	426	353	332	283	158	266	297	419	480	487	528	547	563	580	592	587
Полиэтилен																	
767	669	635	649	510	685	573	586	597	801	923	951	1012	1038	1069	1049	1074	1246
в том числе: низкой плотности																	
372	359	342	354	327	342	346	367	312	319	321	324	313	337	357	328	337	358
высокой плотности																	
391	306	290	291	181	340	224	216	242	390	434	425	465	464	461	475	476	604
Этилбензол																	
			47,0	33,5	38,1	22,2	19,4	201	267	343	365	358	394	401	428	645	666
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	138

Таблица 4.26

Коэффициенты выбросов НМЛОС в химической промышленности, кг НМЛОС/тону 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 SO_2 от производства серной кислоты выполнялась на основе данных Росстата об объемах производства серной кислоты по методике МГЭИК (IPCC, 1996). Коэффициент выбросов SO_2 принимался равным 17,5 кг SO_2 на тонну произведенной серной кислоты. Данные о производстве серной кислоты представлены в таблице 4.27

Оценка выбросов CO , SO_2 , 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 N_2O (2.В.2).

4.3.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.В оценка неопределенностей выбросов CO_2 , CH_4 и N_2O 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 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 N_2O 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 N_2O 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	2007
Объем производства	7,1	8,3	8,2	8,5	8,8	9,2	9,5	9,4	9,7

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	2007
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	103,9
	SO ₂	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	0,4
Производство азотной кислоты	NO _x	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	3,0
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	6,7
	NO _x	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	0,3
	SO ₂	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	2,1
Производство серной кислоты	SO ₂	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	169,8

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	2007
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	61,8
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	26,6
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	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	11,2
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	1,5
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	7,1
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	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	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	4,9
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	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	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	124,0

Производство карбида кремния. Неопределенность коэффициентов выбросов CO₂ и CH₄ 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 CO₂ и CH₄ от производства карбида кремния определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 10 %.

Производство и использование карбида кальция. Неопределенность коэффициентов выбросов CO₂ 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 CH₄ 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 CH₄ от производства технического углерода, метанола, этилена и стирола полностью определяется неопределенность коэффициентов выбросов CH₄

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

Таблица 4.30

Неопределенность коэффициентов выбросов CH₄ 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: CO_2 от производства чугуна, железа прямого восстановления и стали, ферросплавов, первичного алюминия; CH_4 от производства кокса и перфторуглеродов CF_4 и C_2F_6 от производства первичного алюминия.

Кроме того, оценивались выбросы CO , SO_2 и 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 2007 г. суммарный выброс парниковых газов от металлургии составил 109920 Гг CO_2 -эквивалента, что соответствует 90,2 % 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 2007 г. составил 75,9 % общего выброса парниковых газов в металлургической промышленности. Следующим по значению источником парниковых газов в отрасли является производство первичного алюминия (2.С.3). В 2007 г. выброс этого источника составил 21,1 % общего выброса. Выброс парниковых газов от производства ферросплавов (2.С.2) в 2007 г. составил 2,6 % общего выброса.

4.4.2 Методика расчетов

Выбросы CO_2 от производства чугуна и стали (2.С.1)

Оценка выбросов 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, предусматривающий отдельную оценку выбросов CO_2 для доменного производства чугуна и для выплавки стали. При подготовке кадастра выбросов парниковых газов 2009 г. получены данные о производстве электростали, железа прямого восстановления (металлизированных окатышей), а также технологические данные от Оскольского электрометаллургического комбината. Это позволило оценить выбросы CO_2 при производстве железа прямого восстановления и электростали на ОЭМК по методу уровня 3 (IPCC, 2006).

Производство чугуна. Эмиссия CO_2 от производства чугуна оценивалась по формуле 3.6А (IPCC, 2000). Коэффициент эмиссии, равный 3,1 тонны CO_2 /тонну кокса и содержание углерода в руде (0 %) принимались по умолчанию (IPCC, 2000). Содержание углерода в чугуне составляет по данным Министерства промышленности и торговли - 4,3%.

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.

Для расчетов выбросов CO_2 в 1990, 2000-2006 гг. количество кокса, использованного в качестве восстановителя, принималось по данным Топливо-Энергетического Баланса об 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, 2008) и среднего удельного расхода кокса на производство тонны чугуна.

Таблица 4.31

Выбросы парниковых газов в металлургии в 1990-2007 гг., Гг CO₂-экв

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Выброс CO ₂ от производства чугуна, стали и железа прямого восстановления																	
100961	80780	76389	67645	60396	65809	61606	61870	57397	67627	73677	75694	79411	78458	81519	79404	85562	85023
Выброс CO ₂ от производства ферросплавов																	
2408	2168	1777	1582	1294	1379	1257	1450	1455	1840	1950	1930	1968	2253	2304	2565	2903	2957
Выброс CO ₂ от производства алюминия																	
5114	4820	4907	4845	4695	4918	5107	5222	5303	5498	5678	5783	5858	6066	6272	6352	6462	6848
Всего CO ₂																	
108483	87768	83073	74072	66385	72106	67970	68541	64155	74965	81305	83407	87237	86777	90096	88321	94927	94827
Выброс CH ₄ от производства кокса																	
413	341	321	293	267	291	267	269	248	295	315	314	331	348	359	333	343	356
Выброс CF ₄ от производства алюминия																	
13411	12994	13171	13033	12938	13800	14468	14766	14986	15688	16244	16148	12675	13142	13713	13846	14058	14680
Выброс C ₂ F ₆ от производства алюминия																	
1898	1839	1864	1845	1831	1953	2048	2090	2121	2224	2303	2294	1837	1908	1993	2014	2046	2149
Всего ПФУ																	
15309	14833	15035	14878	14770	15754	16515	16857	17107	17912	18547	18442	14512	15051	15706	15860	16104	16830
Всего																	
124204	102942	98430	89243	81421	88151	84752	85667	81510	93172	100168	102163	102080	102176	106160	104514	111374	112013

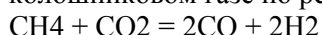
Средний удельный расход кокса рассчитывался по статистическим данным о потреблении кокса в черной металлургии и выплавке чугуна в 2000-2004 гг. Результаты расчетов приводятся в таблице 4.32. Среднеквадратическое отклонение удельного расхода кокса на выплавку тонны чугуна в 2000-2004 гг. составило менее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

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				

Производство железа прямого восстановления. Железо прямого восстановления на ОЭМК производится с использованием способа Мидрекс, главным отличием которого является технология конверсии природного газа в восстановительный газ. Конверсия в этом процессе осуществляется диоксидом углерода (CO₂), содержащимся в отходящем из печи колошниковом газе по реакции :



Использование CO₂ для конверсии природного газа приводит к значительному сокращению выбросов CO₂ при производстве железа прямого восстановления.

Расчет выбросов проводился по формуле 4.11 (IPCC, 2006) с учетом сокращения выбросов в результате использования отходящего газа для конверсии природного газа в восстановительный газ. Использовались национальные данные о содержании углерода в природном газе и данные предприятия о среднем содержании углерода в железе прямого восстановления и удельном потреблении природного газа для прямого восстановления железа. Технологические данные приводятся в таблице 4.33. Данные о производстве продукции и использовании сырья на ОЭМК в 1990 – 2007 гг. приводятся в таблице 4.35.

Таблица 4.33

Технологические показатели Оскольского электрометаллургического комбината.

Доля отходящего из установок прямого восстановления железа колошникового газа, используемая для конверсии метана в восстановительный газ, %	63,6
Среднее содержание углерода в металлизированных окатышах, %	1,7
Среднее содержание углерода в выпускаемой стали, %	0,3
Удельный расход электродов на производство стали, кг/т	2,3

Производство стали. Оценка выбросов CO₂ при производстве стали основана на изменении содержания углерода в продукции при производстве стали из чугуна, металлизированных окатышей и стального лома. Кроме того, учитывалось сгорание углеродных электродов при производстве электростали (формула 3.6В, (IPCC, 2000)).

По данным Министерства промышленности и торговли Российской Федерации содержание углерода в чугуне и стали составляет 4,3% и 0,25% соответственно. При расчете выбросов CO₂ от производства стали в кадастре выбросов парниковых газов 2009 г. использовались эти значения. Удельный расход электродов в электропечах 1,25 кг

углерода/т электростали, что соответствует коэффициенту выбросов - 4,58 кг CO₂/т. электростали, принят по умолчанию (IPCC, 2000).

При оценке выбросов CO₂ 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, 2008). 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, 2008 Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации, 2005).

Отдельно оценивались выбросы CO₂ от производства электростали на ОЭМК по методу уровня 3 МГЭИК на основании данных предприятия о производстве стали, потреблении металлургических окатышей, стального лома и углеродных электродов, содержании углерода в сырье и конечной продукции. Содержание углерода в электродах принималось по умолчанию (IPCC, 2006). Данные о производстве стали и потреблении сырья приводятся в таблице 4.35.

Кроме оценки выбросов CO₂, проведена оценка выбросов NO_x, НМЛОС, CO, SO₂ 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 4.34 и 4.36.

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 CH₄/тонну кокса. Данные Росстата о производстве кокса в России приводятся в таблице 4.37.

Таблица 4.34

Коэффициенты выбросов NO_x, НМЛОС, CO, SO₂ от доменного и прокатного производства, г/тонну продукции

	NO _x	НМЛОС	CO	SO ₂
Загрузка домны		100	1300	2000
Выпуск чугуна	76	20	112	30
Выпуск проката	40	30	1	45

Таблица 4.35

Производство металлизированных окатышей, электростали и потребление сырья на ОЭМК в 1990- 2007 гг.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Производство металлизированных окатышей, тыс. тонн	1683	1676	1575	1544	1707	1678	1505	1730	1726	1787	1918	1855	1905	1905	2099	2266	2250	2236
В том числе используется для производства стали на комбинате, тыс.тонн	972	1018	1074	1069	1218	1160	1091	1240	1293	1331	1396	1457	1648	1665	1728	1720	1953	1994
Удельный расход природного газа на производство металлизированных окатышей, м3/т	365,9	361,2	362,3	352,0	322,4	341,4	337,0	325,6	326,0	325,7	325,2	327,7	325,4	329,2	321,0	318,2	319,5	312,3
Расход стального лома на производство стали, тыс тонн	733	749	617	540	635	759	616	698	512	759	946	813	859	996	1087	1177	1099	1311
Производство стали, тыс. тонн	1556	1584	1517	1452	1588	1634	1462	1655	1558	1836	2064	2111	2224	2353	2461	2559	2658	2890

Таблица 4.36

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	2007
Производство чугуна	59387	48891	46135	40857	36535	39758	37148	37328	34661	40856	44584	45016	46691	48812	50427	49175	52362	51516
В том числе передельного чугуна	55812	46638	44021	39339	35454	38494	36286	36387	33521	39663	43352	43634	45199	47249	49109	47930	50947	50171
Экспорт передельного чугуна	2549	3198	1931	2268	3258	2889	2109	2455	2537	2908	3691	3652	4193	4733	5546	5132	6101	5805
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	6,7
Производство стали	89622	77100	67029	58346	48812	51589	49253	48502	43673	51518	59150	59030	59883	62839	65646	66262	70816	72370
В том числе электростали	13361	12420	10407	8230	6501	6619	6205	6215	5584	6831	8711	8884	8997	10036	11572	13604	16269	19543
Производство проката черных металлов	63737	55125	46824	42718	35855	39035	38911	38793	35189	40877	46712	46903	48534	50673	53701	54661	58215	59612

Таблица 4.37

Производство кокса в России, млн. т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	33,9

Таблица 4.38

Производство ферросплавов в России, тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	157,8
Ферросилиций, в пересчете на 45 % содержание кремния	633	537	490	503	359	372	461	498	494	601	672	707	702,4	761	724	742	892	896
Феррохром 60 %	476	505	428	292	343	354	135	248	218	267	294	235	232	352	454	584	554	528
Силикомарганец 92 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3	34,0	10,6	0	0	40,8	72,2
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	90,6

Выбросы CO₂ от производства ферросплавов (2.С.2)

Оценка выбросов CO₂ 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 4.38. 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.CO₂/т ферромарганца, 2,35 т.CO₂/т ферросилиция 50 %, 1,3 т CO₂/т. феррохрома, 1,7 т CO₂/т. силикомарганца.

Выбросы CO₂, ПФУ от производства алюминия (2.С.3)

Оценка выбросов CO₂ от производства алюминия производилась по методике уровня 1b (IPCC, 1996). Использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию: 1,8 т CO₂/т выплавленного алюминия для производства с использованием технологии Содерберга, и 1,5 т.CO₂ /т. алюминия для технологии с предварительно обожженными анодами (IPCC, 1996).

Данные об объемах выплавки первичного алюминия с использованием технологий Содерберга и предварительно обожженных анодов собраны на алюминиевых заводах (Снегов, 1997, Прокопов, 2005, НП «Алюминий», 2007, данные компании РУСАЛ, 2008). Данные по выплавке первичного алюминия в период 1990-2007 гг. приводятся в таблице 4.39 по данным федеральной статистики (Российский... 1998, 2004 - 2007; 2008 Промышленность... 2005).

Оценка выбросов перфторуглеродов CF₄ и C₂F₆ проводилась с использованием методики уровня 1 (IPCC, 2000). При расчетах использовались коэффициенты выбросов CF₄ и C₂F₆ по умолчанию для различных технологий, применяемых при выплавке алюминия (таблица 3.10 IPCC, 2000). Используемые коэффициенты выбросов CF₄ и C₂F₆ приводятся в таблице 4.40. Данные о производстве первичного алюминия с применением перечисленных выше технологий получены от НП «Алюминий» и РУСАЛ и приводятся в таблице 4.41.

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_x и SO₂ выполнена по методике (IPCC, 1996) с использованием коэффициентов эмиссии по умолчанию (таблица 2-21), равных соответственно для технологии с предварительно обожженными анодами – 535 кг CO/тонну алюминия, 2,15 кг NO_x/ тонну и 15,1 кг SO₂/ тонну и для технологии Содерберга – 135 кг CO /тонну алюминия, 2,15 кг NO_x/ тонну и 14,2 кг SO₂/ тонну.

При подготовке кадастра выбросов парниковых газов в 2009 г. был проведен расчет выбросов CF₄ и C₂F₆ от производства первичного алюминия с использованием методики уровня 2 (IPCC, 2000) для 2006 – 2007 гг. Кроме того, РУСАЛ предоставил расчет выбросов CF₄ и C₂F₆ на Красноярском алюминиевом заводе в 2006 -2007 гг. с использованием методики уровня 3b (IPCC, 2000). Результаты этих расчетов приводятся в приложении 3.2 к данному докладу.

Выбросы гексафторида серы при производстве магниевых сплавов

В предыдущих кадастрах выбросы SF₆ 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 SF₆. Ввиду отсутствия данных о доле каждой из технологий в общем объеме выплавки, принималось что доля процесса с использованием SF₆ составляет одну треть.

В настоящем кадастре оценка выброса пересмотрена с учетом информации, полученной на предприятиях-производителях магниевых сплавов и в отраслевых научно-исследовательских организациях. Согласно этим данным, в период 1990-2007 гг. SF₆ в России в условиях производства не использовался. В настоящем кадастре для выбросов SF₆ в период 1990-2007 г. принята оценка NO (не происходят).

Таблица 4.39

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	2007
Объем производства	103,0	93,8	99,4	100,0	96,0	104,0	108,0	101,1	103,4	104,7	103,0	101,7	101,4	103,9	104,0	102,0	102,0	106,0

Таблица 4.40

Коэффициенты выбросов CF₄ и C₂F₆ для различных технологий выплавки алюминия, кг /тонну алюминия.

Технология выплавки алюминия	CF ₄	C ₂ F 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 4.41

Доля использования различных технологий в производстве первичного алюминия в Российской Федерации в 1990-2007 гг., %

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	63,8
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	12,0
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	2,4
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	21,8

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.

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

4.4.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.С оценка неопределенностей выбросов CO₂, CH₄ 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), 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 CO₂ 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 CH₄ и составляет 25 %.

Производство ферросплавов. Неопределенность данных Росстата об объемах производства ферросплавов составляет 3 %. Неопределенности, связанные с использованием коэффициентов выбросов CO₂ 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 CO₂, так и для выбросов перфторуглеродных соединений. По результатам расчетов неопределенность выбросов CO₂ 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 4.42.

Диапазоны неопределенности оценки выбросов CF₄ и C₂F₆ по результатам расчетов составили соответственно -29 % / +71 % и -29 % / +68 %.

Таблица 4.42

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

	CF ₄	C ₂ F ₆
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 4.43.

Кроме того, оценивались выбросы NO_x, CO и SO₂ 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, 2008). Коэффициенты эмиссии НМЛОС в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.44. Данные Росстата об объемах производства в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.45.

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, 2008). 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 1990-2007 гг. приводятся в таблице 4.46.

Выбросы НМЛОС NO_x, CO и SO₂ от целлюлозно-бумажной промышленности (2.D.1)

Оценка выбросов НМЛОС, NO_x, CO и SO₂ от целлюлозно-бумажной промышленности проводилась по методике МГЭИК (IPCC, 1996). В расчетах использовались статистические данные о производстве целлюлозы (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004, 2005, 2008), а также данные об объемах

Таблица 4.43

*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	2007
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	134,7
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	203,9
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	18,1
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	356,7

Таблица 4.44

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 4.45

Производство отдельных видов пищевой продукции в Российской Федерации в 1990-2007 гг.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Сахар-песок, тыс. т																	
3758	3425	3923	3918	2736	3155	3294	3778	4745	6808	6077	6590	6167	5841	4828	5600	5833	6112
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	56,6
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	3,8
Мясо, включая субпродукты I категории, тыс. т																	
6484	5700	4686	3970	3224	2370	1900	1510	1315	1113	1193	1284	1456	1677	1776	1857	2185	2561
Колбасные изделия, тыс. т																	
2283	2077	1547	1493	1545	1293	1296	1147	1087	948	1052	1224	1468	1700	1865	2014	2198	2411
Мясные полуфабрикаты, тыс. т																	
1075	873	390	393	352	268	255	226	219	198	244	338	409	599	772	987	1093	1254
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	675
Маргариновая продукция, тыс. т																	
808	627	560	438	278	198	200	222	239	379	462	515	536	542	560	642	664	752
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	7,8

Таблица 4.46

Производство алкогольных напитков в Российской Федерации в 1990-2007 гг., млн. декалитров

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пиво	336	333	279	247	218	213	208	261	336	445	516	638	703	755	838	910	1001	1147
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	51,3
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	3,4
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	21,6
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	8,1
Водка и ликероводочные изделия	138	154	152	157	125	123	70,6	83,0	87,0	134	123	131	140	135	135	132	120	131

производства целлюлозы способом сульфатной варки, полученные из базы данных Росстата. Данные о производстве целлюлозы приводятся в таблице 4.47.

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 NO_x/тонну сухой целлюлозы, 3,7 кг НМЛОС/ тонну сухой целлюлозы, 5,6 кг CO/ тонну сухой целлюлозы и 7 кг SO₂/ тонну сухой целлюлозы для сульфатного способа варки целлюлозы. Для сульфитного процесса коэффициент эмиссии SO₂ 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.

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

4.6.1 Обзор

Для этого субсектора в кадастре 2009 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 4.48.

В 2007 г. выбросы от этого субсектора составили 13638 Гг CO₂ – эквивалента, что составляет 92,6 % 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 2007 г. составляла 92,1 % суммарного выброса парниковых газов от субсектора. Следующим по значимости источником выбросов в субсекторе является производство гексафторида серы (7,7 % суммарного выброса от субсектора в 2007 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 4.49. Объем производства ГХФУ-22 за 2007 г. получен из базы данных Росстата, а объем сбора и улавливания ГФУ-23 принят равным объему сбора и улавливания в 2006 г.

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

В период 1990 – 2007 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)

Таблица 4.47

Производство целлюлозы в Российской Федерации, тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Всего	7525	6400	5676	4403	3314	4197	3075	3164	3210	4225	4960	5272	5579	5764	5922	6001	6008	5973
в том числе по способу сульфатной варки	4689	4015	3650	2863	2230	2917	2200	2316	2492	3324	3833	4040	4324	4453	4600	4731	4817	4886

Таблица 4.48

Выбросы парниковых газов от производства галоидоуглеводородов и гексафторида серы в 1990-2007 гг., Гг CO₂-экв.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	12561
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	1,60
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	6,76
ГФУ-152a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,002	0	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	0
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	10,98
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	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	5,83
SF ₆	208	206	70	32	17	77	216	226	99	113	140	220	280	343	441	714	1051	1051
Итого	15014	14720	11041	6580	6108	7001	6327	8117	9424	10275	12664	12327	9124	7937	11762	12829	12715	13638

- ПФУ:
1. тетрафторметан (CF_4)
 2. октафторпропан (C_3F_8)
 3. октафторциклобутан ($\text{c-C}_4\text{F}_8$)

Производился также гексафторид серы (SF_6).

Данные по объемам производства ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990 – 2006 гг. собраны на предприятиях производителях Министерством промышленности и энергетики Российской Федерации и представлены в таблице 4.50. В 2007 г. из-за отсутствия данных объемы производства ГФУ, ПФУ и гексафторида серы оценивались экстраполяцией по тренду или принимались по 2006 г.

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 (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 (данные предоставлены Кирово-Чепецким химическим комбинатом). Это значение используется в качестве коэффициента выбросов для оценки фугитивных выбросов при производстве SF_6 .

Таблица 4.49

Производство ГХФУ-22, сбор и улавливание попутного ГФУ-23 в 1990-2007 гг., т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство ГХФУ-22 ¹⁾	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	2007
Производство ГХФУ-22 ¹⁾	23882	29888	29113	21177	18908	27532	30560	29176	31145
Сбор и улавливание ГФУ-23	88	127	132	93	109	136	190	172	172

¹⁾Данные Министерства промышленности и энергетики

Таблица 4.50

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_4	31,56	30,36	17,97	12,75	42,40	72,24	138,56	86,90	82,56
C_3F_8	5,75	9,55	8,59	9,67	6,02	0,51	0	8,00	2,00
$\text{c-C}_4\text{F}_8$	46,92	37,56	12,78	0,55	6,10	1,70	4,01	47,92	72,68
SF_6	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	2007
ГФУ-23	0	0	12,14	22,05	19,04	32,58	28,61	29,69	27,40
ГФУ-125	92,66	189,00	245,44	343,81	640,40	1041,71	1222,70	577,53	483,13
ГФУ-152a	0	0	6,00	3,03	0	0	0	0	0
ГФУ-227ea	4,58	0	3,00	6,76	10,45	23,49	15,40	4,97	0
CF_4	242,74	372,87	453,26	150,96	99,18	157,06	246,60	257,32	337,85
C_3F_8	0	17,00	37,00	50,00	116,54	66,51	16,20	15,20	15,20
$\text{c-C}_4\text{F}_8$	71,84	62,20	48,22	55,22	69,19	197,83	114,96	133,93	133,93
SF_6	132,34	164,01	258,64	329,58	403,48	518,79	839,64	1235,16	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 (2F)

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 SF₆ при использовании гексафторида серы в электрооборудовании (2.F.8). Результаты этой оценки приводятся в таблице 4.51.

Выбросы от субсектора «Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы» в 2007 г. составили 3753 Гг CO₂-эквивалента, что в 151 раз больше выбросов в этом субсекторе в 1990 г.. Основным источником выбросов является «Кондиционирование воздуха и охлаждение» (2.F.1). Его доля в 2007 г. составила 85,7 % суммарных выбросов в этом субсекторе. Следующими по значимости источниками выбросов ГФУ и ПФУ являются противопожарная защита, использование SF₆ в электротехническом оборудовании и использование вспененных пластиков, с долей выбросов в 2007 г. 5,5 %, 3,5 % и 3,3 % соответственно.

На долю ГФУ приходится 93,8 % выбросов от субсектора. Доля выбросов ПФУ и SF₆ составляет 2,7 % и 3,5 % 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 1996-2007 гг. получены на основании анализа статистических данных внешней торговли РФ. Данные об экспорте, импорте и производстве галоидоуглеводородов и гексафторида серы приводятся в таблицах 4.52, 4.53.

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. Исключением являются автомобильные системы кондиционирования воздуха, средний срок

Таблица 4.51

Выбросы от использования ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990-2007 гг., Гг CO₂-экв.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	185,54
ГФУ - 32	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,04	0,09	0,23	0,59	1,77	4,84	8,89	21,10	33,84
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	0,02	0,58	2,63	5,19	14,88	22,38	30,94	89,75	179,25	242,95	430,15	585,80
ГФУ-134а	0	0	0	0	11,47	26,82	51,25	83,80	123,76	179,32	219,49	302,15	419,25	523,08	681,37	851,27	1227,79	1701,90
ГФУ 152а	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	0,004
ГФУ-143а	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	709,39
Итого ГФУ	0	0	0	0	11,47	26,82	51,30	85,30	131,02	192,71	257,04	371,18	526,63	797,68	1207,51	1566,77	2406,51	3216,47
Пенообразователи																		
ГФУ-134а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,28	12,61	24,02	40,73	58,51	57,31	98,02	122,03
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	123,19
ГФУ-227еа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0,39	0,80	1,72	3,16	4,93	7,34
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	130,53
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	76,93
Аэрозоли																		
ГФУ 152а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,42	0,63	0,21	0	0	0	7
ГФУ-227еа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,22	3,96	6,99	13,78	24,44	33,57	44,05
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	51,05
Другие виды использования																		
ГФУ-227еа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,02	0,04	0,09	0,17	0,25	0,37
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	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	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	24,69
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	24,69
Использование в электротехническом оборудовании																		
SF ₆	9,40	11,39	13,38	15,37	17,36	19,35	21,35	23,36	25,36	27,35	29,36	31,38	34,22	43,91	51,62	92,78	107,68	125,89
Итого от использования ГФУ, ПФУ и гексафторида серы.																		
	32,29	35,68	29,55	27,92	42,52	61,25	84,94	159,60	200,56	275,23	358,04	509,70	664,60	1046,25	1470,42	1913,38	2830,87	3747,96

Таблица 4.52

Производство, экспорт и импорт ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990-2007 гг., т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	27,40
экспорт							4,00	0	3,90	17,26	4,8	0	2,54	0	0	0,04	0	0
импорт							0	0	0,03	0,33	0	0,05	0,00	4,81	9,12	18,26	19,24	22,60
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	483,13
экспорт							2,39	0,68	10,50	67,93	150,72	157,87	234,38	518,38	764,78	845,28	117,73	38,50
импорт							0	0	1,17	0	0	0	0	0	0	135,08	74,70	73,21
ГФУ-152a																		
производство	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,00	3,03	0	0	0	0	0
экспорт							0	0	0	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00
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	0
экспорт								1,00	9,35	4,00	2,12	0	0	0	0	0	0	0
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,30	41,02	62,52
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	337,85
экспорт							138,60	67,08	58,71	188,83	678,46	632,77	167,25	82,80	136,51	220,29	266,01	338,85
импорт							0,00	0,03	0,053	0	0,00	0,21	0,00	0	0	0,03	2,36	1,01
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	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	17,80
импорт							0	0	0,01	0	0,40	0	0	0	0	0,48	0	0
ПФУ-318c																		
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	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	134,06
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	65,81
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	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	514,08
импорт							0,91	1,85	1,04	0,18	0,50	2,02	4,36	18,00	16,46	2,60	6,93	98,40

Таблица 4.53

Импорт и экспорт ГФУ и хладоновых смесей в 1996-2007 гг., т

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	0,06
импорт	50,43	82,69	85,94	168,46	221,33	423,54	529,09	664,94	943,42	892,92	1552,27	1909,02
ГФУ-143а												
экспорт	0	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	0
R-401а												
экспорт	0	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	0
R-401b												
экспорт	0	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	0
R-402а												
экспорт	0	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	0
R-402b												
экспорт	0	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	0
R-404а												
экспорт	0	0	0	0	0,41	0,04	0	0	0	1,72	0	0,20
импорт	0,10	2,90	10,41	14,30	52,75	48,60	53,50	302,36	474,10	363,74	871,90	757,63
R-407а												
экспорт	0	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	0
R-407b												
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R-407с												
экспорт	0	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	119,55
R-408а												
экспорт	0	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	0
R-410а												
экспорт	0	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	155,04
R-507												
экспорт	0	0	0	0,55	0	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	49,28
R-510												
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0	0	0
Смесь ГФУ-134а и ГФУ-152а												
экспорт	0	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	0
Смесь ГФУ-134а и ГФУ-125												
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0
готовые смеси для холодильной техники												
экспорт	0	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	269,90
Сжиженный газ для холодильной техники (без наименования)												
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	919,51

службы которых составляет 12 лет (IPCC, 2006). Поэтому в 2006–2007 гг. учитываются выбросы от утилизации автомобильных систем кондиционирования воздуха.

Для оценки выбросов ГФУ от систем кондиционирования воздуха и охлаждения использовались методы уровня 1a/b и 2a МГЭИК (IPCC, 2006).

В кадастре 2009 г. по методу уровня 2a МГЭИК оценивались выбросы ГФУ от бытового холодильного оборудования, стационарных и автомобильных систем кондиционирования воздуха.

Выбросы от транспортного, коммерческого и промышленного охлаждения оценивались по методу уровня 1a/b МГЭИК на основании данных о ежегодных объемах потребления ГФУ и хладоновых смесей. Для каждого вещества составлялся банк накопления этого вещества в холодильных системах. При расчетах выбросов использовался коэффициент выбросов по умолчанию – 15 % от накопленного банка хладагента, а также значение среднего срока службы оборудования – 15 лет (IPCC, 2006). По методу уровня 1a/b МГЭИК оценивались выбросы смесевых хладагентов ГФУ-401a,b, ГФУ-402b, ГФУ-404a, ГФУ-408a, ГФУ-507 и др., а также выбросы от используемых в системах промышленного и коммерческого охлаждения хладагентов – ГФУ-23, ГФУ-143a и частично ГФУ-134a.

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

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. Использование ГФУ-134a 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 1996-2007 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 4.54. В кадастре выбросов парниковых газов 2009 г. уточнены данные о производстве и экспорте холодильников с ГФУ-134a в связи с получением данных о производстве и экспорте от завода «Океан», г. Уссурийск.

Таблица 4.54

Производство бытовых холодильников и морозильников в 1990-2007 гг., тыс. шт.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Производство бытовых холодильников и морозильников ¹⁾	3773,8	3710,2	3184,1	3481	2662,4	1788,6	1063,6	1186,2	1042,7
В том числе с использованием ГФУ-134а ²⁾	0	0	0	0	0	7,4	310,1	639,7	838,9
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134а ²⁾	0	0	0	0	0	0	13,7	27,8	43,9
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Производство бытовых холодильников ¹⁾	1172,7	1326,8	1719,4	1938,4	2217,9	2589,2	2778,5	2994,7	3539,2
В том числе с использованием ГФУ-134а ²⁾	817,4	806,0	1117,1	1222,9	1318,0	1557,4	1579,6	1709,2	1870,9
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134а ²⁾	56,2	81,0	122,1	186,9	189,8	279,8	354,8	498,2	501,6

¹⁾ Данные Росстата²⁾ Оценка ИГКЭ, основанная на данных производителей

Расчет выбросов ГФУ-134а 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 0,3 % - ежегодные выбросы от накопленного в бытовых холодильниках банка ГФУ-134а.

В кадастре 2009 г. выполнена оценка банка ГФУ-134а в бытовых холодильниках, импортированных в Россию из других стран. Расчет проводился на основе данных Федеральной Таможенной Службы, доля холодильников, при производстве которых использовался ГФУ-134а, определялась на основе данных публикаций, национальных докладов о кадастре, интернет-сайтов ведущих поставщиков бытовых холодильников на российский рынок, устных сообщений сотрудников предприятий, выпускающих бытовые холодильники.

В кадастре выбросов парниковых газов 2009 г. по методу уровня 2а МГЭИК (IPCC, 2006) оценивались выбросы от использования ГФУ-134а, ГФУ-407с и ГФУ-410а в оборудовании для стационарного кондиционирования воздуха. Использование этих хладагентов в стационарном оборудовании для кондиционирования воздуха в небольших количествах начинается в 1997 г. С 2001 г. доля оборудования на ГФУ-134а, ГФУ-407с и ГФУ-410а быстро нарастает. Кроме указанных выше хладагентов в климатическом оборудовании также используется ГХФУ-22. Данные о долях разных типов климатического оборудования на разных хладагентах приводятся в таблице 4.55. Данные приводятся в процентах суммарной мощности соответствующего типа кондиционеров.

Климатическое оборудование в России практически не производится, и весь парк этого оборудования представляет собой технику, импортированную из других стран. Объем поставок этого оборудования с учетом его типа и мощности определялся на основании анализа таможенной статистики Российской Федерации. Учитывая зависимость объема заправки оборудования от его типа и мощности, рассчитывались банки ГФУ-134а, ГФУ-407с и ГФУ-410а сформировавшиеся в результате заводской заправки оборудования, дозаправки в процессе монтажа, планового и аварийного обслуживания стационарного оборудования для кондиционирования воздуха.

Использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 2006): 6 % - выбросы от обращения с контейнерами, 0,6 % - выбросы от дозаправки оборудования и 5,5 % - ежегодные выбросы от накопленного в климатическом оборудовании банка хладагентов. Для чиллеров использовался ежегодный коэффициент выбросов по умолчанию (IPCC, 2006), равный 8,5% от накопленного в чиллерах банка хладагентов.

Таблица 4.55

Использование различных хладагентов в разных типах нового климатического оборудования в 2000 – 2007 гг., %

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Мобильные моноблоки								
ГФУ-410a	-	-	-	-	-	-	2,0	6,0
ГФУ-407c	-	3,0	21,0	42,0	61,0	74,6	87,0	82,8
ГХФУ-22	100,0	97,0	79,0	58,0	39,0	25,4	11,0	11,2
Бытовые сплит-системы								
ГФУ-410a	-	-	0,1	2,0	6,0	15,8	14,1	14,4
ГФУ-407c	-	-	0,1	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1
ГХФУ-22	100,0	100,0	99,8	97,9	93,5	84,2	83,6	83,1
Полупромышленные сплит-системы								
ГФУ-410a	-	-	0,3	0,5	3,2	7,9	30,9	31,2
ГФУ-407c	-	-	0,4	0,7	2,4	0,7	0,3	0,0
ГХФУ-22	100,0	100,0	99,3	98,8	94,4	91,4	68,8	68,8
Мультисплит-системы								
ГФУ-410a	-	-	2,0	7,0	11,3	23,1	53,8	52,0
ГФУ-407c	-	-	-	-	2,4	-	-	-
ГХФУ-22	100,0	100,0	98,0	93,0	86,3	76,9	46,2	48,0
Мини-VRF								
ГФУ-410a	-	-	-	-	55,0	84,2	91,4	88,6
ГФУ-407c	-	-	-	100,0	37,5	4,8	0,4	-
ГХФУ-22	-	-	-	-	7,5	11,0	8,2	11,4
Компрессорно-конденсаторные агрегаты								
ГФУ-410a	-	-	-	-	-	-	2,0	11,0
ГФУ-407c	10,0	35,0	60,0	75,0	83,0	86,0	87,0	82,0
ГХФУ-22	90,0	65,0	40,0	25,0	17,0	14,0	11,0	7,0
Чиллеры								
ГФУ-410a	-	-	-	0,1	0,5	0,4	2,3	6,9
ГФУ-407c	10,0	21,0	35,0	52,0	66,7	59,6	57,3	38,1
ГФУ-134a	25,0	22,0	20,0	19,0	22,7	30,8	31,7	47,5
ГХФУ-22	65,0	57,0	45,0	28,9	10,1	9,1	8,7	7,5

Для смесевых хладагентов значения выбросов пересчитывались в выбросы ГФУ-32, ГФУ-125 и ГФУ-134a, входящих в состав смесей, в соответствии с процентным составом. (IPCC, 2006, Стрельцов, 2006)

Оценка выбросов ГФУ-134a от автомобильных кондиционеров проводилась для легковых автомобилей в период с 1994 до 2007 гг. Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134a оценивался на основе данных об импорте новых и подержанных автомобилей, а также на основе данных о сборке иномарок на территории России. Кроме того, в Российской Федерации имеется производство автомобильных кондиционеров на ГФУ-134a, которое тоже было учтено при оценке выбросов ГФУ-134a. Предполагалось, что 90% импортированных автомобилей, произведенных после 1993 г., и 70% собранных в Российской Федерации иномарок оснащены кондиционером с ГФУ-134a.

Средний срок службы автомобиля принимался равным 12 лет (IPCC, 2006), средний объем ГФУ-134a в системе автомобильного кондиционирования – 0,9 кг (IPCC, 2006). Учитывалось также, что после аварии происходит полная замена хладагента в системе. Уровень аварийности в России принимался равным 2% в год.

При расчете затрат ГФУ-134a на обслуживание автомобильных кондиционеров учитывались регулярные дозаправки систем кондиционирования хладагентом на станциях технического обслуживания для восполнения потерь хладагента при утечках.

Результаты оценки парка легковых автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а и объема использования ГФУ-134а на заправку и обслуживание автомобильных кондиционеров в России представлены в таблице 4.56.

Таблица 4. 56

Парк легковых автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а и объем использования ГФУ-134а для обслуживания автомобильных кондиционеров в России в 1994 – 2007 гг

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а, тыс. шт.	63,90	147,85	259,52	409,87	607,44	905,21	1095,98
Объем затрат ГФУ-134а для обслуживания автомобильных кондиционеров, т	1,15	11,29	24,63	42,41	66,27	98,30	141,93
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а, тыс. шт.	1515,76	2098,90	2624,96	3238,66	4066,54	5228,47	6944,57
Объем затрат ГФУ-134а для обслуживания автомобильных кондиционеров, т	177,04	252,55	371,14	499,54	616,65	826,84	1129,79

Расчет выбросов ГФУ-134а проводился по методу уровня 2а МГЭИК (IPCC, 2006). Использовались коэффициенты выбросов по умолчанию: 0,35 % - выбросы от заправки автомобильных кондиционеров хладагентом, 15 % - ежегодные выбросы от накопленного в банка ГФУ-134а и 50 % - выбросы при утилизации в конце срока службы автомобиля.

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). Предполагается, что использование ГФУ-134а в качестве пенообразователя началось с 2000 г.

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-227ea и 40 % ГФУ-23 (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007). Предполагается, что ГФУ-227ea 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-227ea использовались коэффициенты выбросов по умолчанию – 1 % от ежегодного потребления ГФУ-227ea в этой области использования (выбросы при производстве) и 2 % от накопленного банка ГФУ-227ea (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 SF₆, накопленного в существующем электротехническом оборудовании.

Использование элегазового оборудования в электрических сетях РАО «ЕЭС России» началось в 1989 г. Данные по общему количеству SF₆ в оборудовании, собранные Министерством промышленности и энергетики РФ (2001-2006 гг.), Министерством энергетики в 2007 г., полученные в результате интерполяции (1990-2000 гг.) приводятся в таблице 4.57.

В кадастре выбросов парниковых газов 2008 г. учтено использование SF₆ в элегазовом электрооборудовании на Оскольском электрометаллургическом комбинате и на атомных электростанциях ОАО «Концерн Энергоатом». Эти данные также представлены в таблице 4.57.

Таблица 4.57

Общее количество SF₆ в электротехническом оборудовании, т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Электросети РАО «ЕЭС России»	4,2	8,3	12,5	16,7	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5
ОЭМК	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
АЭС ОАО «Концерн Энергоатом»	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1
Годы	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Электросети РАО «ЕЭС России»	41,7	45,8	50,0	55,8	75,8	91,0	177,0	207,3	243,6
ОЭМК	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,6	15,6
АЭС ОАО «Концерн Энергоатом»	0,1	0,1	0,1	0,4	0,5	1,5	1,6	2,4	4,2

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 сырья 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. Пископель 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, 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 дробленный для производства конвертерных огнеупоров.
41. Цветков О.Б. Холодильные агенты в Киотском протоколе значатся. Холодильная техника, N 1 2005 с.8 – 11.
42. Шишкин А.В. Карбонатные породы. В сб. «Неметаллические полезные ископаемые СССР». Москва, Недра, 1984. с. 195 – 207.
43. Юсфин Ю.С., Леонтьев Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда. ИКЦ «Академкнига», М.: 2002, 469 с.
44. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-OECD-IEA. Paris. 1997.
45. IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-IGES-OECD-IEA. Japan. 2000.
46. National Inventory Report, p. 294 , Federal Environment Agency Germany, 2007
47. National Inventory Report, 2003-2007 APAT- Agency for Environmental Protection and Technical Services, Italy, 2008
48. National Inventory Report 2008 of the Republic of Lithuania, Vilnius

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 2007 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 1990-2007 гг. выбросы N_2O в целом изменялись незначительно, обнаруживая слабую тенденцию к уменьшению до 1997 г. и тенденцию к возрастанию в период 1997-2007 гг. Что касается выбросов НМЛОС, выполненные оценки являются приблизительными и не позволяют делать выводы о тенденциях изменения выбросов во времени.

Таблица 5.1

Выбросы N_2O в секторе «Использование растворителей и другой продукции» в 1990-2007 гг., Гг CO_2 -экв.

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
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	541,4

Таблица 5.2

Выбросы НМЛОС в секторе «Использование растворителей и другой продукции» в 1990-2007 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	2007
Использование красителей	664	661	658	655	653	649	646	642	640
Обезжиривание и химическая чистка	125	125	124	124	123	123	122	121	121
Прочие	981	977	973	968	964	959	954	949	946
Всего	1770	1763	1756	1747	1740	1730	1722	1713	1707

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 EMEP/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 ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2005) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2007 гг. (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Численность населения Российской Федерации в 1990-2007 гг. (на начало года), млн. чел.

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Численность	147,7	148,3	148,5	148,6	148,4	148,5	148,3	148,0	147,8	147,5	146,9	146,3	145,6	145,0	144,2	143,5	142,8	142,2

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 ЕМЕР/CORINAIR (ЕЕА, 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 ЕМЕР/CORINAIR) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2007 гг. (табл. 5.3).

5.4 Полиграфическая промышленность, использование клеев и адгезивов, бытовое использование растворителей и прочие виды использования растворителей (3.C)

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 ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (ЕЕА, 2005) и включены в субсектор 3.C. Коэффициенты выбросов НМЛОС, использованные в расчетах, приводятся в таблице 5.4. Результаты оценки выбросов НМЛОС от этого субсектора – в таблице 5.5.

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 N₂O в этом субсекторе относятся к источнику 3.D.1 – использование N₂O для анестезии.

Выбросы оценивались исходя из предположения, что весь использованный в медицине N₂O выделяется в атмосферу в ходе проведения наркоза. Таким образом, выброс N₂O равен его потреблению. Данные об использовании N₂O не собираются российской статистикой, поэтому для проведения оценки, использовались данные о ежегодной потребности медицинских учреждений в N₂O, предоставленные Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации для 1997-2000 гг.. Для тех лет, у которых эти данные отсутствуют, потребность в N₂O оценивалась исходя из количества сделанных в этом году хирургических операций (принималось, что потребность в N₂O пропорциональна общему числу хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах (Здравоохранение, 1996, 2001, 2006)). Число операций приведено в табл. 5.6. Число операций за 2005, 2006 и 2007 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

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Полиграфическая промышленность	96	96	97	97	96	97	96	96	96	96	95	95	95	94	94	93	93	92
Использование клеев и адгезивов	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	88	88	87	87	87	86	86	85
Бытовое использование растворителей	266	267	267	267	267	267	267	266	266	266	264	263	262	261	260	258	257	256
Прочие применения	532	534	535	535	534	535	534	533	532	531	529	527	524	522	519	517	514	512

Таблица 5.6

Количество хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах, в Российской Федерации в 1990 -2007 гг., тыс. операций

Год	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	2007
Количество операций	8465	8587	8751	8729	8747	8782	8735	8736	8891

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 2007 году суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора Российской Федерации составили 134 709 Гг CO_2 -экв., что соответствует 43,5 % уровня 1990 года (309 972 Гг CO_2 -экв.). В 2007 году вклад закиси азота (N_2O) в общие сельскохозяйственные выбросы был примерно в два раза больше (68,9 %) вклада метана (CH_4) (31,1 %). К наиболее значимым источникам в аграрном секторе РФ относятся прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (52 251 Гг CO_2 -экв.) и выбросы CH_4 при внутренней ферментации домашних животных (37 885 Гг CO_2 -экв.). В течение периода 1990-2007 гг. прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель сократился на 48,3 %, а выброс метана от процессов внутренней ферментации животных на 60,2 %.

Снижение выбросов парниковых газов связано с уменьшением поголовья скота и численности птицы в сельском хозяйстве страны (см. рис. 6.1), а также сокращением посевных площадей в стране (см. рис. 6.2) и норм вносимых минеральных азотных удобрений (см. рис. 6.3), как результат экономических преобразований аграрного сектора и страны в целом. В среднем поголовье скота и птицы сократилось на 47,8% по сравнению с уровнем 1990 года. Площадь культивируемых земель в России за период с 1990 по 2007 год уменьшилась на 31,4% или 41,6 млн. га. Внесение минеральных азотных удобрений сократилось на 85,6%, что соответствует снижению поступления азота в сельскохозяйственные почвы на 8,5 млн. тонн. Все указанные показатели агропромышленной деятельности имеют тенденцию к постепенному снижению в течение всего рассматриваемого периода, включая последние годы.

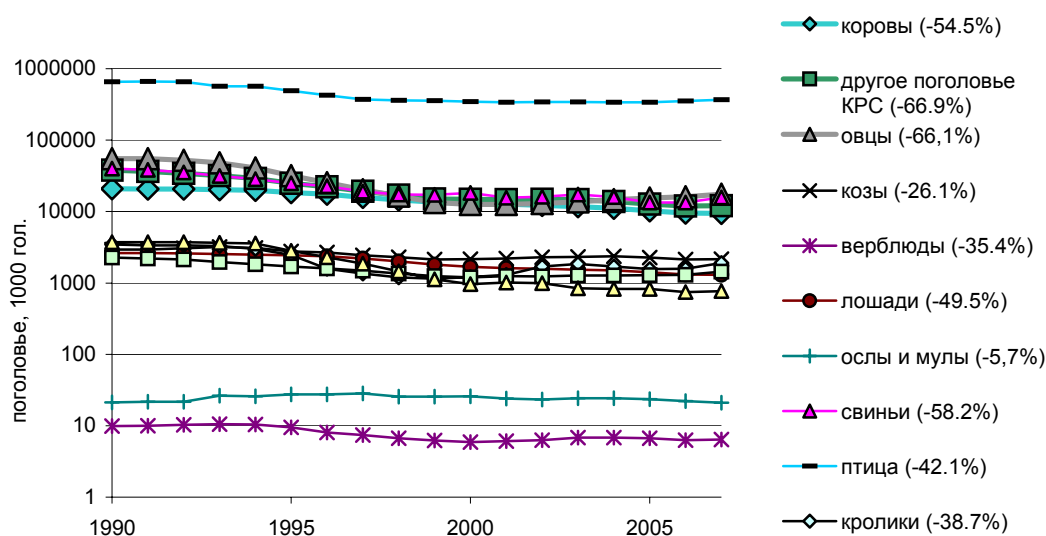


Рис. 6.1. Поголовье скота и птицы во всех хозяйствах с 1990 по 2007 годы, тыс. голов.
Изменение поголовья указано в процентах к 1990 году.

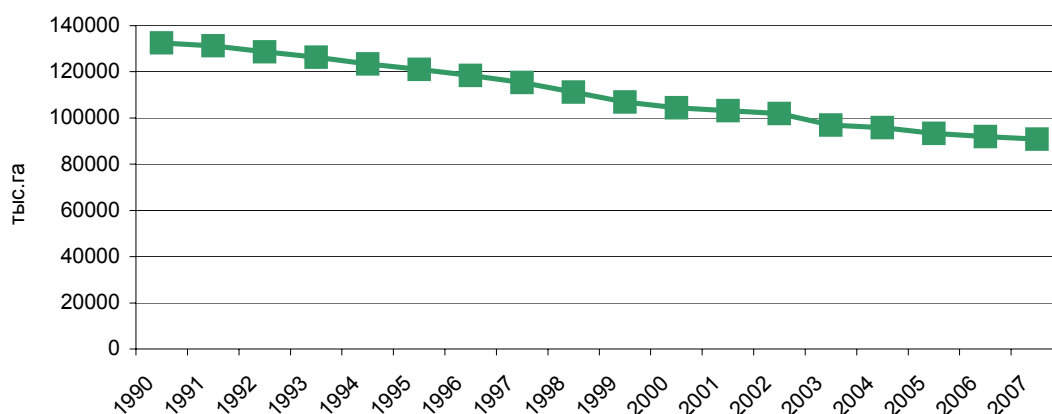


Рис. 6.2. Культивируемые земли в России (посевные площади, пар и многолетние насаждения) за период с 1990 по 2007 г.

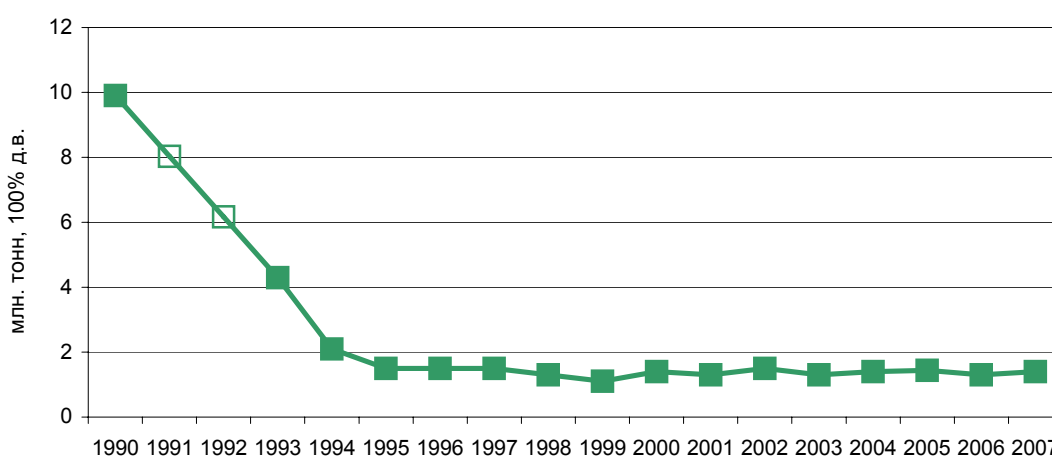


Рис. 6.3. Внесение минеральных азотных удобрений в почвы за период с 1990 по 2007 г.

Ниже приводится подробное рассмотрение выбросов CH_4 и N_2O и методологий их оценки за 2007 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 4Ва 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 1990-2007 гг. приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве по источникам за 1990-2007 гг. (Гг CO₂-экв.)

Годы	Источники							Всего*
	Внутренняя ферментация, CH ₄	Системы сбора и хранения навоза, CH ₄	Системы сбора и хранения навоза, N ₂ O	Рисовые поля, CH ₄	Прямой выброс от почв, N ₂ O	Навоз пастбищ и выпасов, N ₂ O	Косвенный выброс от почв, N ₂ O	
1990	95 267	7 413	48 430	1 627	101 138	9 916	46 182	309 972
1991	92 503	7 219	47 122	1 514	94 652	9 604	43 111	295 725
1992	85 298	6 639	42 979	1 447	87 988	9 192	38 237	271 779
1993	81 255	6 264	40 226	1 425	80 425	8 844	33 312	251 750
1994	76 105	5 890	37 392	1 054	71 663	8 084	27 750	227 939
1995	68 573	5 303	32 964	934	65 755	7 463	24 025	205 020
1996	61 505	4 759	28 846	939	62 613	6 964	21 640	187 267
1997	55 637	4 273	25 758	824	61 675	6 223	19 884	174 273
1998	49 775	3 947	23 317	767	53 784	5 524	17 816	154 932
1999	43 709	3 649	20 905	908	52 390	5 253	15 822	142 637
2000	43 925	3 636	20 748	919	54 718	5 351	16 935	146 232
2001	44 856	3 612	21 063	809	55 051	5 268	16 743	147 400
2002	44 488	3 600	21 254	782	55 180	5 073	17 070	147 446
2003	43 228	3 633	21 017	786	52 894	5 101	16 505	143 164
2004	41 863	3 463	20 349	670	52 522	5 007	16 074	139 947
2005	39 379	3 131	19 278	731	51 598	4 718	15 466	134 302
2006	37 460	3 046	18 845	827	51 376	4 546	15 388	131 486
2007	37 885	3 216	19 584	822	52 251	4 628	16 322	134 709

*данные в колонке могут отличаться от суммы по источникам в таблице 6.1. в связи с округлением выбросов по категориям источников.

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 (CO₂). В соответствии с рекомендациями МГЭИК выбросы CO₂ от сельскохозяйственных почв могут рассматриваться как в инвентаризации аграрного, так и лесного секторов. В настоящем кадастре антропогенный поток CO₂ 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).

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 15 тыс. крупных и средних. В расчете на каждое из них приходится в среднем 6 тыс. га сельскохозяйственных угодий, 3 тыс. га посевных площадей, более 600 голов крупного рогатого скота, примерно 500 голов свиней, 190 голов овец и коз. Средняя численность работников в этих предприятиях составляет 125 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 и индивидуальные предприниматели; осуществляющие сельскохозяйственную деятельность, число которых по данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г. составило 147,5 тысяч. Средний размер земельного участка в хозяйствах, имеющих земельную площадь, составлял 125 га.

3. хозяйства населения (по данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи) - более 20 млн. личных подсобных хозяйств со средней площадью земли 0,51 га, около 14 млн. коллективных садово-огородных участков со средним размером одного участка 0,08 га, производящих продукцию, в основном, для продовольственного обеспечения семьи.

Основой наблюдения за сельскохозяйственными организациями, неотносящимся к субъектам малого предпринимательства, служат предоставляемые ими годовые или периодические (месячные) формы федерального статистического наблюдения. Статистическое наблюдение за деятельностью малых предприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей организуется на основании форм статистического наблюдения с использованием выборочного метода обследования.

Для наблюдения за хозяйствами населения используются данные выборочного обследования личных подсобных хозяйств, сельскохозяйственных 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 целях определения объемов сельскохозяйственного производства в личных подсобных хозяйствах населения используются методы распространения выборочных данных на генеральную совокупность. Для анализа деятельности садово-огороднических товариществ и индивидуального строительства в сфере сельскохозяйственного производства возможно проведение единовременных выборочных обследований, а в период между выборочными обследованиями – осуществление экономических расчетов.

В 2006 году Росстат провел в стране общую сельскохозяйственную перепись. Предыдущая полная перепись сельского хозяйства была проведена в 1920 году. Результаты переписи 2006 года опубликованы в конце 2008 года и использованы при подготовке настоящего кадастра выбросов парниковых газов в сельскохозяйственном секторе.

6.3 Выбросы 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 2007 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; 2007; 2008). 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 на 1 января 1990 года 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 3.3, таблица П.3.3.1). 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 2007 году соответственно.

Таблица 6.2

Расчет валовой энергии коров за 2007 г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комби-кормов)	Комби-корма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на коров в 2007 г., тыс. тонн корм. ед.	34859,8	5581,5	2566,7	10886,2	7989,6	7835,8
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе коров, %	100,0	16,0	7,4	31,2	22,9	22,5
Расход кормовых единиц на 1 голову коров в 2007 г.	3778,8	605,0	278,2	1180,1	866,1	849,4
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества ¹⁾		1,13	0,98	0,55	0,81	0,84
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг		535,4	283,9	2145,6	1069,2	1011,2
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	92833,8	9852,0	5223,9	39478,3	19673,7	18606,0
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, МДж	254,3					

¹⁾ см. приложение 3.3, таблица П.3.3.1

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 6.3

Расчет валовой энергии КРС (без коров) за 2007 г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комби-кормов)	Комби-корма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на КРС (без коров) в 2007 г., тыс. тонн корм. ед.	24336,2	3665,6	1340,1	7543,2	5013,1	6774,2
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе, %	100	15,1	5,5	31,0	20,6	27,8
Расход кормовых единиц на 1 голову в 2007 г.	1980	298,2	109,0	613,7	407,9	551,1
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества ¹⁾		1,13	0,98	0,55	0,81	0,84
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг		263,9	111,3	1115,8	503,5	656,1
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	48772,9	4856,3	2047,1	20531,6	9265,1	12072,8
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, МДж	133,6					

¹⁾ см. приложение 3.3, таблица П.3.3.1

Коэффициент выбросов метана при внутренней ферментации у северных оленей получен из Базы данных коэффициентов эмиссии МГЭИК (EFDB IPCC), номер 413623, и равен 19,9 кг CH_4 /гол.*год. Этот коэффициент разработан в Финляндии для северных оленей бореальной зоны на основе предположения, что олени потребляют сено в течение 150 дней и лишайники – 215 дней. Условия содержания (пастбищное) и кормления северных оленей в России полностью соответствуют вышеназванным. Таким образом, рассматриваемый коэффициент выброса метана при внутренней ферментации у северных оленей был принят как национальный и использован в расчетах.

Для расчета коэффициента выброса метана при внутренней ферментации у кроликов и пушных зверей использован подход, предложенный в Руководящих принципах МГЭИК 2006 года (IPCC, 2006) стр. 10.26, для животных, по которым отсутствуют разработанные коэффициенты выброса. При этом, используется соотношение средней живой массы этого вида животных и вида, для которого разработан соответствующий коэффициент выброса метана при внутренней ферментации, при условии общего сходства пищеварительных

систем у данных видов животных. Так, коэффициент выброса для пушных зверей рассчитывался по данным свиней: $EF = [(масса\ норки, кг) / (масса\ свиньи, кг)]^{0,75} * EF_{свиней}$. А коэффициент для кроликов рассчитывался по данным ослов. Средний вес животных определен на основании (Балакирев и Кузнецов, 2006) и равен: для кроликов 3 кг, норки – 0,8 кг, лис – 6,5 кг, песцов – 5,7 кг и нутрий – 8 кг.

Данные по численности скота, пересчетные коэффициенты, а также общий выброс при внутренней ферментации за 2007 год приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Поголовье скота в РФ, пересчетные коэффициенты и выбросы CH₄ от внутренней ферментации в 2007 г.

Категория сельскохозяйственных животных	Поголовье животных (на 1 января 2007 г.), тыс. голов	Коэффициент выбросов при внутренней ферментации, кг CH ₄ /гол.*год	Выбросы CH ₄ при внутренней ферментации, Гг
Коровы	9405	100,09	941,35
КРС (без коров)	12061	52,58	634,17
Овцы	17508	8	140,06
Козы	2167	5	10,84
Лошади	1304	18	23,47
Свиньи	15793	1,5	23,69
Мулы	0,202	10	0,002
Ослы	20,85	10	0,21
Верблюды	6,39	46	0,29
Северные олени	1445,5	19,9	28,77
Кролики	1900,5	0,59	1,12
Лисы	31,2	0,3	0,01
Песцы	16,4	0,27	0,004
Норки	711,1	0,06	0,04
Нутрии	13,6	0,35	0,005
Всего			1 804,03

Сравнение полученных национальных коэффициентов для коров в течение периода с 1990 по 2007 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 2007 гг. (коэффициент корреляции равен 0,83) – рисунок 6.4. 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.

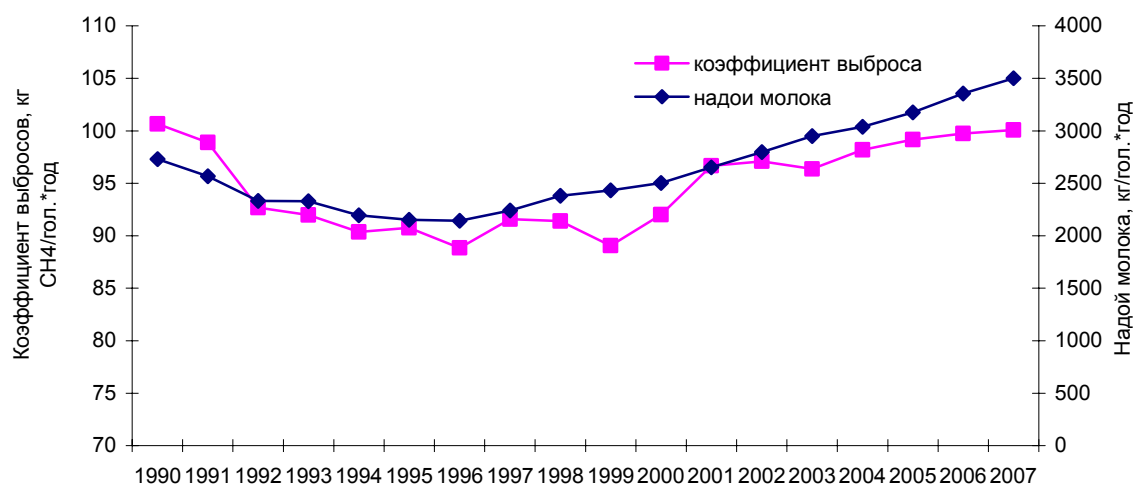


Рис. 6.4. Коэффициенты выбросов метана при внутренней ферментации у коров и надой молока за период с 1990 по 2007 гг.

6.4 Выбросы CH₄ от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Ba)

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; 2007; 2008), 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 2007 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 3.3. Средневзвешенные значения коэффициентов перевариваемости кормов определялись в зависимости от соотношения разных видов кормов для каждого года. Для 2007 года их величины равны 68,39 и 67,92 % 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 3.3, таблица П.3.3.2. В таблице 6.5. приведена методология расчета валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2007 год.

Таблица 6.5

Расчет валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2007 г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комби-кормов)	Комби-корма	Грубые корма	Сочные корма	Животные корма
Расход кормов в 2007 г., тыс. тонн корм. ед.	13554,8	5253,5	5379,2	93,5	1836,8	991,8
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе свиней, %	100	38,8	39,7	0,7	13,5	7,3
Расход кормовых единиц на 1 голову свиней в 2007 г.	843,4	326,9	334,7	5,8	114,3	61,7
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества ¹⁾		1,16	1,12	0,58	0,86	1,70
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг	759,9	281,8	298,8	10,0	132,9	36,3
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	13981,4	5185,0	5498,7	184,6	2445,3	667,9
Коэффициент перевариваемости, %	73,19	75,20	77,02	40,27	48,36	90,84

¹⁾ см. приложение 3.3, таблица П.3.3.2.

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 CH₄ (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.

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 северных оленей, пушных зверей и кроликов взяты из Руководящих принципов МГЭИК 2006г. (IPCC, 2006). Результаты расчетов для 2007 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 CH_4 от систем сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности скота и птицы в 2007г.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Коэффициент выбросов для навоза и птичьего помета, $\text{кгCH}_4/\text{гол.} \cdot \text{год}$	Выбросы CH_4 от навоза и помета, Гг
Коровы	4,72	44,39
КРС (без коров)	2,73	32,93
Овцы	0,19	3,33
Козы	0,12	0,26
Верблюды	1,59	0,01
Лошади	1,39	1,81
Мулы	0,76	0,0002
Ослы	0,76	0,016
Свиньи	3,83	60,44
Птица		
мясные куры, петухи	0,02	0,13
куры-несушки	0,03	4,07
цыплята	0,02	4,32
гуси	0,02	0,01
гусята	0,02	0,001
другая взрослая птица	0,045	0,1
молодняк другой птицы	0,02	0,12
Северные олени	0,369	0,53
Кролики	0,08	0,15
Лисы	0,68	0,02
Песцы	0,68	0,01
Норки	0,68	0,48
Нутрии	0,68	0,009
Всего		153,15

Распределения выбросов CH_4 от внутренней ферментации и от систем сбора, хранения и использования отходов жизнедеятельности по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2007 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 2007 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 1990-2007 гг.

Таблица 6.7

Распределение выброса CH_4 по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2007 гг.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Выбросы CH_4 , %					
	Внутренняя ферментация		Системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета		Суммарные выбросы	
	1990	2007	1990	2007	1990	2007
Коровы	46,4	52,2	28,0	29,0	45,1	50,4
КРС (без коров)	40,6	35,2	28,0	21,5	39,7	34,1
Овцы	9,8	7,7	3	2,2	9,3	7,3
Козы	0,3	0,6	0,1	0,2	0,3	0,6
Верблюды	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,016
Лошади	1,05	1,3	1,0	1,2	1,0	1,29
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	1,3	34,5	39,5	3,7	4,3
Птица				0,00		
мясные куры, петухи	0,0	0,00	0,03	0,08	0,002	0,007
куры-несушки	0,0	0,00	1,9	2,6	0,1	0,2
цыплята	0,0	0,00	2,2	2,8	0,2	0,2
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
другая взрослая птица	0,0	0,00	0,03	0,07	0,002	0,005
молодняк другой птицы	0,0	0,00	0,2	0,08	0,01	0,006
Северные олени	0,5	1,6	0,2	0,35	0,4	1,5
Кролики	0,04	0,06	0,08	0,10	0,04	0,065
Пушные звери (лисы, песцы, норки, нутрии)	0,01	0,003	0,72	0,34	0,061	0,03
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

6.5 Выбросы N₂O от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Bb)

Оценка выбросов N₂O 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 3.3. 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 2007 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 2007 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	22,5	16,12	27,8		
Сочные корма	12,32	22,9	12,32	20,6	13,78	13,6
Грубые корма	13,83	31,2	13,83	31,0	13,83	0,7
Концентраты (без комбикормов)	11,61	16,0	11,61	15,1	23,51	38,8
Комбикорма	23,57	7,4	23,57	5,5	31,14	39,7
Животные корма					41,73	7,3
Средневзвешенное значение CP, %	14,36		14,36		26,49	

Величины экскретируемого азота за год кроликами и пушными зверями определены по данным Руководящих принципов МГЭИК 2006 года (IPCC, 2006). Годовая экскреция азота северными оленями рассчитана на основании данных, приведенных в описании коэффициента выброса метана при внутренней ферментации северных оленей в Базе данных коэффициентов эмиссии МГЭИК (№ 413623). Согласно этой информации значения валовой энергии потребляемых кормов для самцов равно 51,8 МДж/день/гол., для самок – 49,1 МДж/день/гол. Среднее соотношение полов в стаде принято равным 1:1. Содержание сырого протеина в корме северных оленей: 12% для сена (потребление в течение 115 дней в год) и 3% в лишайниках (215 дней в год). На основе полученных данных по формуле 6.2. было рассчитано среднее количество поглощенного азота в сутки. Согласно расчетам по формуле 6.3. определено общее количество экскретируемого азота (коэффициент удержания азота в теле животных принят равным коэффициенту для лошадей – 0,07 (табл. 10.20 в Руководящих принципах МГЭИК 2006 года (IPCC, 2006)). Коэффициенты экскреции азота для КРС, свиней, птицы, оленей, кроликов и пушных зверей представлены в таблице 6.9.

Таблица 6.9

*Экскреция азота сельскохозяйственными животными и птицей в 2007 г., кг/гол.*год*

Категории сельскохозяйственных животных и птицы	Экскреция азота, кг N/год.*год
Коровы	92,74
КРС (без коров)	56,63
Свиньи	22,54
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	8,48
Кролики	8,1
Лисы, песцы	12,09
Норки, нутрии	4,59

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.

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.

Таблица 6.10

Соотношение основных типов систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета для разных категорий сельскохозяйственных животных и птицы в 2007г., %.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Тип системы хранения навоза (помета)		
	Жидкостные	В твердом виде	Пастбища и выпасы
Коровы	0,0	77,5	22,5
КРС (без коров)	5,6	66,6	27,8
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

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 2007 году выбросы N_2O от систем хранения в твердом виде составили 62,98 Гг, а от жидкостных систем – только 0,19 Гг.

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 2007 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; 2007; 2008). 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). На основе полученных статистических данных о внесении органических добавок под посевы риса в Краснодарском крае были определены масштабирующие коэффициенты выброса метана при внесении органических добавок. Краснодарский край является ведущим производителем риса в России. Так в 1990 площади рисовых чеков в крае соответствовали более 50% от общей посевной площади риса в России, а в 2007 году эта величина возросла до 74% в связи с сокращением посевов риса в других областях. По данным администрации Краснодарского края в 1990 году под 144,5 тыс. га риса было внесено 73,5 тыс. тонн органических добавок. В 2007 году на площади 121,6 тыс. га внесли 20,7 тыс. тонн. Таким образом, среднее внесение органических добавок составляло около 0,5 и 0,2 тонн/га в 1990 и 2007 годах соответственно. В соответствии с эффективной практикой при составлении кадастра Российской Федерации нами были выбраны несколько более высокие дозы внесения добавок: 1,0 тонн/га для 1990 и 0,5 тонн/га для 2007 (и последующих лет). На основе графического представления данных таблицы 4.21 Руководящих указаний по эффективной практике... (2000) мы получили значения соответствующих масштабирующих коэффициентов для этих лет (рис. 6.5). Коэффициенты для остальных лет были получены в результате анализа линейной интерполяции между 1990 и 2007: для 1990 - 1991 использовано значение SF_0 1,35; 1992-1997 – 1,3; 1998-2002 – 1,25 и 2003-2007 (и далее) – 1,2.

Результаты расчета выброса CH_4 с рисовых полей за период с 1990 по 2007 г. представлены в таблице 6.11.

Выбросы метана из рисовых полей в среднем оцениваются около 2,5 % от общего выброса CH_4 в сельском хозяйстве. Значительное уменьшение газообразных потерь углерода в форме CH_4 в течение последних лет обусловлено сокращением площади, занятой рисовыми чеками в аграрном секторе страны.

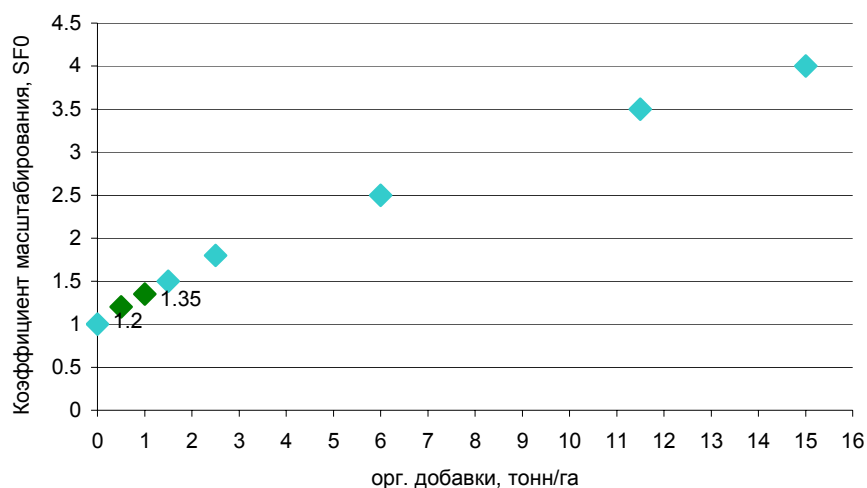


Рис. 6.5. Зависимость коэффициента масштабирования выброса метана при внесении органических добавок под посевы риса (по данным табл.4.21 Руководящих указаний по эффективной практике..., 2000).

6.7 Прямые выбросы N_2O от сельскохозяйственных земель (4D1)

В России аграрный сектор является ведущим источником антропогенного выброса N_2O в атмосферу. При этом основной вклад в общий национальный выброс N_2O (около 85 %) дают сельскохозяйственные земли, включая обрабатываемые торфяные почвы.

Таблица 6.11

Выбросы CH_4 при выращивании риса за период с 1990 по 2007 г., Гг.

Годы	Выброс CH_4 , Гг
1990	77,5
1991	72,1
1992	68,9
1993	67,9
1994	50,2
1995	44,5
1996	44,7
1997	39,3
1998	36,5
1999	43,3
2000	43,8
2001	38,5
2002	37,3
2003	37,4
2004	31,9
2005	34,8
2006	39,4
2007	39,1

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 2003-2007 гг., были получены из отчетных материалов Росстата. Внесение азота минеральных удобрений в 1996 и 1997 взято из комментариев Росстата к национальному докладу о кадастре 2009 года (в 1996 г. – 9413,7 тыс. ц.; в 1997 – 9771,5 тыс. ц.). Использование азотных удобрений в 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 1998 г. Так, доля азотсодержащих в общем количестве минеральных удобрений в 1998 гг. составляла 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-NH₃, N-NO_x/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 N₂O 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 N₂O при однократном внесении азотсодержащих удобрений, которая составляет в среднем 140 дней. Кроме того, были рассчитаны среднесуточные величины выброса N₂O 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 N₂O 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 N₂O 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 N₂O для 2007 года приведены в таблице 6.12.

Таблица 6.12

*Внесение минеральных азотных удобрений, коэффициенты выброса и выброс N₂O
от минеральных азотных удобрений в 2007 г.*

	Черноземы	Дерново- подзолистые почвы	Другие типы почв
Внесение минеральных азотных удобрений ¹⁾ , тыс. тонн N	596,16	136,72	197,17
Коэффициенты выброса, кг N-N ₂ O/кг N внесенных удобрений	0,0126 ²⁾	0,0238 ³⁾	0,0125 ²⁾
Выбросы N-N ₂ O, Гг	7,51	3,25	2,46

¹⁾ данные по внесению минеральных удобрений приведены без учета потерь N с эмиссиями аммиака и окислов азота;

²⁾ национальные коэффициенты (Романовская, 2000; Romanovskaya et al., 2002);

³⁾ коэффициент, рекомендованный МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Рассчитанное значение национального коэффициента потерь N₂O 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 N₂O (Куракова и Умаров, 1984; Макаров, 1967; 1994; Степанов, 2000).

Оценка выброса N₂O 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-NH₃, N-NO_x/кг N удобрений) (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Выбросы N₂O 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 3.3 (таблица П.3.3.3) 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; 2007; 2008). Оценка прямого выброса закиси азота от вносимых органических удобрений и запахивания растительных остатков производилась с использованием коэффициента, рекомендованного Пересмотренными Руководящими принципами МГЭИК – 0,0125 кг $N-N_2O$ /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 кг N_2O-N /га/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 6.6 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 1990-2007 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 58 % (в 2007 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 Гг N_2O . В 2007 г. эта величина составила 25 % от уровня 1990 г. (20,8 Гг) и доля минеральных удобрений в прямых выбросах N_2O сократилась от 26 до 12 % за период с 1990 по 2007 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	$= (0,3 * Y + 3,2) * 0,45 / 100$ $= (0,2 * Y + 6,3) * 0,45 / 100$	$= (0,6 * Y + 8,9) * 0,75 / 100$ $= (0,6 * Y + 13,9) * 0,75 / 100$
озимая пшеница	10-25 26-40	$= (0,4 * Y + 2,6) * 0,45 / 100$ $= (0,1 * Y + 8,9) * 0,45 / 100$	$= (0,9 * Y + 5,8) * 0,75 / 100$ $= (0,7 * Y + 10) * 0,75 / 100$
яровая пшеница	10-20 21-30	$= (0,4 * Y + 1,8) * 0,65 / 100$ $= (0,2 * Y + 5,4) * 0,65 / 100$	$= (0,7 * Y + 10,2) * 0,8 / 100$ $= (0,8 * Y + 6) * 0,8 / 100$
ячмень	10-20 21-35	$= (0,4 * Y + 1,8) * 0,5 / 100$ $= (0,09 * Y + 7,6) * 0,5 / 100$	$= (0,8 * Y + 6,5) * 1,2 / 100$ $= (0,4 * Y + 13,45) * 1,2 / 100$
овес	10-20 21-35	$= (0,3 * Y + 3,2) * 0,6 / 100$ $= (0,15 * Y + 6,12) * 0,6 / 100$	$= (1 * Y + 2) * 0,75 / 100$ $= (0,4 * Y + 16) * 0,75 / 100$
просо	5-20 21-30	$= (0,2 * Y + 5) * 0,5 / 100$ $= (0,3 * Y + 3,3) * 0,5 / 100$	$= (0,8 * Y + 7) * 0,75 / 100$ $= (0,56 * Y + 11,2) * 0,75 / 100$
кукуруза на зерно	10-35	$= (0,23 * Y + 3,5) * 0,75 / 100$	$= (0,8 * Y + 5,8) * 1 / 100$
горох	5-20 21-30	$= (0,14 * Y + 3,5) * 1,25 / 100$ $= (0,2 * Y + 1,7) * 1,25 / 100$	$= (0,66 * Y + 7,5) * 1,7 / 100$ $= (0,37 * Y + 12,9) * 1,7 / 100$
гречиха	5-15 16-30	$= (0,25 * Y + 4,3) * 0,8 / 100$ $= (0,2 * Y + 5,2) * 0,8 / 100$	$= (1,1 * Y + 5,3) * 0,85 / 100$ $= (0,54 * Y + 14,1) * 0,85 / 100$
подсолнечник	8-30	$= (0,4 * Y + 3,1) * 1,4 / 100$	$= (1 * Y + 6,6) * 1,2 / 100$
картофель	50-200 201-350	$= (0,04 * Y + 1) * 1,8 / 100$ $= (0,03 * Y + 4,1) * 1,8 / 100$	$= (0,08 * Y + 4) * 1,2 / 100$ $= (0,06 * Y + 8,6) * 1,2 / 100$
сахарная свекла	100-200 201-400	$= (0,003 * Y + 2,5) * 1,4 / 100$ $= (0,02 * Y + 0,8) * 1,4 / 100$	$= (0,06 * Y + 5,45) * 1,2 / 100$ $= (0,07 * Y + 3,5) * 1,2 / 100$
овощи	50-200 201-400	$= (0,02 * Y + 1,5) * 0,35 / 100$ $= (0,006 * Y + 3,6) * 0,35 / 100$	$= (0,06 * Y + 5) * 1 / 100$ $= (0,04 * Y + 6) * 1 / 100$
кормовые корнеплоды	50-200 201-400	$= (0,003 * Y + 2,4) * 1,3 / 100$ $= (0,01 * Y + 1) * 1,3 / 100$	$= (0,05 * Y + 5,2) * 1 / 100$ $= (0,05 * Y + 5,5) * 1 / 100$
лен	3-10	$= (1,3 * Y + 9,4) * 0,8 / 100$	
конопля	3-10	$= (2,2 * Y + 9,1) * 0,5 / 100$	
силосные	100-200	$= (0,03 * Y + 3,6) * 0,8 / 100$	$= (0,12 * Y + 8,7) * 1,2 / 100$
кукуруза на силос	100-200 201-350	$= (0,03 * Y + 3,6) * 0,8 / 100$ $= (0,02 * Y + 5) * 0,8 / 100$	$= (0,12 * Y + 8,7) * 1,2 / 100$ $= (0,08 * Y + 16,2) * 1,2 / 100$
однолетние травы	10-40	$= (0,13 * Y + 6) * 1,1 / 100$	$= (0,7 * Y + 7,5) * 1,2 / 100$
многолетние травы	10-35 36-60	$= (0,2 * Y + 6) * 1,9 / 100$ $= (0,1 * Y + 10) * 1,9 / 100$	$= (0,8 * Y + 11) * 2,1 / 100$ $= (1 * Y + 15) * 2,1 / 100$

Таблица 6.14

Площади органогенных почв и выброс N_2O с их территории за период с 1990 по 2007гг., 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	1814435	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	1527884	19,21
2003	96901,0	1453515	18,27
2004	95756,8	1436352	18,06
2005	93327,1	1399906	17,60
2006	91883,5	1378221	17,33
2007	90885,8	1363287	17,14

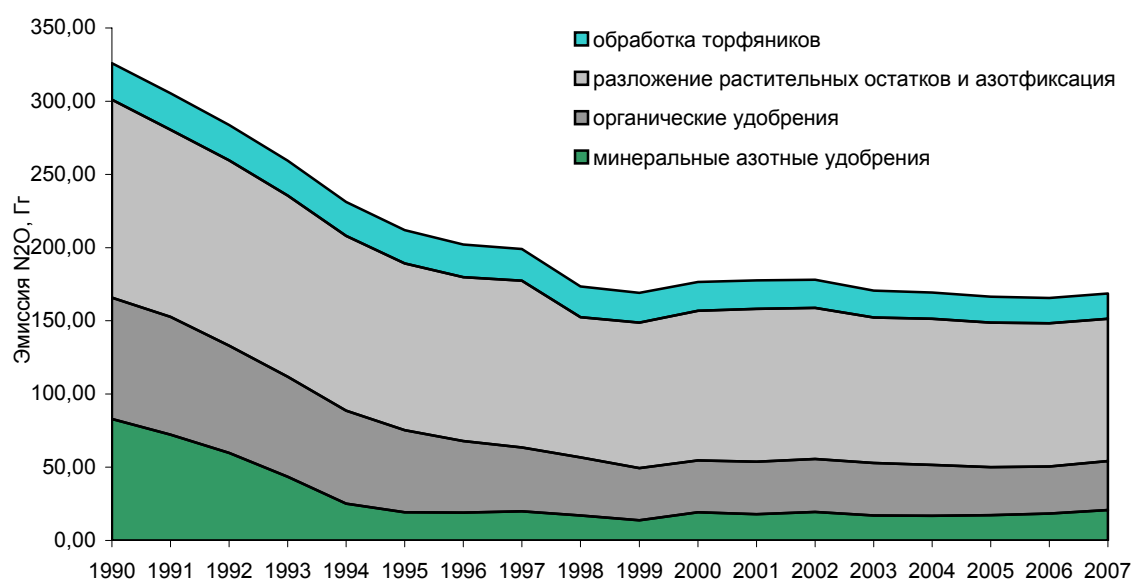


Рис. 6.6. Прямой выброс N_2O от сельскохозяйственных земель РФ в период 1990-2007 гг.

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-N₂O/кг N (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). В 2007 году выброс N₂O с территории пастбищ и огороженных выпасов составил 14,9 Гг N₂O.

6.9 Косвенный выброс N₂O от сельскохозяйственных земель (4D3)

При расчете общего выброса закиси азота в аграрном секторе России учитывался также выброс N₂O, образованный в результате вторичных превращений антропогенных азотных соединений (при вымывании и выносе азота с полей, а также при атмосферных выпадениях азотсодержащих веществ – NO_x и NH₃).

Расчет косвенного выброса закиси азота при атмосферных выпадениях NH₃ и NO_x 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 N₂O, образующегося при данных процессах, взяты из Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК – 0,01 кг N-N₂O/кг N эмиссий NH₃ и NO_x и 0,025 кг N-N₂O/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 2007 году составляют 9,8 Гг N₂O от атмосферных выпадений и 42,85 Гг N₂O в результате вымывания соединений азота из почв.

6.10 Неопределенность оценок выбросов

Расчет неопределенности инвентаризации в сельскохозяйственном секторе выполнялся при комбинации Уровней 1 и 2 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Результаты представлены в таблице 6.15. Уровень 2 расчета – по методу Монте-Карло – выполнялся на примере кадастра за 2004 год (Романовская, 2007). На его основе были определены стандартные отклонения величин выбросов по каждой категории. 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 3.3. 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 ±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.

При оценках неопределенности инвентаризации 2007 года нами было принято, что полученные оценки неопределенностей в кадастре 2004 года соответствуют точности расчетов настоящего кадастра при условии сохранения методологии, использованных коэффициентов и их неопределенностей. В кадастре за 2007 год нами были использованы новые коэффициенты выброса метана и экскреции азота северными оленями, кроликами и пушными зверями. Однако точность этих новых коэффициентов осталась прежней. Поэтому мы условно приняли, что неопределенность расчета эмиссий от внутренней ферментации, систем сбора и хранения навоза и помета и сельскохозяйственных земель также не изменилась по сравнению с кадастром 2004 года. Кроме того, в настоящем кадастре выполнены пересчеты выброса метана от рисовых полей. В данном случае ошибка пересчетного коэффициента сократилась от $\pm 40\%$ до $\pm 25\%$. Поэтому оценка неопределенности выброса от рисоводства была пересчитана по Уровню 1 (см. табл. 6.15). Общая неопределенность инвентаризации в секторе сельского хозяйства определена на основании уравнения 6.4 Уровня 1 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000).

Таблица 6.15

*Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов
в сельском хозяйстве России в 2007 г.*

Категория источника	Выброс парниковых газов, CO_2 -экв., Гг	Стандартное отклонение	
		%	CO_2 -экв., Гг
4А Внутренняя ферментация	37884,56	6,6 ¹	2500,38
4В Системы сбора, хранения и утилизации навоза и помета	22800,10		
4Вa выбросы CH_4	3216,23	6,8 ¹	218,70
4Вb выбросы N_2O	19583,88	25,4 ¹	4974,31
4С Рисоводство	821,52	25,5 ²	209,45
4D1 Прямые выбросы N_2O от почв	52251,0		
4D1.1 Минеральные удобрения	6444,98	25,4 ¹	1637,03
4D1.2 Органические удобрения	10362,29	31,6 ¹	3274,48
4D1.4 Растительные остатки	30130,81	29,5 ¹	8888,59
4D1.5 Обработка органогенных почв	5312,92	301,7 ¹	16029,09
4D2 Навоз пастбищ и выпасов	4628,33	27,1 ¹	1254,28
4D3 Косвенный выброс N_2O	16321,60	29,5 ¹	4814,87
Всего	134707,10	14,94 ²	20129,19

¹ – стандартное отклонение принято равным рассчитанному по методу Монте-Карло для кадастра 2004 года

² – стандартное отклонение рассчитано по Уровню 1 с учетом уточненных коэффициентов

Величина неопределенности данных инвентаризации оценивается 95 % доверительным интервалом, а не стандартным отклонением (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Поэтому на основании данных таблицы 6.15. для величины суммарных

выбросов от сельского хозяйства был рассчитан доверительный интервал, который составляет $\pm 39\,576$ Гг CO_2 -экв. или 29,4 %. Таким образом, можно считать, что неопределенность полученных оценок по инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве в 2007 году составляет 29%.

6.11 Обеспечение и контроль качества

Характеристика поголовья скота. В Институте глобального климата и экологии регулярно проводится ряд проверок качества исходных данных по поголовью и характеристикам скота, которые соответствуют списку на стр. 4.23 Руководящих указаний по эффективной практике (2000):

- ежегодно данные по численности животных, надоям молока, потреблению кормов и др. проверяются на согласованность с данными предыдущих лет;

- выполняется проверка оценки потребления кормов жвачными животными. Потребление кормов в пересчете на сухое вещество (кг/день) не превышает 3% от массы животных для всех лет расчетного периода;

- ежегодно данные по численности животных соотносятся со статистической информацией, публикуемой ФАО. По состоянию на 2007 год расхождений с данными ФАО не выявлено;

- Росстат регулярно проводит внутренние проверки статистических данных, получаемых из субъектов Российской Федерации. При этом информация проверяется на согласованность, достоверность и полноту. В целях обеспечения полноты и точности данных о наличии скота проводится пересчет скота в натуре и проверяется правильность бухгалтерских данных о численности скота. Выполняется проверка надежности предоставляемых данных по потреблению кормов, которые до официального опубликования посылаются в ветеринарную службу Минсельхоза РФ для подтверждения соответствия видов кормов и их расхода на 1 голову скота нормам Минсельхоза. Для наблюдения за хозяйствами населения используются данные обследования домашних хозяйств, похозяйственного учета сельских администраций, переписей. Последняя сельскохозяйственная перепись была проведена в 2006 году.

Минеральные удобрения. Нами проводится 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 1999-2007 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 1990-2007 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 6.7 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 6.7. 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, КСlO₃, КСlO₄, КNO₃ 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 N₂O 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 6.8.

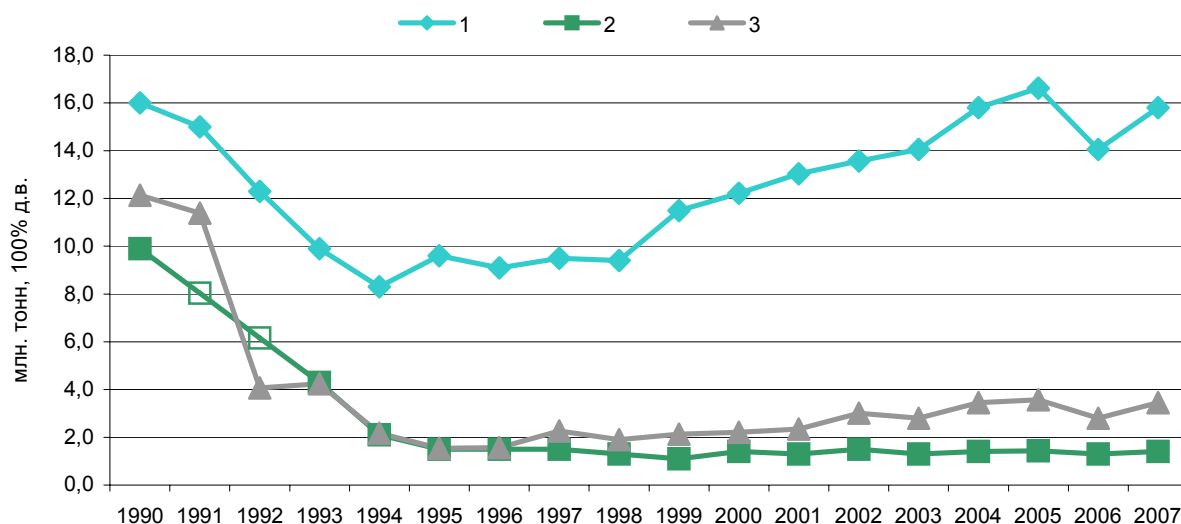


Рис. 6.7. Производство, внесение и продажи минеральных удобрений на внутреннем рынке РФ в период 1990-2007 гг., где 1- производство удобрений; 2- внесение удобрений под посевы; 3- величина «Bal» (отражает продажи удобрений на внутреннем рынке РФ)

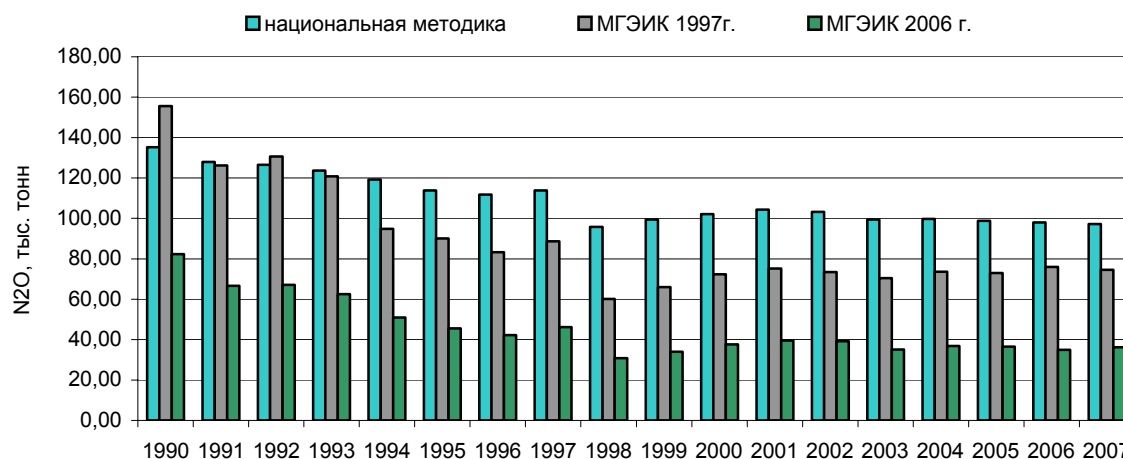


Рис. 6.8. Сравнение оценок выброса N_2O от азота растительных остатков по методике МГЭИК 1997 года, по Уровню 2 методики МГЭИК 2006 года и по национальной методологии

Как следует из рисунка 6.8, 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 1990-2007 гг. (на 52 %) полностью соответствует тренду сокращения общего сбора валовой продукции в стране (52 %). Оценки, выполненные в соответствии с национальной методикой, показывают поступление в почвы более стабильного количества растительных остатков в течение рассматриваемого периода. С 1990 по 2007 гг. посевные площади в стране сократились на 35,1 %. Расчетный выброс N_2O по национальной методике упал за этот период несколько ниже – на 28,1 %, что обусловлено также некоторым изменением 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. 6.8).

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.

Независимые экспертные оценки кадастра выбросов парниковых газов в секторе сельского хозяйства проводятся в результате соответствующих публикаций в реферируемых научных журналах:

1. Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Конюшков Д.Е., Назаров И.М., Романовская А.А. Антропогенная эмиссия закиси азота сельскохозяйственными землями России и ее роль в глобальном изменении климата. Метеорология и гидрология. 2000, 6, стр. 39-45.
2. Гитарский М.Л., Романовская А.А., Карабань Р.Т., Конюшков Д.Е., Назаров И.М. Эмиссия закиси азота при использовании минеральных удобрений в России. Почвоведение. 2000, 8, стр. 943-950.
3. Romanovskaya, A.A., Gytarsky, M.L., Karaban', R.T., Konyushkov D.E, and Nazarov, I.M. The dynamics of nitrous oxide emission from the use of mineral fertilizers in Russia. In Optimizing Nitrogen Management in Food and Energy Production and Environmental Protection: Proceedings of 2nd International Nitrogen Conference on Science and Policy. TheScientificWorld, 2001, 1 (S2), 336-342.
4. Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. 2001 Оценка эмиссии закиси азота от не утилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, 2002, том 18, стр.276- 286.
5. Romanovskaya, A.A., Gytarsky, M.L., Karaban', R.T, Konyushkov D.E, and Nazarov, I.M. 2002. Nitrous oxide emission from agricultural lands in Russia. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Vol.7, No.1, pp.31-43.
6. Романовская А.А., Гитарский М.Л., Конюшков Д.Е., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Интенсивность почвенной эмиссии закиси азота при внесении разных доз минеральных азотных удобрений. Сельскохозяйственная биология. 2002, 1, стр. 98-103.
7. Романовская А.А. Эмиссии парниковых газов в аграрном секторе России. Использование и охрана природных ресурсов в России. 2003, № 7-8, стр.65-70.
8. Романовская А.А. Эмиссия закиси азота в животноводстве Российской Федерации в 1990-2004 годах. Доклады РАСХН. 2007, № 5, стр. 42-44.
9. Романовская А.А. Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России. В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Том XXI. Санкт- Петербург, Гидрометеиздат. 2007. стр.44-57.
10. Романовская А.А. Выбросы метана и закиси азота в аграрном секторе России. Метеорология и гидрология. 2008, №2, стр. 87-97.
11. Израэль Ю.А., Романовская А.А. Основы мониторинга эмиссий и стоков парниковых газов антропогенного происхождения. Метеорология и гидрология. 2008, №5, стр. 5-15.
12. Романовская А.А. Оценка антропогенной эмиссии метана в животноводстве России в 1990-2004гг. Сельскохозяйственная биология. 2008. №6.
13. Романовская А.А., Карабань Р.Т. Мониторинг антропогенных эмиссий парниковых газов в аграрном секторе России. Монография РАСХН по глобальным проявлениям климата в агропромышленной сфере. 2009. (в печати)

6.12 Пересчеты и планируемые усовершенствования

В настоящем кадастре выполнены следующие перерасчеты эмиссий парниковых газов от сельского хозяйства за 1990-2006 гг.:

1. Внутренняя ферментация
 - коэффициенты эмиссии CH_4 от внутренней ферментации кроликов (вместо 0,5 – 0,59 кг CH_4 /гол. в год);
 - коэффициенты эмиссии CH_4 от внутренней ферментации пушных зверей (вместо 0,1 – лисы 0,3; песцы 0,27; норки 0,06 и нутрии 0,35 CH_4 /гол. в год);

2. Выбросы N_2O в системах сбора и хранения навоза и помета (и последующие выбросы от сельскохозяйственных земель):

- коэффициенты экскретируемого азота северными оленями (вместо 10,0 – 8,48 кг N/гол. в год);

- коэффициенты экскретируемого азота кроликами (вместо 0,605 – 8,1 кг N/гол. в год);

- коэффициенты экскретируемого азота пушными зверями, включая нутрий (вместо 0,07 – 4,59 кг N/гол. в год).

3. Рисоводство

- выбросы при выращивании риса (изменение масштабирующего коэффициента при внесении органических добавок – вместо $SF_0 = 2$ использованы следующие значения: для 1990 – 1991 – 1,35; 1992-1997 – 1,3; 1998-2002 – 1,25 и 2003-2007 (и далее) – 1,2).

Выполненные пересчеты привели к следующим изменениям оценок выбросов:

1. Выбросы CH_4 при внутренней ферментации

Для 1990 года выброс метана оценивается на 0,5% больше (24,5 Гг CH_4), для 2006 года выброс метана увеличился на 0,8% (14,1 Гг CH_4).

2. Выбросы N_2O в системах сбора и хранения навоза и помета

Для 1990 года оценки возросли на 0,9% (1,3 Гг N_2O) в системах сбора и хранения навоза и помета; увеличились на 0,8% (0,7 Гг N_2O) от сельскохозяйственных почв при внесении органических удобрений; сократились на 0,06% (0,02 Гг N_2O) от навоза пастбищ и сенокосов, косвенная эмиссия N_2O увеличилась на 0,4% (0,6 Гг N_2O).

Для 2006 года оценки возросли на 0,7% (0,4 Гг N_2O) в системах сбора и хранения навоза и помета; увеличились на 0,7% (0,2 Гг N_2O) от сельскохозяйственных почв при внесении органических удобрений; сократились на 0,08% (0,01 Гг N_2O) от навоза пастбищ и сенокосов, косвенная эмиссия N_2O увеличилась на 0,4% (0,2 Гг N_2O).

3. Выбросы CH_4 при рисоводстве

Для 1990 выбросы сократились на 32,5% (37,3 Гг CH_4), для 2006 года сокращение на 66,7% (26,2 Гг CH_4).

В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке кадастра парниковых газов, подданного РФ в 2008 году, структура раздела в секторе сельского хозяйства Национального доклада о кадастре была усовершенствована. Было добавлено описание причин наблюдаемых трендов выбросов парниковых газов в секторе (подраздел 6.1.), выполнен и представлен расчет неопределенности инвентаризации за 2007 год (подраздел 6.10). Также в ответ на замечания экспертов в разделах 6.3 и 6.5 настоящего доклада приведены обоснования выбора пересчетных коэффициентов для пушных зверей и северных оленей. Приведено более полное описание выполняемых проверок качества данных (раздел 6.11).

Усовершенствование методологий расчетов и уточнение пересчетных коэффициентов при инвентаризации выбросов парниковых газов в секторе сельского хозяйства России будет выполняться в будущем в соответствии с новыми научными данными в данной области исследований.

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, 1992b. 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 N₂O 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. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2007, -826 с.
27. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2008. – 847 с.

28. 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.
29. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1995, 503 стр.
30. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1998, 448 стр.
31. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 2000, 414 стр.
32. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. Москва: Госкомстат России. 2002. 448 с.
33. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник, Москва, Росстат, 2004, 478 стр.
34. 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.
35. 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.
36. Степанов А.Л. Микробная трансформация заиси азота в почвах. Москва, автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, 2000, 49 стр.
37. Третье национальное сообщение Российской Федерации. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, Москва, 2002, 158 стр.
38. 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.
39. 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.
40. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. Красноярск, Красноярский Государственный Университет, 1997, 165с.
41. Amon, B. Th. Amon, J. Boxberger, and A. Pollinger. Emissions of NH_3 , N_2O , and CH_4 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
42. Christensen S. N_2O - formation during soil cropping/ Denitrification in the nitrogen cycle, New York and London, Plenum press, 1985, pp.135-144.
43. 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.
44. 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.
45. 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.
46. 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.
47. 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 3rd International Nitrogen Conference, 12-16 October 2004, Nanjing, China. pp.740-743.

48. 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.
49. 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.
50. 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 2007 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, особо охраняемых территорий и запаса.

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. До 1999 года часть существующих лесов учитывалась в категории «Земли, используемые сельскохозяйственными предприятиями и гражданами», а затем стала учитываться в категории «Земли лесного фонда». Эти изменения определяются модификацией правил учета, связанные с вступлением в силу Лесного кодекса Российской Федерации (1997), а не фактическими изменениями в характере землепользования.

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 отработанных, 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. Начиная с 1999 года часть существующих лесов, входивших в эту категорию земель, стала учитываться в категории «земли лесного фонда». 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, происшедшие 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.

Таблица 7.1.

Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям¹⁾

Категории земель	Динамика площадей по годам, млн. га																		Изменения	
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007 г. к	2007 г. к
																			2006 г.	1990 г.
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 ²⁾									455,0	440,1	406	397,9	400,8	393,2	401,0	401,6	402,6	403,2	0,6	-236,0
Земли поселений	7,5	27,3	36,2	38	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	19,2	0,1	11,7
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	16,7	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	34,1	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,4	0,2	17,0
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	1104,8	1104,9	1104,9	1105,0	0,1	209,6
Лесные земли управляемых лесов России ³⁾	605,9	-	-	614,8	-	-	-	-	611,9	613,8	614,7	614,7	615,3	617	619,5	620,7	619,7	618,6	-1,1	12,7
Земли водного фонда	4,1	17,4	18,1	19	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	27,9	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	103,4	-1,0	-26,8
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	1709,8	0	0

¹⁾ Данные представлены по состоянию на 1 января года, следующего за отчетным.

²⁾ До 1999 года категория земель объединяла все земли, используемые сельскохозяйственными предприятиями и гражданами. С 1999 года данные представляются только по площадям сельскохозяйственного назначения.

³⁾ В состав управляемых лесов 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”.

⁴⁾ По состоянию на 1988 г.

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 ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO и NO _x	Глава 7	5; 5.A; 5(V)
Лесные земли особо охраняемых территорий и объектов (национальных парков)				
Земли сельскохозяйственного назначения	Пахотные земли	CO ₂	Глава 7	5; 5.B; 5 (IV)
		N ₂ O	Глава 6	4; 4.D
	Сенокосы и пастбища	CO ₂	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				

Как показано в таблице 7.2, величины выброса N₂O от использования азотных удобрений представлены в разделе “Сельское хозяйство”, что обусловлено использованием обобщенных данных национальной статистики о внесении азотных удобрений. Выбросы CO₂ 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 (таблица 7.2).

В ответ на замечания экспертов группы по проверке кадастра парниковых газов, подданного РФ в 2008 году, в настоящем докладе включена информация о трансмиссии земель. Динамика изменений площадей по категориям земель (матрица земель) получена по данным государственной статистики (Роснедвижимость) за период с 2000 по 2007 год и приведена в таблицах 7.3 (за 2007 год) и 7.4 (в целом за период с 2000 по 2007). Данные за 1990-1999 в настоящее время не доступны. Как следует из данных таблиц 7.3 и 7.4, площади категорий земель сельскохозяйственного назначения, земель запаса и земель промышленности сократились с 2000 года на 8,4; 9,6 и 4,3% соответственно. Земли особо охраняемых территорий, лесного фонда и населенных пунктов увеличились соответственно на 8,6; 4,3 и 3,5%. Земли водного запаса практически постоянны (увеличение на 0,7%).

Таблица 7.3

Сведения об изменении общих площадей по категориям земель за период с 01.01.2007 по 01.01.2008, тыс. га

Наименование категорий земель	Было на 01.01.2007	Изменение площадей							Итого увеличение	Стало на 01.01.2008
		Земли сельскохо- зяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли промышленности, транспорта и пр.	Земли особо охраняемых территорий	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса		
Земли сельскохозяйственного назначения	402551,1		2,6	4,3	0,1	44	0,2	1025,3	1077,0	403177
Земли населенных пунктов	19167	86,3		6,9	0,1	7,1	2,4	1,2	104,0	19258,5
Земли промышленности, транспорта и пр.	16691,3	36,3	5,5		0,1	6,8		12,4	61,1	16687,4
Земли особо охраняемых территорий	34202,8	4,5		1,0		190	1,8	3,0	200,3	34393,8
Земли лесного фонда	1104889,4	316,8	4,0	3,2	9,0		0,8	2,7	336,5	1104975,9
Земли водного фонда	27900,6			45,7				2,2	47,9	27942,3
Земли запаса	104422	6,7	0,3	3,8		1,7	1,6		14,1	103389,3
Итого	1709824,2									1709824,2
Итого уменьшение		451,1	12,5	65,0	9,3	250,0	6,2	1046,8		

Таблица 7.4

Сведения об изменении общих площадей по категориям земель за период с 01.01.2000 по 01.01.2008, тыс. га

Наименование категорий земель	Было на 01.01.2007	Изменение площадей							Итого увеличение	Стало на 01.01.2008
		Земли сельскохо- зяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли промышленности, транспорта и пр.	Земли особо охраняемых территорий	Земли лесного фонда	Земли водного фонда	Земли запаса		
Земли сельскохозяйственного назначения	440165,2		289,5	153	12,4	5986,5	103,3	28433,3	34978,5	403177
Земли населенных пунктов	18599,4	765,3		111,1	7	138,6	31,4	108,3	1161,7	19258,5
Земли промышленности, транспорта и пр.	17415,6	225,7	45		1,5	167,4	5	158,4	603,0	16687,4
Земли особо охраняемых территорий	31663,8	70,2	0,2	34,7		2592,6	48	208	2953,7	34393,8
Земли лесного фонда	1059812,0	52542	60,5	310	157		127,9	1351,2	54548,6	1104975,9
Земли водного фонда	27755,8	87,2	19,9	196,6	1,8	88,2		118	511,7	27942,3
Земли запаса	114412,0	18275,8	87,4	525,7	44	411,4	10,2		19354,5	103389,3
Итого	1709824,2									1709824,2
Итого уменьшение		71966,7	502,6	1331,2	223,7	9385,1	325,2	30377,2		

Как указывалось выше категории земель, установленные в пределах Российской Федерации, не имеют полного соответствия с категориями МГЭИК. В каждой категории земель, согласно национальной классификации, включены площади всех видов угодий:

- сельскохозяйственные угодья;
- лесные земли;
- земли под дорогами;
- земли под водой;
- земли под застройкой;
- земли под болотами;
- другие земли.

Указанные угодья ближе соотносятся с земельными категориями МГЭИК. Однако данных по трансмиссии земель в разрезе угодий в Российской Федерации не собирается. В 2009 году Росгидромет выдвинул предложение о внесении изменений в действующее законодательство РФ для организации ежегодного получения необходимых сведений о земле. Таким образом, в будущем предполагается разработать соответствующие формы статистической отчетности в рамках пакета форм государственной статистической отчетности Роснедвижимости и проводить ежегодный сбор и анализ данных по переводу площадей угодий в стране.

Суммарный выброс CO_2 при землепользовании и в лесном хозяйстве приведен на рисунке 7.1.

Так как оценка выбросов CO_2 в лесном хозяйстве выполнялась по методу разности запасов (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), поток CO_2 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_2 . Поэтому выбросы CO_2 от лесозаготовок и лесных пожаров в таблицах ОФД не приводятся. В таблицы включены данные о выбросах CO_2 от пахотных земель и известкования, а также поглощение на землях сенокосов и пастбищ (рисунок 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 2007 г. выброс CO_2 от пахотных земель составил 104,7 млн. т, что значительно меньше уровня 1990 г. (рис. 7.1).

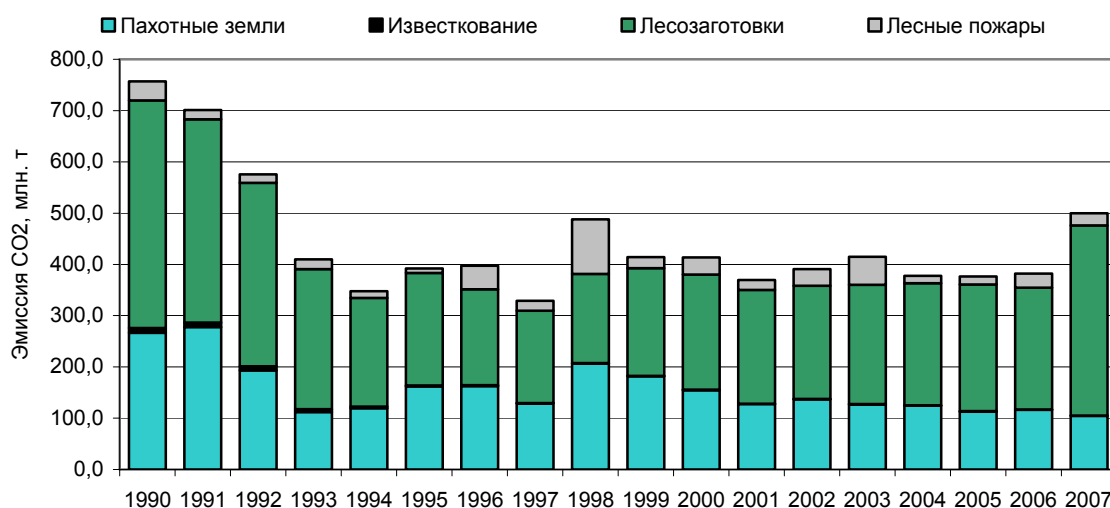


Рис. 7.1. Суммарный выброс CO_2 в лесном хозяйстве и при землепользовании (пашня и известкование)

Управляемые леса и травяные экосистемы (сенокосы и пастбища) являются стоком CO₂ (рис. 7.2). Исключение составили 2000 и 2001 годы, когда управляемые леса были источником выбросов CO₂.

Результаты расчетов выбросов парниковых газов по источникам в секторе лесного хозяйства и землепользования за период с 1990 по 2007 гг. приведены в таблице 7.5. Итоговая динамика годового нетто-выброса (поглощения) CO₂ в управляемых лесах России и при землепользовании приведена на рисунке 7.3 (поглощение CO₂ представлено с отрицательным знаком, а выброс имеет положительную величину).

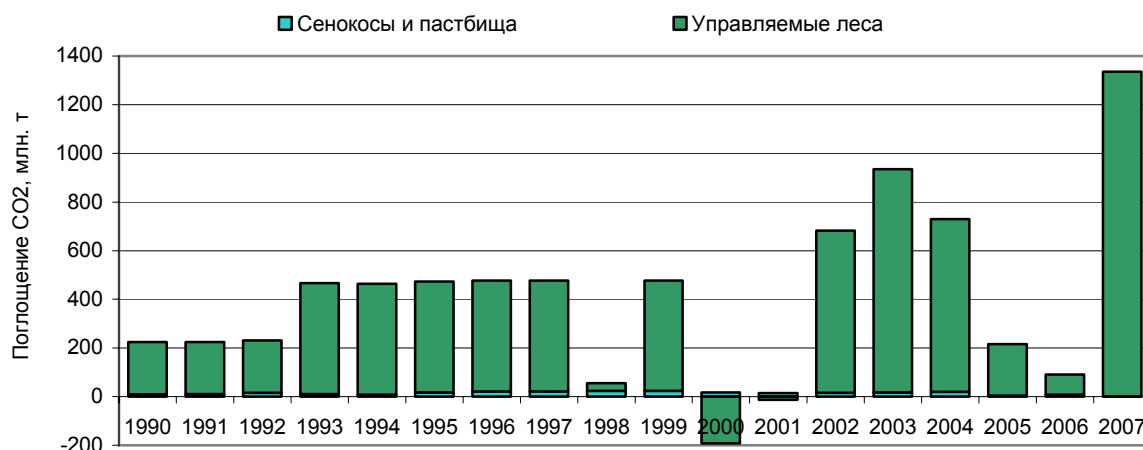


Рис. 7.2. Поглощение CO₂ в управляемых лесах и на землях сенокосов и пастбищ.

Таблица 7.5.
Выбросы (+) и поглощение (-) парниковых газов в лесном хозяйстве и при землепользовании по источникам за 1990-2007гг. (Гг CO₂-экв.)

Годы	Источники					Всего
	Лесные земли, CO ₂	Лесные пожары, CO ₂ -экв. ¹⁾	Известкование, CO ₂ ²⁾	Пахотные земли, CO ₂	Сенокосы и пастбища, CO ₂	
1990	-216 402	36 787	9 671	266 161	-9 519	40 240
1991	-218 422	18 218	8 932	277 591	-10 187	48 982
1992	-218 607	16 533	7 823	193 369	-16 369	-41 607
1993	-468 931	18 644	5 636	111 787	-10 825	-367 970
1994	-469 521	13 208	3 018	119 343	-7 502	-357 681
1995	-470 018	8 650	1 910	161 756	-17 740	-326 002
1996	-465 972	45 850	1 355	162 891	-21 407	-324 488
1997	-468 847	19 410	1 016	128 746	-20 711	-360 812
1998	-30 109	106 187	708	206 970	-23 631	153 230
1999	-457 313	21 302	770	182 094	-24 428	-299 647
2000	199 879	33 456	862	154 602	-16 902	337 579
2001	15 351	19 316	832	127 598	-15 181	127 768
2002	-689 239	32 786	765	137 095	-16 401	-568 545
2003	-939 707	54 420	793	127 004	-17 531	-830 233
2004	-728 251	14 284	726	124 303	-19 662	-623 610
2005	-220 942	15 919	696	112 893	-3 930	-111 979
2006	-86 245	28 104	721	116 337	-7 886	22 206
2007	-1 416 081	23 667	647	104 466	-1 794	-1 313 409

¹⁾ Величины выброса CO₂ от лесных пожаров приведены для справки, так как они уже учтены в изменении запасов управляемых лесов

²⁾ Величины выброса CO₂ при внесении известковых материалов приведены для справки, так как они уже учтены в выбросах от пахотных земель

Выбросы других парниковых газов обусловлены преимущественно лесными пожарами в управляемых лесах России. Детализированные оценки выбросов и поглощения парниковых газов представлены в таблицах Общей формы доклада (ОФД).

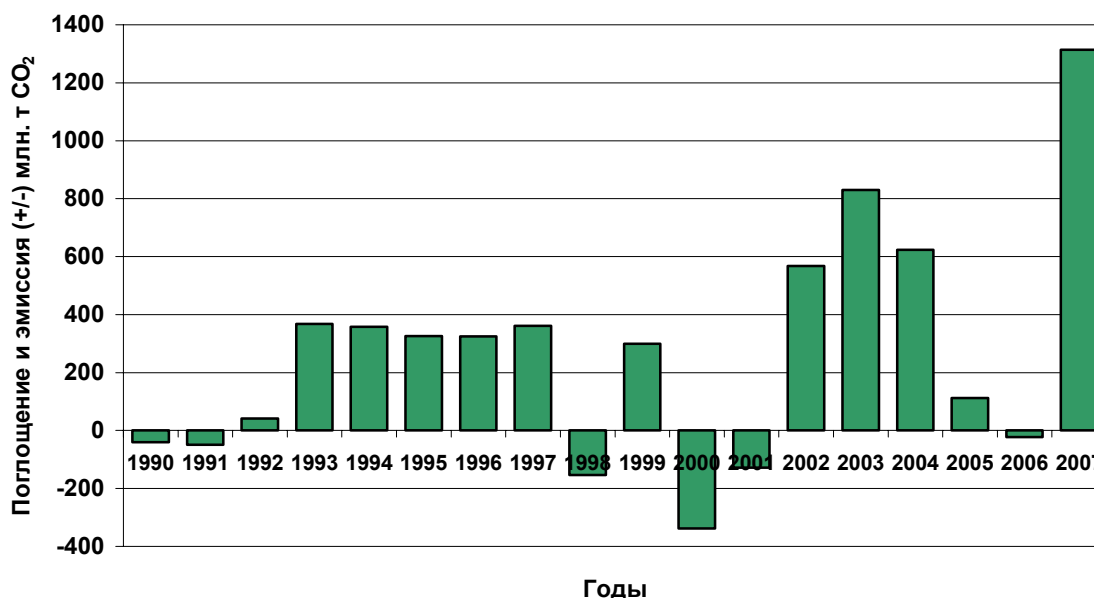


Рис. 7.3. Баланс CO₂ при землепользовании и в лесном хозяйстве.

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 особо охраняемых природных территорий, Министерства обороны РФ и населенных пунктов (городские леса). 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, находилась в ведении Министерства природных ресурсов Российской Федерации (МПР России), в том числе в ведении Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) находилось 94 % лесного фонда. С 1999 г. учет лесного фонда, находящегося в ведении Рослесхоза, проводится ежегодно (Четвертое национальное сообщение, 2006). С 1 января 2007 года вступил в действие новый Лесной кодекс РФ, принятый Государственной Думой 8 ноября 2006 г. С принятием нового Лесного кодекса и в связи с проведением административной реформы произошли изменения в национальной системе лесопользования. Рослесхоз перешел под юрисдикцию Министерства сельского хозяйства. В соответствии со статьей 83 Лесного кодекса значительная часть полномочий в области лесных отношений была передана субъектам РФ, за исключением густонаселенных регионов. Основными территориальными

единицами управления в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов стали лесничество и лесопарки (вместо лесхозов). Основным источником информации для составления кадастра парниковых газов по лесам является государственный лесной реестр. В государственном лесном реестре содержится документированная информация: 1) о составе земель лесного фонда, составе земель иных категорий, на которых расположены леса; 2) о лесничествах, лесопарках, их лесных кварталах и лесотаксационных выделах; 3) о защитных лесах, об их категориях, об эксплуатационных лесах, о резервных лесах; 4) об особо защитных участках лесов, о зонах с особыми условиями использования территорий; 5) о лесных участках; 6) о количественных, качественных, об экономических характеристиках лесов и лесных ресурсов; 7) об использовании, охране, о защите, воспроизводстве лесов; 8) о предоставлении лесов гражданам, юридическим лицам.

В зависимости от экономического, экологического и социального значения, местоположения и выполняемых функций, лесной фонд страны разделен на три группы лесов. В соответствии со статьей 10 Лесного кодекса (2006), 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, ранее относившиеся ко второй и третьей группам (за исключением резервных лесов), включены в состав эксплуатационных лесов. Резервные леса, входившие ранее в состав лесов третьей группы, отнесены к резервным лесам, а леса первой группы – к защитным лесам.

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). На территории лесного фонда России 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.

В Российской Федерации управление лесным хозяйством определяется как система антропогенной (хозяйственной) деятельности по рациональному управлению и пользованию лесами в целях выполнения ими соответствующих экологических (включая биологическое разнообразие), экономических и социальных функций устойчивым образом. Управление лесами, или лесоуправление, составляет цельную систему взаимосвязанных организационно-хозяйственных мероприятий по обеспечению устойчивого и неистощительного пользования лесными ресурсами.

В рамках управления лесами проводятся следующие мероприятия:

- планируются и осуществляются регулярный учет, количественная оценка и анализ состояния, пространственно-временной и ресурсной динамики лесного фонда;
- выполняются лесовосстановительные мероприятия и уход за лесом;
- осуществляется охрана и защита лесов от пожаров и прочих причин гибели лесных насаждений;
- определяется оптимальный размер лесозаготовок (расчетная лесосека);

- производятся рубки главного и промежуточного пользования, заготовки недревесного сырья и другой лесной продукции.

В состав управляемых лесов России входят лесные земли лесного фонда (за исключением резервных лесов) и лесные земли национальных парков, входящих в состав земель особо охраняемых территорий и объектов. Площади и запасы управляемых лесов России будут корректироваться с учетом вовлечения лесов в хозяйственный оборот. Площади управляемых лесов России приведены в таблице 7.1. По данным ФГУП «Рослесинфорг» (<http://www.roslesinforg.ru>) по состоянию на 01.01.2008 г. лесные земли Российской Федерации охватывали 890,8 млн. га, а лесные земли, входящие в лесной фонд — 838,1 млн. га или 94,1% лесных земель страны. Запас стволовой древесины на землях лесного фонда оценивался в 76,4 млрд. м³. Площадь управляемых лесов России составила 618,6 млн. га или 69,4 % лесных земель страны, а их запас – 63,1 млрд. м³, или 75,7 % общего запаса стволовой древесины. Таким образом, управляемые леса России 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.

При государственных учетах лесного фонда в России используется определение леса как сообщества деревьев полнотой 0,3 и выше (для молодняков 0,4 и выше) и высотой деревьев в спелом возрасте не менее 5 м на площади 0,5 га и более. Для сообщества кустарников используются те же величины полноты, что и для леса, но с минимальной площадью от 1 га и более. Аналогичные понятия используются и для учетов в лесах, не входящих в лесной фонд. Таким образом, для территории Российской Федерации лес — сообщество деревьев и кустарников с минимальной полнотой (плотностью стояния) 0,3 (для молодняков 0,4), минимальной высотой деревьев в спелом возрасте 5 м и площадью 1,0 га.

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 CO₂, N₂O и CH₄, причем выброс CO₂ может быть обусловлен пространственно-временной динамикой биомассы сельскохозяйственных культур, дыханием почвы, внесением известняковой муки и других известковых материалов. Выбросы N₂O связаны с внесением удобрений и изменениями физико-химических свойств почв при их конверсии в сельскохозяйственные земли, а выбросы CH₄ 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 CO₂ от пахотных земель приводится ниже.

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.

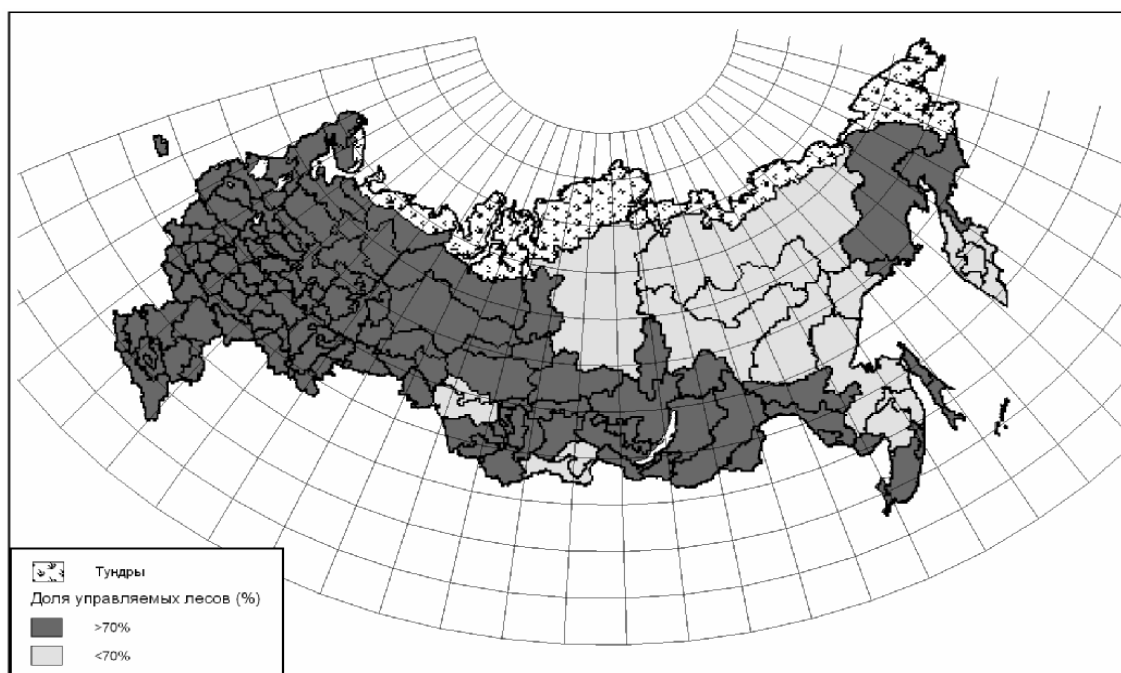


Рис. 7.4. Схема расположения управляемых лесов территории Российской Федерации (Гитарский с соавт., 2006)

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 лесному хозяйству

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», была 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). Начиная с 2008 года основным источником информации для составления кадастра парниковых газов по лесам является государственный лесной реестр. Документированная информация подготавливается ежегодно органами государственной власти субъектов Российской Федерации путем свода данных государственного лесного реестра по субъекту Российской Федерации на основе единого программного обеспечения.

ГУЛФ выполнялся по единой инструкции, утвержденной Министерством природных ресурсов РФ (Инструкция о порядке ведения государственного учета лесного фонда, 1997). Порядок ведения государственного реестра и специальные формы представления данных утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 мая 2007 г. N 318.

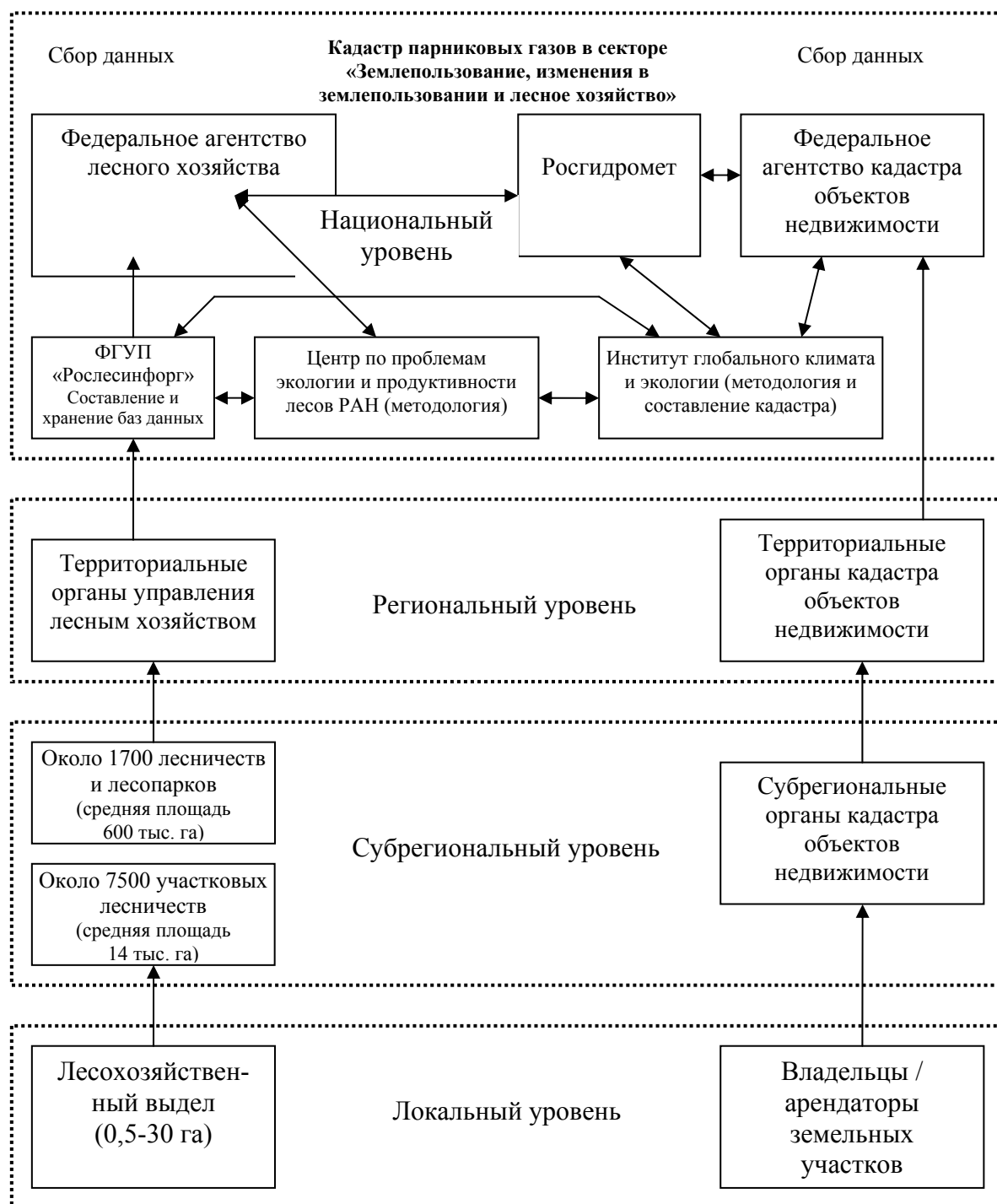


Рис. 7.5. Элементы национальной системы Российской Федерации оценки выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение в землепользовании и лесное хозяйство», включая сбор данных о деятельности

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 зарастивание 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. В процессе формирования банка данных проводится проверка и при необходимости корректировка поступающих данных. Проведение учета лесного фонда регламентируется специальной инструкцией.

Методологию инвентаризации парниковых газов в лесном хозяйстве разрабатывает Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН совместно с Институтом глобального климата и экологии.

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_2 , CH_4 , N_2O , CO и NO_x , 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 2008 года включительно.

7.4.1.1. Методы оценки изменения запаса углерода в фитомассе

Поглощение CO_2 вычисляли по методу второго уровня, основу которого составляет оценка изменения запасов в лесах и других резервуарах древесной биомассы (Руководящие указания по эффективной практике, 2003):

$$\Delta C_{\text{FLB}} = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1), \text{ где} \quad (7.1)$$

ΔC_{FLB}	величина годового изменения запаса углерода в биомассе, т с. в. C год^{-1} ;
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:

$$C_t = \sum_{ij} (V_{ij} \cdot D_{ij} \cdot \text{BEF}_{ij} \cdot (1 + R_{ij})) \cdot \text{CF}, \text{ где} \quad (7.2)$$

C_t	суммарная биомасса в пересчете на углерод в год учета t , т с.в. C ;
-------	---

V_{ij}	запас древесины породы i группы возраста j , м^3 ;
D_{ij}	удельная плотность древесины породы i группы возраста j , т с.в. м^{-3} ;
BEF_{ij}	коэффициент пересчета запаса стволовой древесины в надземную биомассу породы i группы возраста j ;
R_{ij}	доля подземной биомассы от надземной ее части древесины 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^3) в биомассу (т. с.в.) по древесным породам i и возрастам j , т с.в. м^{-3}

Выбросы CO_2 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. С;
 H_k объем заготовленной древесины по виду пользования k , м^3 ;
 EF_{ij} коэффициент пересчета запаса древесины (м^3) в биомассу (т. с.в.) по древесным породам i и возрастам j , т с.в. м^{-3} ;
 CF доля углерода в 1 т с.в. древесины

Выбросы CO_2 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):

$$E_f = \sum_m (A_m \cdot B_m) \cdot CF, \text{ где} \quad (7.5)$$

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^{-1} ;
 CF доля углерода в 1 т с.в. органических материалов

В таблице 7.6 приведены значения коэффициента EF_{ij} для пересчета запаса основных лесобразующих пород в биомассу по данным Д.Г. Замолотчикова с соавт. (Замолотчиков 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 лесобразующие 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 7.7. В таблице 7.8 приведена детализированная по основным лесобразующим породам и группам возраста структура покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов России (Гитарский с соавт., 2006).

Таблица 7.6.

Коэффициенты пересчета запаса в общую биомассу, т с.в. м⁻³

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 7.7.

Структура лесных земель лесного фонда Российской Федерации.

Годы	Категории лесных земель	Распределение по организации ведения лесного хозяйства					
		Управляемые		Резервные		Всего лесных земель	
		Площадь, млн. га	Запас, млн. м ³	Площа дь, млн. га	Запас, млн. м ³	Площа дь, млн. га	Запас, млн. м ³
1988	Покрытые лесной растительностью	534,55	59314,27	179,00	15332,58	713,55	74646,85
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	71,35	нет данных	38,70	нет данных	110,05	нет данных
1993	Покрытые лесной растительностью	535,78	60214,59	170,01	12813,49	705,79	73028,08
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	79,02	нет данных	40,38	нет данных	119,4	нет данных
1998	Покрытые лесной растительностью	544,22	61497,11	174,44	12824,50	718,66	74321,61

Годы	Категории лесных земель	Распределение по организации ведения лесного хозяйства					
		Управляемые		Резервные		Всего лесных земель	
		Площадь, млн. га	Запас, млн. м ³	Площадь, млн. га	Запас, млн. м ³	Площадь, млн. га	Запас, млн. м ³
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	67,7	нет данных	37,20	нет данных	104,9	нет данных
1999	Покрытые лесной растительностью	545,43	61495,89	173,95	12737,84	719,38	74233,73
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	68,36	нет данных	36,94	нет данных	105,3	нет данных
2000	Покрытые лесной растительностью	547,18	61765,42	174,91	12803,64	722,09	74569,06
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	67,54	нет данных	36,80	нет данных	104,34	нет данных
2001	Покрытые лесной растительностью	546,81	61717,76	175,38	12824,18	722,19	74541,94
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	67,9	нет данных	36,54	нет данных	104,44	нет данных
2002	Покрытые лесной растительностью	547,07	61719,15	174,79	12789,46	721,86	74508,61
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	68,05	нет данных	36,51	нет данных	104,56	нет данных
2003	Покрытые лесной растительностью	549,09	62070,17	172,76	12813,25	721,85	74883,42
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	67,73	нет данных	36,45	нет данных	104,18	нет данных
2004	Покрытые лесной растительностью	551,65	62542,27	170,98	12268,19	722,63	74810,46
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	67,67	нет данных	36,50	нет данных	104,17	нет данных
2005	Покрытые лесной растительностью	553,31	62913,16	170,69	12294,30	724	75207,46
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	61,13	нет данных	42,49	нет данных	103,62	нет данных
2006	Покрытые лесной растительностью	553,85	62993,16	171,49	12382,41	725,34	75375,57
	Временно не покрытые	65,5	нет	36,2	нет	101,7	нет

Годы	Категории лесных земель	Распределение по организации ведения лесного хозяйства					
		Управляемые		Резервные		Всего лесных земель	
		Площадь, млн. га	Запас, млн. м ³	Площадь, млн. га	Запас, млн. м ³	Площадь, млн. га	Запас, млн. м ³
	лесной растительностью и редколесья		данных		данных		данных
2007	Покрытые лесной растительностью	553,47	63057,0	173,66	12434,29	727,12	75491,29
	Временно не покрытые лесной растительностью и редколесья	65,78	нет данных	35,92	нет данных	101,7	нет данных

На основе данных о запасе основных лесообразующих пород (табл. 7.7 и 7.8) и значений EF_{ij} (табл. 7.4) по формулам (7.1) и (7.3) выполнен расчет годового поглощения CO_2 фитомассой деревьев и кустарников. Величины поглощения CO_2 фитомассой управляемых лесов России приведены в разделе 7.4.1.4.

7.4.1.2. Методы оценки изменения запаса углерода в мертвой древесине

Для оценки изменения запаса углерода в мертвой древесине использован метод расчета по изменению запасов. Этот подход аналогичен подходу при расчете пула фитомассы. Суть метода состоит в оценке общих запасов углерода в том или ином пуле для различных моментов времени с дальнейшим отнесением разности запасов к промежутку времени:

$$\Delta CD = (CD_{t_2} - CD_{t_1}) / (t_2 - t_1), \text{ где} \quad (7.6)$$

- ΔCD величина годового изменения запаса углерода в мертвой древесине, т с. в. С год⁻¹;
- CD_{t_2} запас углерода в мертвой древесине в год учета t_2 , т с. в. С;
- CD_{t_1} запас углерода в мертвой древесине в год учета t_1 , т с. в. С;
- t_1 и t_2 годы сопряженных учетов запасов углерода.

Запас углерода в мертвой древесине управляемых лесов за данный год учета рассчитывается путем конверсии запасов древесины в углерод при помощи коэффициентов, специфичных к группе возраста и преобладающей породе лесных насаждений (Замолотчиков, Уткин, 2005; Замолотчиков, Коровин, Гитарский, 2007). Запас углерода в мертвой древесине оценивается по уравнению:

$$CD_t = \sum_{ij} V_{ij} \bullet DEF_{ij} \bullet CF, \text{ где} \quad (7.7)$$

- CD_t общий запас углерода мертвой древесины в год учета t , т С;
- V_{ij} запас группы возраста j преобладающей породы i , м³ га⁻¹;
- DEF_{ij} коэффициент расчета массы мертвой древесины по запасу стволовой древесины в группе возраста j преобладающей породы i ;
- CF доля углерода в 1 т с.в. органических материалов ($CF=0,5$)

Коэффициенты DEF_{ij} (табл. 7.9) получены при помощи математической модели, подробное описание которой приведено в работах (Замолотчиков, Уткин, 2005; Кудеяров и др., 2007).

Таблица 7.8.

Структура покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов России

Год	Группы основных лесообразующих пород	Группы возраста							
		Молодняки		Средневозрастные		Приспевающие		Спелые и перестойные	
		Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³
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
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

Год	Группы основных лесообразующих пород	Группы возраста							
		Молодняки		Средневозрастные		Приспевающие		Спелые и перестойные	
		Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³
2005	Кустарники	8974,2	64,11	21592,6	454,01	6862,1	158,19	12825,6	372,90
	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
	Хвойные	68121,8	2618,69	86422,3	11539,26	38538,4	6508,84	175511,8	25504,84
2007	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
	Хвойные	68743,3	2662,44	88560,3	11652,27	39029,0	6573,27	176646,5	25308,07
	Твердолиственные	1658,1	67,39	4366,3	543,55	1850,8	237,30	7437,5	950,79
2008	Мягколиственные	21501,3	483,54	42061,9	4147,43	14174,1	2120,84	45358,2	7833,56
	Прочие породы	31,6	2,07	286,0	9,75	18,8	1,17	30,4	4,89
	Кустарники	8873,9	67,08	22835,60	477,89	6752,90	167,10	12516,7	381,15

Таблица 7.9

Конверсионные коэффициенты DEF для расчета общего запаса мертвой древесины в насаждении по их объемным запасам (по: Замолодчиков, Уткин, 2005; Замолодчиков, Коровин, Гитарский, 2007), т сухого вещества · м⁻³

Преобладающая порода	Группа возраста					
	молодняки I класса возраста	молодняки II класса возраста	средневозрастные	приспевающие	спелые	перестойные
Сосна	0,129	0,183	0,187	0,206	0,189	0,126
Ель	0,062	0,184	0,210	0,261	0,217	0,143
Пихта	0,053	0,152	0,188	0,237	0,202	0,149
Лиственница	0,048	0,099	0,176	0,198	0,193	0,142
Кедр	0,300	0,237	0,125	0,100	0,066	0,075
Дуб						
высокоствольный	0,146	0,161	0,133	0,145	0,125	0,104
низкоствольный	0,144	0,200	0,213	0,257	0,278	0,322
Каменная береза	0,103	0,121	0,111	0,088	0,064	0,059
Прочие твердолиственные	0,123	0,124	0,075	0,047	0,017	0,018
Береза	0,040	0,055	0,078	0,055	0,038	0,030
Осина	0,036	0,089	0,088	0,059	0,028	0,020
Прочие мягколиственные	0,030	0,073	0,059	0,058	0,037	0,026
Прочие породы	0,079	0,118	0,070	0,050	0,037	0,052
Кедровый стланик	0,104	0,195	0,347	0,372	0,467	0,427
Прочие кустарники	0,033	0,087	0,087	0,066	0,034	0,026

7.4.1.3. Методы оценки изменения запаса углерода в подстилке и в почве

Рекомендуемый МГЭИК метод расчета бюджета углерода по пулам подстилки и почвы основывается на оценке площадей, находящихся в переходе от одного состояния со стабильным запасом углерода в этих пулах к другому. При этом время достижения стабильных запасов в обоих пулах предполагается равным 20 годам (Руководящие указания..., 2003). Стабильные низкие запасы углерода подстилки и почвы отмечаются на непокрытых лесом лесных землях, сформировавшихся в результате рубок или пожаров, а стабильные высокие – в восстановившихся лесных насаждениях старших возрастов. Тогда растущие молодняки находятся в состоянии перехода от низких запасов к высоким. Следовательно, для лесного фонда России следует рассматривать переходы от непокрытых лесом (вырубки, гари, погибшие насаждения) к покрытым лесом землям со стабильным состоянием подстилки и почвы, а также переходы обратного направления. В учетах ГУЛФ категории, находящиеся в переходном состоянии к стабильным высоким запасам углерода подстилки и почвы, соответствуют возрастным группам молодняков. При этом продолжительность пребывания лесного насаждения в возрастных группах молодняков определяется длительностью возрастного класса, которая в зависимости от преобладающей породы может составлять 10, 20 или 40 лет. Если длительность возрастного класса равна 10 годам для мягколиственных пород, то к насаждениям в возрасте до 20 лет относятся молодняки I и II класса возраста, если класс возраста равен 20 годам (для хвойных за исключением кедра и для твердолиственных) – только молодняки I класса возраста. Для кедра (длительность класса возраста равна 40 годам) площадь насаждений в возрасте до 20 лет приблизительно равна половине площади молодняков I класса возраста.

Помимо рассмотренных, в лесном фонде постоянно имеют место переходы обратного направления, обусловленные рубками, пожарами и прочими причинами гибели насаждений (вспышки вредителей, ветровалы и т. д.). Для расчета величин, характеризующих оба направления перехода, был использован следующий алгоритм (Замолотчиков, Коровин, Гитарский, 2007). Время перехода (T) от не покрытых лесом земель к покрытым лесом со стабильным состоянием подстилки и почвы в соответствии с рекомендациями МГЭИК принимается равным 20 годам. Площади i -й преобладающей породы (AR_i), находящиеся в состоянии перехода от низких запасов к высоким, оцениваются по информации ГУЛФ для насаждений с возрастом не выше 20 лет. Расчет годичной площади насаждений i -й преобладающей породы, выбывающих из состава покрытых лесом земель со стабильным состоянием подстилки и почвы, проводится по уравнению (7.8):

$$AD_i = A_{it1} - A_{it2} + AR_i/T, \text{ где} \quad (7.8)$$

- AD_i площадь насаждений преобладающей породы i , выбывающих из состава покрытых лесом площадей со стабильным состоянием подстилки и почвы, га год⁻¹;
- A_{it1} площадь всех насаждений преобладающей породы i со стабильным состоянием подстилки и почвы в год учета t_1 , га;
- A_{it2} площадь всех насаждений преобладающей породы i со стабильным состоянием подстилки и почвы в последующий год учета t_2 , га;
- AR_i площадь насаждений преобладающей породы i , находящихся в состоянии перехода к стабильному состоянию подстилки и почвы, га;
- T время перехода к стабильному запасу подстилки на покрытых лесом площадях ($T = 20$ лет). Компонент AR_i/T характеризует площади, ежегодно достигающие стабильного состояния подстилки и почвы.

Расчет изменений запасов углерода подстилки в управляемых лесах РФ осуществляется по уравнению (7.9):

$$\Delta CL = \sum_i [AR_i(CLF_i - CLNF_i)/T - AD_i(CLF_i - CLNF_i)], \text{ где} \quad (7.9)$$

где ΔCL - годовое изменение запаса углерода в подстилке насаждений преобладающей породы i , т С год⁻¹; AR_i - площадь насаждений преобладающей породы i , находящихся в состоянии перехода к стабильному состоянию подстилки, га; AD_i - площадь насаждений преобладающей породы i , выбывающих из состава покрытых лесом площадей со стабильным состоянием подстилки, га год⁻¹; CLF_i - стабильный запас подстилки в лесных насаждениях преобладающей породы i , т С га⁻¹; $CLNF_i$ - стабильный запас подстилки на не покрытых лесом площадях, образующихся на месте насаждений преобладающей породы i , т С га⁻¹; T - время перехода к стабильному запасу подстилки на покрытых лесом площадях. Величины стабильных запасов подстилки CLF_i и $CLNF_i$ (табл. 7.10) оценены с использованием материалов работ (Честных, Лыжин, Кокшарова, 2007; Замолотчиков, Коровин, Гитарский, 2007).

Таблица 7.10

Стабильные запасы углерода подстилки и почвы в лесных насаждениях преобладающих пород (CLF , CSF) и на не покрытых лесом площадях, образовавшихся на месте насаждений данных преобладающих пород ($CLNF$, $CSNF$), т С га⁻¹

Преобладающая порода	Подстилка (по данным Честных, Лыжин, Кокшарова, 2007)		Почва (по данным Честных, Замолотчиков, Уткин, 2004)	
	CLF	$CLNF$	CSF	$CSNF$
Сосна	9,0	5,9	86,5	76,0
Ель	10,9	7,1	104,6	91,9
Пихта	5,8	3,8	93,0	81,7
Лиственница	6,9	4,5	94,0	82,6
Кедр	5,3	3,7	148,1	130,1
Каменная береза	5,4	3,5	115,2	101,2
Прочие твердолиственные	5,4	3,5	58,8	51,7
Береза	6,7	4,4	103,0	90,5
Осина	5,1	3,3	77,3	67,9
Прочие мягколиственные	6,7	4,4	66,8	58,7
Прочие породы	5,4	3,5	58,8	51,7
Кедровый стланик	1,0	0,6	154,7	136,0
Прочие кустарники	6,7	4,4	138,9	122,0

Уравнение, использованное для расчета изменений запасов углерода в почве, совершенно аналогично уравнению (7.9), за исключением того, что вместо CLF_i и $CLNF_i$ используются коэффициенты CSF_i и $CSNF_i$ характеризующие стабильные запасы углерода почвы на покрытых и не покрытых лесом площадях соответственно. Значения CSF_i и $CSNF_i$ (табл. 7.10) рассчитаны для 30 см слоя почвы на основе материалов работ (Честных, Замолотчиков, Уткин, 2004; Замолотчиков, Коровин, Гитарский, 2007).

7.4.1.4. Результаты оценки углеродного бюджета управляемых лесов

Площадь покрытых лесом земель управляемых лесов от 1990 к 2008 г. увеличилась на 27.7 млн. га. Здесь в первую очередь сказывается важнейшая тенденция современного периода развития лесного хозяйства России, а именно: более чем двукратное падение уровня лесопользования в начале 1990-х годов (Замолотчиков с соавт., 2005; Замолотчиков, Коровин, Гитарский, 2007). Сокращение площадей новых вырубок за счет снижения уровня лесозаготовок происходит одновременно с лесовосстановлением на вырубках более раннего периода, после чего они переходят в состав покрытых лесом земель.

Для расчета изменений запасов углерода в подстилке и почвах вычислили дополнительные параметры, характеризующие изменения породно-возрастной структуры

управляемых лесов. Сначала были определены площади молодых насаждений, которые находятся в переходе к стабильному запасу углерода подстилки или почвы, характерного для насаждений старших возрастов, затем рассчитаны величины убыли (пополнения) площади насаждений со стабильным состоянием подстилки или почвы согласно уравнению 7.8. Итоговые результаты расчетов приведены в таблице 7.11. Убыль площади насаждений со стабильными запасами подстилки и почвы связана с различными видами нарушающих воздействий, в первую очередь, рубками главного пользования и лесными пожарами. Пополнение площади насаждений со стабильными запасами подстилки и почвы, не связанное с переходом молодых насаждений к стабильному состоянию подстилки и почвы, происходит в случае нормативных изменений учетных категорий, составляющих управляемые леса. За рассматриваемый временной интервал такие ситуации имели место в 2003 и 2007 гг.

Таблица 7.11

Площади насаждений в состоянии перехода к стабильному состоянию подстилки и почвы и убыли (пополнения) площадей насаждений со стабильным состоянием подстилки и почвы.

Год	Площадь земель, находящихся в состоянии перехода, тыс. га	Убыль (-) / пополнение (+) площади насаждений со стабильными запасами подстилки и почвы, тыс. га год ⁻¹
1990	63228,1	-2399,5
1991	62711,7	-2373,7
1992	62195,3	-2347,8
1993	61678,9	-1457,2
1994	61739,8	-1460,3
1995	61800,7	-1463,3
1996	61861,6	-1466,4
1997	61922,5	-1469,4
1998	61983,5	-2372,7
1999	62467,3	-2332,9
2000	63426,0	-3818,1
2001	63708,2	-3362,4
2002	64142,9	-402,2
2003	63357,0	285,5
2004	62459,8	-923,2
2005	61923,8	-1627,1
2006	60998,3	-2335,9
2007	59894,9	5997,8
2008	60170,5	-

За весь рассматриваемый (кроме 2000 г.) изменения запаса углерода в фитомассе управляемых лесов положительны, то есть имеет место сток атмосферного углерода в фитомассу, среднее значение которого равно 80,3 Мт С год⁻¹. (табл. 7.12). Как величина углеродного запаса мертвой древесины, так и годовые его изменения заметно меньше таковых для фитомассы, при этом отрицательные значения (источник углерода) имеют место в 1998, 2000, 2001, 2005 и 2006 гг. В среднем за 1990-2007 гг. величина стока углерода в мертвую древесину составляла 7,2 Мт С год⁻¹.

Наименьшие по абсолютным величинам изменения характерны для запаса углерода подстилки, при этом они отрицательны для 2000 и 2001 г., в среднем подстилка является стоком углерода с величиной 4,2 Мт С год⁻¹. Почва является источником углерода в 2000 и 2001 гг., средняя за рассматриваемый период величина стока углерода в почву равна 20,4 Мт С год⁻¹. Расчет углеродного бюджета лесов для периодов с 1989-1992 и 1994-1997 гг. базировался на допущении о линейной динамике запасов древесины и площадей между

учетами 1988, 1993 и 1998 гг. Это допущение приводит к стабильности изменений запасов углерода в периоды 1988-1992 и 1993-1997 гг.

Итоговые значения баланса углерода в управляемых лесах РФ варьируют от -53,5 Мт С год⁻¹ (источник углерода) до 387,2 Мт С год⁻¹ (табл. 7.12, рис. 7.6). Как указывалось раньше, в итоговых значениях баланса углерода учтены изменения запасов в связи с лесозаготовками и лесными пожарами (то есть переход покрытых лесом земель во временно непокрытые), а также перевод лесных земель в другие виды землепользования. Средний за 1990-2007 гг. сток углерода в управляемые леса составляет 112,2 Мт С год⁻¹. Источник углерода в 2000 и 2001 г. в основном объясняется продолжающимся усыханием лесных насаждений после масштабных пожаров 1998 г., а также задержкой отражения последствий этих пожаров в материалах государственного учета лесного фонда.

Таблица 7.12

Годичные изменения запасов углерода в фитомассе, мертвой древесине, подстилке и почве управляемых лесов РФ.

Год	Изменение запаса углерода по пулам, млн. т С год ⁻¹				
	фитомасса	мертвая древесина	подстилка	почва	Всего
1990	39,1	7,8	1,7	11,5	60,1
1991	39,1	7,8	1,7	11,5	60,1
1992	39,1	7,8	1,7	11,5	60,1
1993	94,8	9,4	4,2	20,1	128,4
1994	94,8	9,4	4,2	20,1	128,4
1995	94,8	9,4	4,2	20,1	128,4
1996	94,8	9,4	4,2	20,1	128,4
1997	94,8	9,4	4,2	20,1	128,4
1998	11,6	-10,5	1,2	7,8	10,1
1999	101,7	14,8	2,1	6,8	125,4
2000	-26,7	-13,2	-1,1	-12,5	-53,5
2001	5,6	-5,9	-0,1	-3,3	-3,6
2002	134,6	12,4	7,2	34,8	188,9
2003	179,3	25,4	7,7	45,6	257,9
2004	144,3	23,0	5,2	26,6	199,0
2005	46,8	-8,4	2,7	19,6	60,7
2006	18,3	-3,6	1,6	8,0	24,4
2007	238,7	26,0	23,2	99,3	387,2

Итоговые величины углеродного баланса управляемых лесов Российской Федерации отражают всю совокупность мер по лесоуправлению: лесопользование, лесовосстановление, охрану и защиту лесов. Главная причина, по которой леса за рассматриваемый период являлись стоком углерода, связана с двукратным снижением уровня лесопользования, имевшем место с 1990 по 1994 г.

Данные о фактической рубке в лесах России (H_k) представлены на рисунке 7.7 (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 2007 годы. Эти данные использовали для расчета выбросов CO₂ от лесозаготовок по формуле (7.4). При расчете выброса CO₂ от лесопользования использовали следующие значения EF_{ij} : 0,737 т с.в. · м⁻³ для хвойной, 0,725 т с.в. · м⁻³ для мягколиственной и 1,0 т с.в. · м⁻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⁻³ соответственно, которые являются средними величинами для приспевающих и спелых групп возраста основных

лесообразующих пород хвойных древостоев. Выбор указанных коэффициентов обусловлен основными принципами организации лесопользования в лесах Российской Федерации.

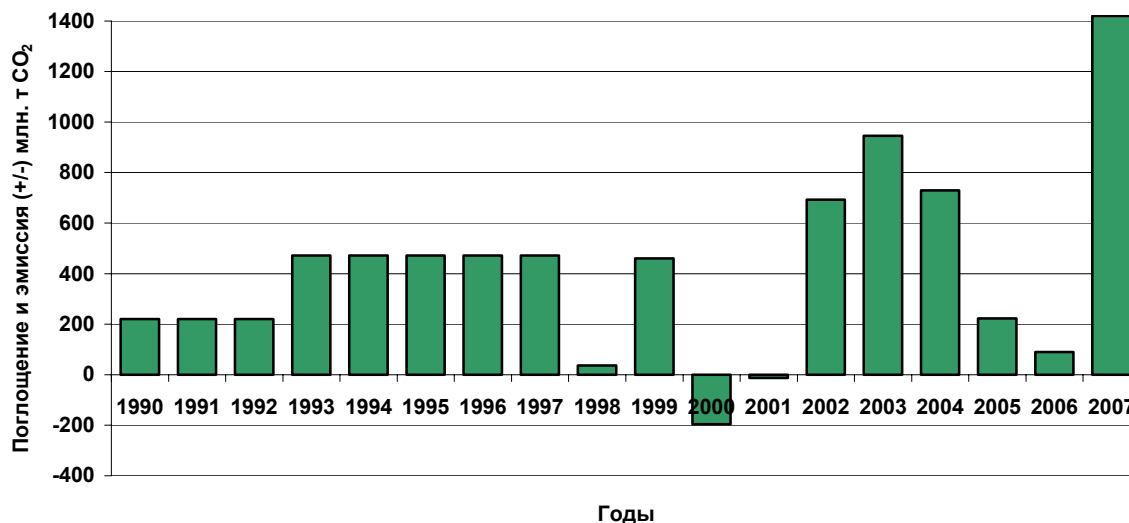


Рис. 7.6. Поглощение CO₂ управляемыми лесами России (в сумме по пулам фитомассы, мертвого органического вещества и почвы).

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 России (рисунок 7.8).

Как видно из рисунка 7.8, 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. · га⁻¹. 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 7.9 приведена расчетная оценка выброса CO₂ при лесных пожарах и лесозаготовках, а также суммарный выброс диоксида углерода с лесных земель управляемых лесов России (величины выброса CO₂ на рисунке 7.9 приведены для справки, так как они уже учтены в изменении запасов управляемых лесов).

Выбросы CH₄, N₂O, CO и NO_x определялись на основе долевого участия в атмосферном выбросе углеродсодержащих газов, выделяющихся при сгорании органики, и соотношения углерода и азота в продуктах горения.

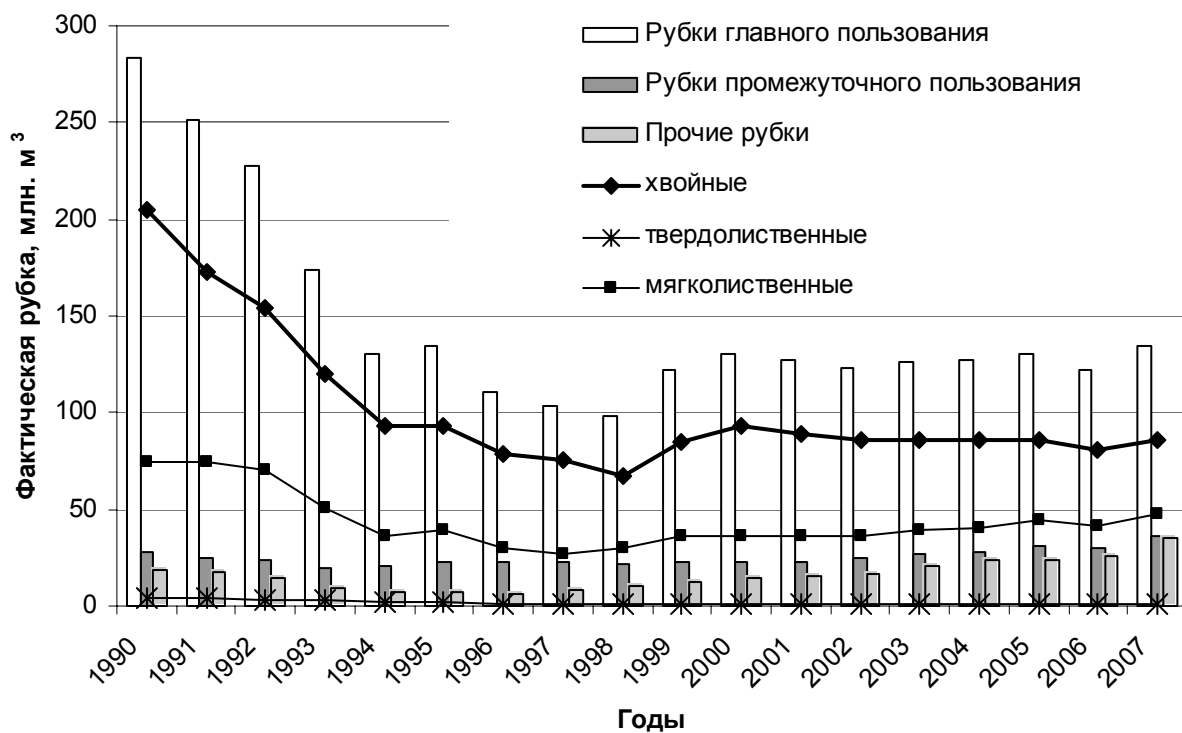


Рис. 7.7. Фактическая рубка древесины в лесах России по видам пользования и по хозяйственным секциям (для главного пользования лесом).

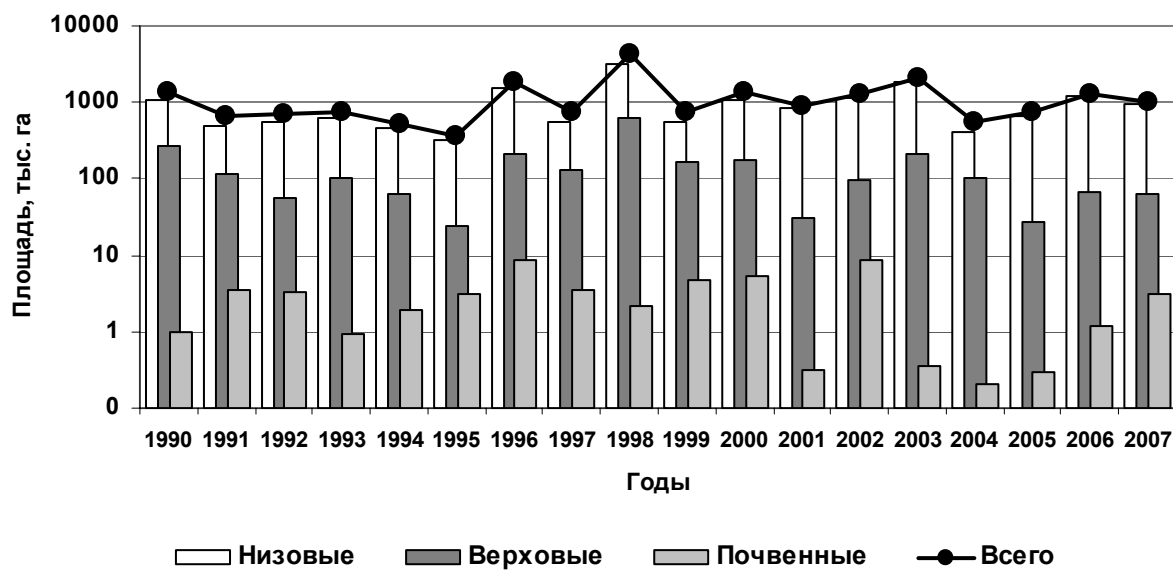


Рис. 7.8. Площади пожаров в управляемых лесах территории лесного фонда.

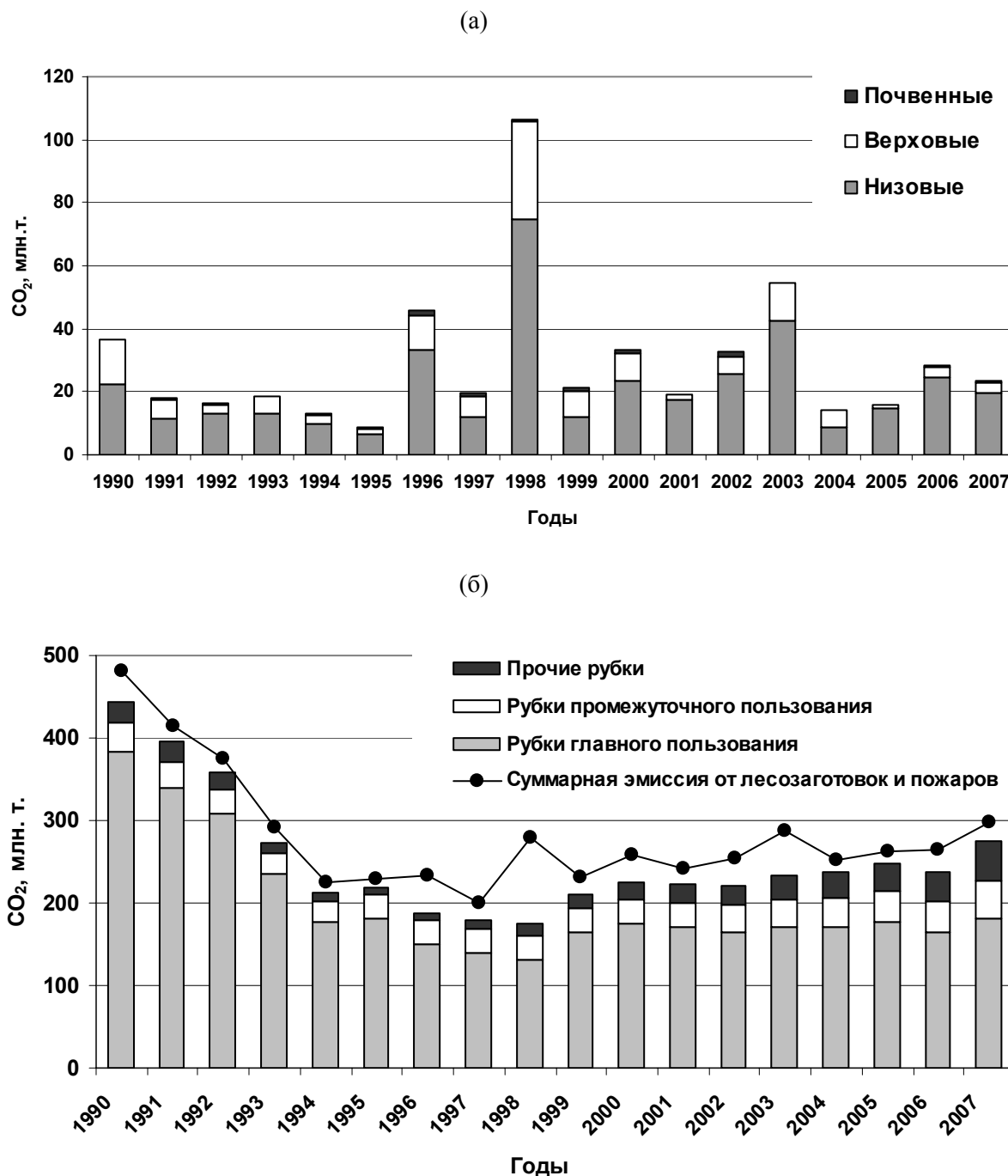


Рис. 7.9 Выбросы CO_2 от лесных пожаров (а) и лесозаготовок (б) и суммарный выброс диоксида углерода с лесных земель.

Такой подход соответствует первому уровню сложности методологии МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Соотношение C/N в продуктах горения принято 0,01. Доля углерода сгоревших органических материалов, которая выделяется в виде CH_4 и CO составляет соответственно 0,012 и 0,06. Доля азота, выделившегося в форме N_2O и NO_x , составляет 0,007 и 0,121 (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчет углерода в CO_2 выполняли при помощи коэффициента 44/12, в CH_4 и CO — при помощи коэффициентов 16/12 и 28/12. Выбросы азота пересчитывали в N_2O и NO_x на основе

коэффициентов 44/28 и 46/14 соответственно. Выбросы CH₄, N₂O, CO и NO_x в управляемых лесах России приведены в табл. 7.13.

Таблица 7.13.

Выбросы CH₄, N₂O, CO и NO_x в управляемых лесах России

Год	Величина выброса, тыс. т			
	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x
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
2007	111,3	973,8	0,8	27,7

Значительная вариация выбросов парниковых газов в таблице 7.13 обусловлена воздействием природных и антропогенных факторов, определяющих условия возникновения и характер пожаров в лесах.

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 2007 гг. взяты из отчетов Росстата и ежегодных статистических сборников (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006; 2007; 2008). 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 т С · га⁻¹ · год⁻¹) и потери углерода при вырубке или гибели насаждений (63 т С · 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 2007 гг. приведены в таблице 7.14.

Таблица 7.14

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 ¹⁾
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
2007	909,9	10,2	1910,79	642,6	1268,19

¹⁾ 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 модели. При этом внесение органических и минеральных углеродсодержащих удобрений, известкование почв и остатки надземной и подземной биомассы 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, 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 2007 гг. были получены в отчетах и справочных изданиях Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005; 2006; 2007; 2008).

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: бесподстилочный навоз крупного рогатого скота (КРС), свиней, подстилочный навоз КРС, лошадей и овец, бесподстилочный и подстилочный 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. 7.10).

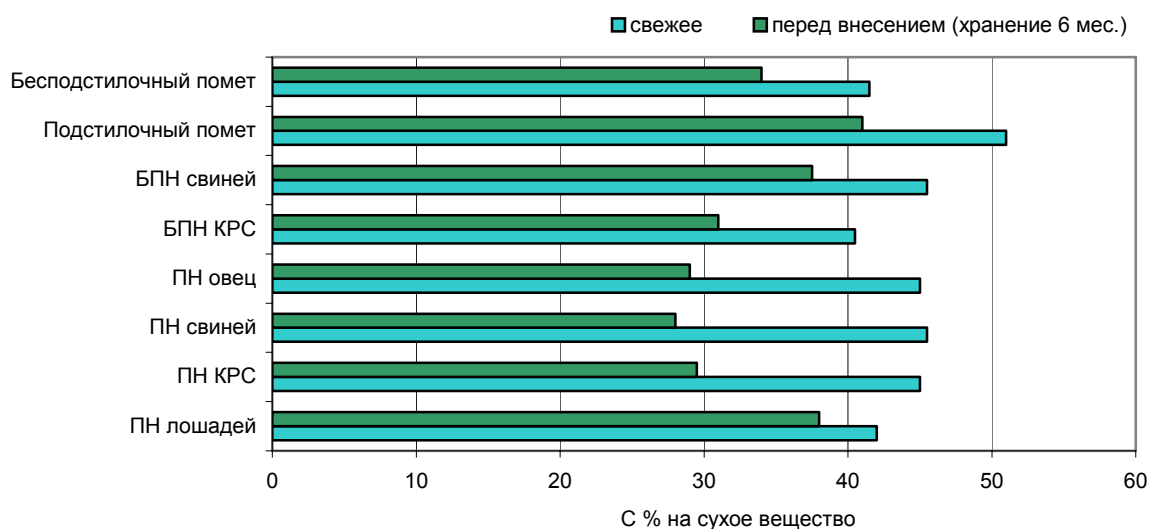


Рис. 7.10. Потери углерода разных видов навоза и помета при хранении

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. 7.15). 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 2007 гг. приведено в таблице 7.16.

Как следует из этой таблицы, внесение органических удобрений сократилось в течение рассматриваемого периода на 87,7 % от 393,1 млн. тонн в 1990 г. до 48,3 млн. тонн в 2007, 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 2007 г.

Таблица 7.15

*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 7.16.

*Внесение органических удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в
сельскохозяйственные почвы за период с 1990 по 2007 гг., млн. тонн*

Годы	Внесение органических удобрений	Количество углерода, поступившего в с.х. земли
1990	393,1	71,7
1991 ¹⁾	347,2	63,3
1992 ¹⁾	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
2007	48,6	8,9

¹⁾ 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; 2007; 2008) 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 мочевина, чистая мочевина и цианамид кальция. Из восьми видов фосфорных удобрений углерод встречается только в составе фосфоритной муки, а из девяти калийных – в составе поташа. Статистика по

вносению 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 7.17.

Поступление углерода в сельскохозяйственные почвы с минеральными удобрениями за период с 1990 по 2007 года приведено в таблице 7.18.

Таблица 7.17

Коэффициенты по содержанию углерода в разных видах минеральных удобрений

Вид удобрений	Среднее содержание действующего вещества, %	Среднее содержание углерода, %	Пересчетный коэффициент (углерод/ действ. вещество)
азотные	29,22	3,66	0,13
фосфорные	24,81	0,37	0,015
калийные	31,17	0,53	0,017

Таблица 7.18

Внесение минеральных удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы за период с 1990 по 2007 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 ¹⁾	1,362 ²⁾	1,581 ²⁾	0,497
1992	2,974 ¹⁾	1,500 ²⁾	1,079 ²⁾	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
2007	1,033	0,404	0,277	0,140

¹⁾ расчетные данные (интерполяция)

²⁾ данные по (Использование минеральных удобрений..., 1995)

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

известь-содержащих карбонатов был применен коэффициент МГЭИК. Известкование сельскохозяйственных почв и рассчитанное поступление при этом углерода в почвы приведены в таблице 7.19.

За период с 1990 по 2007 гг. суммарное поступление углерода в почвы с минеральными удобрениями (табл. 7.18) и известковыми материалами (табл. 7.19) снизилось в 10 раз, что связано с соответственным сокращением их внесения в пахотные земли с 1990 года.

Таблица 7.19

Известкование сельскохозяйственных почв и поступление углерода с известковыми материалами за период с 1990 по 2007 гг., млн. тонн

Годы	Внесение известковых материалов, млн. тонн	Количество углерода, поступившего в с.х. земли, млн. тонн
1990	31,4	2,64
1991 ¹⁾	29,0	2,44
1992 ¹⁾	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
2007	2,1	0,18

¹⁾ расчетные данные (интерполяция)

Оценка количества углерода, поступающего в пахотные почвы с остатками культурных растений, включала ежегодный расчет углерода надземных (пожнивных) остатков и корней культурных растений, которые остаются на полях после уборки урожая. 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 остатков растений на основе данных урожайности основной продукции (Левин, 1977; Романовская с соавт., 2002). Ниже представлен общий вид уравнений, используемых в расчетах:

$$C_{ab} \text{ или } C_{un} = \sum_i ((a_i Y_i + b_i) * C_i) * S_i, \text{ где} \quad (7.10)$$

- C_{ab} – масса углерода, поступающего в почвы с пожнивными остатками (C_{un} – корневыми остатками) 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 пожнивных (или корневых) остатков данной сельскохозяйственной культуры при определенном уровне урожайности (Левин, 1977);
 C_i – содержание углерода в биомассе 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.

Углерод поверхностных (C_{ab}) и корневых (C_{un}) остатков всех культур суммируются за каждый год. Полученная величина используется для расчета общего поступления углерода в пахотные почвы. В обобщенном виде система уравнений для расчета количества биомассы, поступающей в почву с растительными остатками сельскохозяйственных культур, представлена в таблице 6.13 (см. раздел Сельское хозяйство, категория 4.D.1.4.). Следует обратить внимание, что в таблице 6.13 в уравнениях включены данные по процентному содержанию азота в пожнивных и корневых остатках. При расчете углерода эти величины следует заменить на:

- пшеница – 48,53%;
- ячмень – 45,67%;
- посо – 46,87%;
- сахарная свекла и кормовые корнеплоды – 40,72%;
- картофель – 42,26%;
- остальные культуры – 45%.

Содержание углерода в биомассе растений разных видов определено по данным МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы, 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000). Масса углерода в остатках риса, горчицы, рапса и сои были оценены по регрессионным уравнениям наиболее биологически близких к ним видам культурных растений.

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; 2007; 2008). Величины поступления углерода с остатками культурных растений за период с 1990 по 2007 гг., а также суммарное поступление углерода в пахотные почвы приведены в таблице 7.20.

Таблица 7.20

Углерод пожнивных и корневых остатков культурных растений и общее поступление углерода в пахотные почвы России, млн. тонн C/год

Годы	Количество углерода остатков биомассы культурных растений, млн. тонн	Общее поступление углерода в пахотные почвы, млн. тонн
1990	171,9	246,8
1991	146,6	212,9
1992	152,0	203,6
1993	148,4	194,5
1994	129,3	160,7
1995	121,2	145,4
1996	121,2	141,6
1997	129,9	146,2
1998	104,8	118,5
1999	104,8	117,9
2000	108,4	121,0
2001	115,3	126,7
2002	111,9	123,4
2003	106,3	117,7
2004	107,4	117,5
2005	107,3	116,8
2006	107,4	116,5
2007	107,8	116,9

Как следует из данных таблицы 7.20, в целом наблюдается тенденция снижения количества углерода растительных остатков 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 лет. Так, после 2004 года наметилась тенденция увеличения средней урожайности зерновых культур, что оказало соответствующее влияние на количество углерода биомассы растений.

Как следует из данных по всем рассмотренным источникам поступления углерода в сельскохозяйственные почвы, углерод растительных остатков является основным потоком, определяющим общее количество накопленного углерода. Вклад органических удобрений менее существенен и составляет от 29,0 % в 1990 г. до 7,5 % в 2007 г., а на долю остальных источников приходится 1,3 % и 0,3 % в 1990 г. и 2007 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 2007 г. эта величина снизилась до 0,9 т/га. При этом площадь, удобряемая органическими удобрениями, сократилась до 5,2 % от общей посевной площади.

Потери углерода на возделываемых землях. Общий вынос углерода с территории возделываемых земель рассматривался по следующим составляющим: механические потери углерода с дефляцией и эрозией почв, 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 7.21.

Из данных таблицы 7.21 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 2007 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 7.22.

Таблица 7.21

Смыв углерода с одного гектара водосбора рек на территории Российской Федерации, кг/га в год

Река	Площадь водосбора, тыс. км ²	Смыв углерода с территории водосбора, кг · га ⁻¹ · год ⁻¹			
		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

Сокращение потерь углерода с эродированным материалом объясняется сокращением площадей возделываемых земель в стране с 1990 года.

Вынос углерода при эрозии и дефляции с возделываемых земель с 1990 по 2007 гг.

Годы	Площадь возделываемых земель (посевы, пар и многолетние насаждения), млн. га	Эрозия и дефляция углерода с территории возделываемых земель, млн. 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
2007	90,9	2,27

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 биомассы культурных растений (чистая первичная продукция), нам необходимо было оценить потери углерода в форме 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 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 7.23.

Следует отметить, что полученные средние значения, приведенные в таблице 7.23, относятся к результатам экспериментальных работ, выполненных в 70-80 гг. прошлого столетия. По данным Кургановой и соавт. (2007) дыхание почв агроценозов до 1990 г. было в среднем по стране в 1,2 раза выше дыхания почв целинных сообществ. В настоящее время в связи с значительным сокращением внесения органических удобрений, численность и многообразие микрофлоры в пахотных почвах уменьшились. Соответственно, микробное дыхание также сильно сократилось. По оценкам Кургановой и соавт. (2007) после 1990 года дыхание почв агроценозов стало в среднем в 1,5 раза ниже дыхания почв целинных экосистем. Поэтому, при расчете общего почвенного дыхания на территории возделываемых

земель с 1994 года и далее нами использованы средние величины из таблицы 7.23 с поправкой в 1,8 раз ниже (чернозем – $223 \text{ мг CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$, дерново-подзолистая почва – $189 \text{ мг CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$, остальные типы почв – $142 \text{ мг CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$). Для периода с 1990 по 1993 гг., когда происходило наиболее резкое снижение количества вносимых органических удобрений, коэффициенты дыхания почв были получены линейной интерполяцией между этими значениями и величинами, приведенными в таблице 7.23.

Следует также учитывать, что использованные коэффициенты дыхания почв 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 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. В среднем на территории нашей страны поток углекислого газа при дыхании пахотных почв в течение холодного периода года (ноябрь-апрель) составляет около 30 % от годового (Сапронов, 2007). 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 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 дыхание почв в течение холодного периода года и переводили в единицы углерода. Полученные результаты по ежегодным потерям углерода с микробным дыханием почв возделываемых земель за период с 1990 по 2007 гг. приведены в таблице 7.24.

Сокращение дыхания почв и соответственных потерь углерода после 1990 г. обусловлено сокращением площадей возделываемых земель в стране в течение рассматриваемого периода.

Таблица 7.23

Средние значения дыхания разных типов почв в агроценозах

Почва	Культура	Эмиссия CO_2 , $\text{мг CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$	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-	овес	513	»»

Почва	Культура	Эмиссия CO ₂ , мг CO ₂ ·м ⁻² ·час ⁻¹	Источник
черноземная			
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	

Ежегодный баланс углерода. На основании полученных оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на возделываемых землях за период 1990-2007 гг. (рис. 7.11.). Положительные величины показывают поступление углерода в агроценозы, а отрицательные – его потери. Как следует из рисунка 7.11, 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 7.12. В течение последних лет (с 2003 г.) наблюдается тенденция снижения годовых нетто потерь углерода, что, по-видимому, связано с ростом средней урожайности зерновых культур в стране.

Анализ точности расчетов изменений запасов углерода в пахотных почвах по разработанной модели приведен в разделе «Оценка и контроль качества» (см. ниже).

Таблица 7.24

Потери углерода с возделываемых земель при дыхании почв с 1990 по 2007 гг.

Годы	Потери углерода при дыхании почв, млн. тонн С
1990	312,8
1991	282,7
1992	251,1
1993	220,6
1994	189,6
1995	186,3
1996	182,1
1997	177,7
1998	170,8
1999	164,8
2000	160,8
2001	159,2
2002	157,5
2003	150,2
2004	148,9
2005	145,2
2006	144,2
2007	142,9

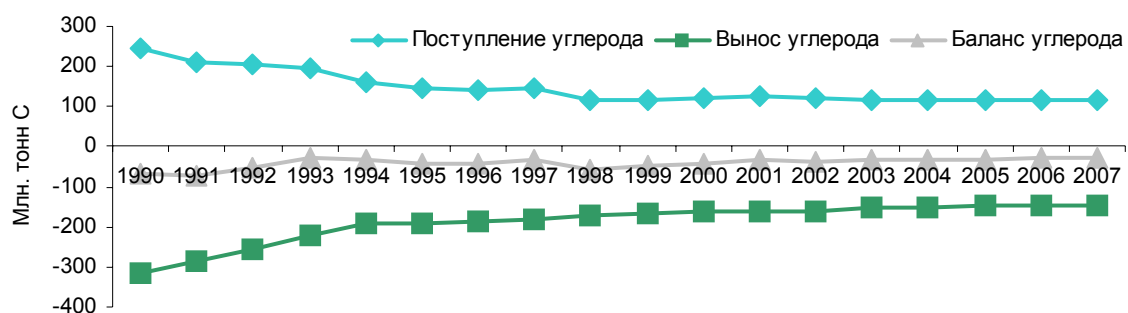


Рис. 7.11. Ежегодный баланс углерода в минеральных почвах возделываемых землях страны за период с 1990 по 2007 гг., млн. тонн С

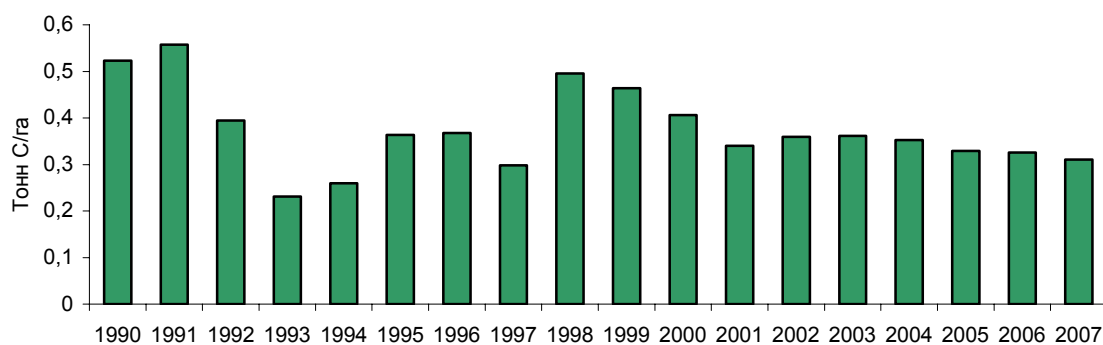


Рис. 7.12. Годовые нетто-потери углерода с одного гектара минеральных почв возделываемых земель за период с 1990 по 2007 гг., тонн С/га

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; 2007; 2008; 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 7.25. Выбросы закиси азота с рассчитанной площади обрабатываемых органогенных почв за период с 1990 по 2007 гг. оценены в секторе Сельского хозяйства, категория 4.D.1.5.

Таблица 7.25

Потери углерода с возделываемых земель при обработке органогенных почв за период с 1990 по 2007 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
2007	1363286,7	1363,3

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 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 2007 гг. взяты из отчетов и справочников Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Российский статистический ежегодник, 2006; 2007; 2008). 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 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 CO₂ при известковании почв карбонатными соединениями за период 1990-2007гг. представлены в таблице 7.26.

Как следует из таблицы 7.26, выбросы углерода при известковании сельскохозяйственных земель постепенно снижались. Так в 1990г. они составляли около 2,6 млн. тонн/год, а в 2007 г. не превышали 6,4 % от уровня 1990 года. Сокращение количества использованных известковых материалов в течение 1990-2007 гг. обусловлено общим экономическим спадом в агропромышленном производстве страны.

Таблица 7.26

Годовые выбросы CO₂ и потери углерода с возделываемых земель при их известковании карбонатными соединениями с 1990 по 2007 гг.

Годы	Внесение известняковой муки и других известковых материалов, млн. тонн	Выбросы CO ₂ , млн. тонн	Выбросы углерода, млн. тонн
1990	31,4	9,67	2,64
1991 ¹⁾	29,0	8,93	2,44
1992 ¹⁾	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
2007	2,1	0,65	0,18

¹⁾ расчетные данные (интерполяция)

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.В.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 2007 гг. не производилась. Это подтверждается статистическими данными о ежегодном сокращении существующих площадей возделываемых земель (табл. 7.22) 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.

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 7.27), а также их распределение по субъектам Федерации за 1990г. и за период с 1998 по 2007гг. (Земельный фонд РФ, 2006; 2007). 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).

Таблица 7.27

Площади кормовых угодий землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством в России за период с 1990 по 2007 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	70,1
2007	70,1

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.

Как следует из данных таблицы 7.27, 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 2007 год. По-видимому, это увеличение площадей происходило за счет земель, находившихся под кормовыми угодьями в предыдущие годы 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 2007 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 модели. 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 1990-2007 гг. объемы этих работ в аграрном секторе сильно сократились (внесение органических удобрений на 88 %, минеральных – на 83 % и известковых материалов – на 94 %) 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. В связи с отсутствием надежной ежегодной статистической информации о продуктивности экосистем кормовых угодий, для оценки поступления фотосинтетически связанного за год углерода и нетто-продуктивности

экосистем для сенокосов и пастбищ нами использовался хлорофилльный способ (Мокроносов, 1999; Куренкова, 1998). 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. 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 7.28 показано ежегодное поступление атмосферного углерода в экосистемы пастбищ и сенокосов при фотосинтезе растений за период с 1990 по 2007 гг.

Таблица 7.28

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
2007	223,59

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 CO₂ 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_4 от навоза этих животных и лошадей 0,76 и 1,39 кг CH_4 /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 2007 года приведены в таблице 7.29.

Таблица 7.29

Выход навоза и помета от пастбищных животных и птицы

Категория пастбищных животных и птицы	Среднесуточный выход навоза (помета), кг сырого вещества/гол. в сутки	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	22,5 ¹⁾	425,0
Немолочный рогатый скот	30,0	83,0	27,8 ¹⁾	518,2
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

¹⁾ по данным 2007 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

бесподстилочного 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 CH_4 с учетом соотношения среднего выхода этих газов из навоза животных (CH_4 55-65 %, CO_2 35-45 %) (Козьмин с соавт., 1998). Полученные значения коэффициентов выброса CO_2 , приведены в таблице 7.30.

Таблица 7.30

Коэффициенты выброса углекислого газа от навоза и помета пастбищ, кг/гол. в год

Категория пастбищных животных и птицы	Коэффициенты выброса CO_2 , кг/гол. в год
Молочный рогатый скот	3,15 ¹⁾
Немолочный рогатый скот	1,82 ¹⁾
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

¹⁾ по данным 2007 г.

В таблице 7.31 содержатся результаты расчета общего количества экскретируемого на пастбищах углерода, выбросов CH_4 и CO_2 от навоза и помета, оставленных на пастбищах, и балансовые оценки поступления углерода из навоза (помета) в почвы за период с 1990 по 2007 гг. Следует отметить, что выбросы двуокиси углерода из навоза и помета сельскохозяйственных животных и птицы, а также выбросы 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 CO_2 при дыхании и хранении навоза (помета). В свою очередь, вся изъятая с полей биомасса растений учитывается нами в статьях выноса углерода (выбросы CO_2).

Как следует из данных таблиц 7.28 и 7.31, углерод биомассы растений 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 2,3 % в 2007 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 66,2 %, численность птицы сократилась на 43,8 %, поголовье остальных пастбищных животных (мулы, ослы, лошади, верблюды и северные олени) – на 58,7 % (данные Росстата).

Таблица 7.31

Поступление углерода из навоза и помета сельскохозяйственных животных и птицы в почвы пастбищ

Годы	Экскреция углерода на пастбищах, тыс. тонн С	Выбросы CH ₄ из навоза (помета) пастбищ, тыс. тонн С	Выбросы CO ₂ 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
2007	5 240,2	15,6	3,8	5,22

Потери углерода на землях кормовых угодий. 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.В.1.3 ОФД). Как следует из данных таблицы 7.21, 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 2007 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 7.32.

Снижение потерь углерода с эродированным материалом объясняется сокращением площадей кормовых угодий в стране на 12,5 % за период с 1990 по 2007 гг. (от 80,1 до 70,1 млн. га соответственно).

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 2007 гг. приведены в таблице 7.33.

Таблица 7.32

Вынос углерода при эрозии и дефляции с земель кормовых угодий с 1990 по 2007 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
2007	1,75

Таблица 7.33

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
2007	12,4	5,57	15,5	8,23	0,95	0,43	0,041	0,018	14,24

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 7.33.

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 7.33. Используя коэффициент содержания С (45 %) эти величины были переведены в количество углерода биомассы, изъятого при заготовке кормов.

Как следует из данных таблицы 7.33, наблюдается тенденция уменьшения выноса углерода биомассы при сенокошении (на 46 %), выпасе животных (на 42 %) и заготовке зеленых кормов (на 69 %) в течение периода с 1990 по 2007 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 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; Кривonos и Егоров, 1983). Собранные данные по интенсивности выделения 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 7.34.

Учитывая, что и до и после 1990 года органические удобрения вносились в почвы сенокосов и пастбищ в незначительных количествах, мы использовали полученное среднее значение, приведенное в таблице 7.34, при расчете почвенного дыхания на территории сенокосов и пастбищ в течение вегетационного периода без дополнительной корректировки (см. раздел 7.3.2.1.3 Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах возделываемых земель). Однако, следует учитывать, что эта величина включает 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 $+10^\circ\text{C}$) была определена по справочным данным для каждой области (региона) России. Данные по среднемесячным и среднегодовым температурам ($^\circ\text{C}$) 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.

Таблица 7.34

Средние значения дыхания разных типов почв луговых биоценозов

Почва	Эмиссия CO ₂ , мг CO ₂ ·м ⁻² ·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	

Для корректной оценки годового потока CO₂ 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 CO₂ в суммарный годовой поток дыхания почв и среднегодовой температурой воздуха была определена в работе Кудеярова В.Н. и Кургановой И.Н. (2005):

$$Cs = -2,7 \cdot Tв + 59,7, \text{ где} \quad (7.11)$$

Cs – вклад летнего дыхания почв в годовой поток, %

Tв – среднегодовая температура воздуха, °C.

Эта формула и была использована нами в расчетах годового потока CO₂ 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 2007 гг. приведены в таблице 7.35.

Таблица 7.35

Потери углерода с земель сенокосов и пастбищ при дыхании почв с 1990 по 2007 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
2007	211,81

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 1990-2007 гг. (табл. 7.36.). Положительные величины показывают поступление углерода в почвы, а отрицательные – его потери. Как следует из таблицы 7.36, общий годовой баланс углерода на сенокосах и пастбищах России положительный в течение всего рассматриваемого периода и характеризуется нетто аккумуляцией углерода в среднем около 4,5 млн. тонн С/год. Годовое нетто поглощение углерода в расчете на гектар земель кормовых угодий в стране представлено на рисунке 7.13.

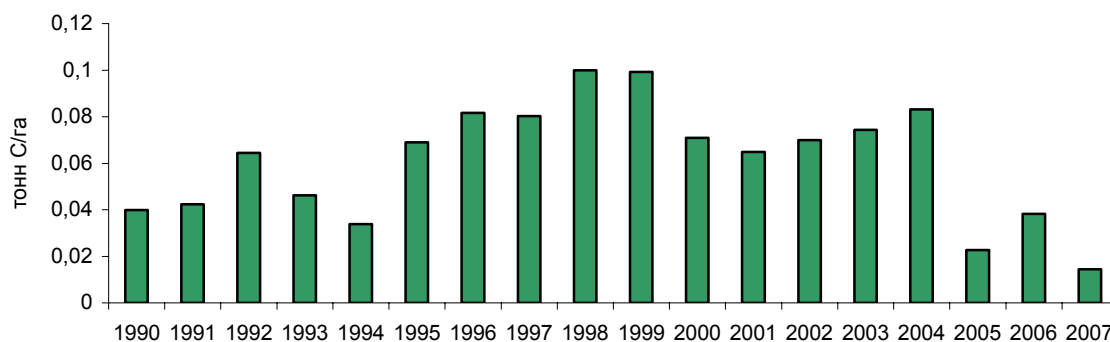


Рис. 7.13. Годовое нетто-поглощение углерода на одном гектаре минеральных почв кормовых угодий за период с 1990 по 2007 гг., тонн С/га

Повышенные величины аккумуляции углерода в 1998 и 1999 годах могут быть объяснены сравнительно малым объемом сенокосения и заготовки пастбищных кормов в связи с кризисным состоянием агропромышленного сектора в течение данных лет.

Таблица 7.36

*Баланс почвенного углерода на землях сенокосов и пастбищ
в течение периода с 1990 по 2007 гг., 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
2007	228,81	-227,80	1,02

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; 2007; 2008) 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 7.37. 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 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 CO₂ от известкования использован стандартный указатель «Оценки выполнены и указаны в другой части кадастра» (IE).

Таблица 7.37

*Потери углерода на территории органогенных почв кормовых угодий
за период с 1990 по 2007 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
2007	2102,8	525,7

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 2007 г.

7.4.3.2 Земли, преобразованные в луга и пастбища (раздел 5.С.2 ОФД)

В течение последних лет в России происходило интенсивное сокращение площадей пахотных земель. В результате самозарастания этих площадей постепенно формируются луговые биоценозы. Часть этих земель может быть использована в качестве сенокосов и пастбищ. 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 проведены расчеты изменения запасов почвенного углерода залежных земель России (Романовская, 2006), выполненных с помощью модели RothC (Coleman and Jenkinson, 1996; Jenkinson, 1990). Полученные результаты показывают, что в течение 90х годов среднее накопление углерода почвами зарастающих угодий в России составляло около 1,08 тонн С/га/год, а после 2000 года – 0,97 тонн С/га/год. Используя полученные коэффициенты можно оценить общее поглощение углерода на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья. Однако в настоящее время данные по площадям земель, преобразованных в кормовые угодья в Российской Федерации, не доступны. В будущем планируется 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

До настоящего момента экспертная оценка неопределенности оценки выбросов и абсорбции углекислого газа фитомассой управляемых лесов принималась равной 30% (Национальный..., 2007, 2008). При составлении этого раздела использовались разработки Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ) РАН (Отчет..., 2008). Погрешности оценки бюджета углерода управляемых лесов связаны с наличием ошибок получения исходных данных, а именно, 1) объемных запасов древесины в материалах государственных учетов лесного фонда (ГУЛФ) и 2) конверсионных коэффициентов, используемых для расчета запасов углерода. Процедура расчета бюджета углерода, следовательно, представляет собой операции над приближенными числами. Для получения доверительного интервала итоговой оценки сначала следует оценить ошибки исходных данных, затем найти преобразования этих ошибок при осуществлении расчетов бюджета углерода.

Материалы ГУЛФ не содержат информации по величинам ошибок определения объемных запасов древесины. Однако эта информация может быть получена из нормативных документов (Инструкция по проведению лесоустройства..., 1995), определяющих порядок лесоустройства, информация которого служит основой для формирования ГУЛФ. Для лесных насаждений, вовлекаемых в хозяйственную деятельность, допускается точность таксации запасов $\pm 15\%$, для остальных насаждений $\pm 20\%$, при этом для малоценных и низкобонитетных насаждений $\pm 25\%$. Можно допустить, что средняя точность таксации запасов на выделах составляет $\pm 20\%$. Эта величина подтверждается рядом публикаций (Елизаров, Мошкалев, 1963; Лебков, 1965; Филиппов, 1975), рассматривающих различные способы таксации.

Для расчета доверительного интервала выборочного среднего необходимо знать среднеквадратичное отклонение и размер выборки. Средний запас древесины в управляемых лесах равен $113,0 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$, при средней точности определения запаса 20% среднеквадратичное отклонение составит $22,6 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$. Поскольку таксация охватывает всю территорию управляемых лесов, размер выборки, равный количеству таксационных выделов, можно рассчитать, исходя из средней площади таксационного выдела. Анализ лесоустроительной информации показывает, что средняя площадь выдела составляет около 10 га, тогда размер выборки равен 55×10^6 . 95-процентный доверительный интервал, рассчитанный для указанных размера выборки и среднеквадратичного отклонения, равен $0,006 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$. Умножив найденную величину на площадь управляемых лесов, получаем доверительный интервал для суммарной оценки запаса, равный $3,2 \times 10^6 \text{ м}^3$, что составляет около $0,005\%$ от величины запасов. Приведенные рассуждения доказывают, что, несмотря на сравнительно невысокую точность таксации запаса на выделе, ошибка суммарной оценки запаса древесины в управляемых лесах России крайне мала за счет таксации огромного числа выделов.

Оценим доверительный интервал разности запасов древесины в последовательные годы учета. По правилам операций с приближенными величинами, ошибка разности величин равна сумме их ошибок. Иначе говоря, доверительный интервал разности запасов приблизительно равен удвоенному интервалу суммарного запаса, то есть около $6,4 \times 10^6 \text{ м}^3$. Отметим, что в подавляющем большинстве случаев разность запасов превышает указанную величину, что подтверждает статистическую правомочность выбранного метода расчета бюджета углерода управляемых лесов.

Конверсионные коэффициенты фитомасса/запас исходно определялись на основе выборочных данных по пробным площадям с определениями фитомассы. В публикации (Замолодчиков, Уткин, Честных, 2003) в качестве меры погрешности были приведены стандартные ошибки среднего значения. Величины стандартных ошибок среднего значения были пересчитаны в 95-% доверительные интервалы с использованием информации по объему выборки. Теперь обратимся к оценке доверительного интервала конверсионной процедуры. Для этого рассчитаем общие запасы углерода и их доверительные интервалы по группам возраста преобладающих пород, допуская, что погрешностью обладают лишь конверсионные коэффициенты. Далее просуммируем запасы углерода и доверительные интервалы и выразим интервал в отношении к запасу углерода. В итоге получим, что ошибка конверсионной процедуры составляет около 13%.

На последнем этапе рассчитаем ошибку оценки углеродного бюджета, которая, согласно правилам операций с приближенными величинами, равна сумме относительных ошибок разности запасов и конверсионной процедуры. В 2007 г. относительная ошибка составила 14%.

Экспертная оценка неопределенности расчетов по пулам мертвой древесины и подстилки оценивается в 30%, а по пулу почвы – 50%.

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»).

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 $\pm 10 \%$.

Оценка неопределенности кадастра 2007 года в секторе землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства представлена в таблице 7.38. Общая неопределенность кадастра в секторе ЗИЗЛХ определена на основании уравнения 6.4 Уровня 1 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000).

Таблица 7.38

Оценка неопределенности кадастра потоков парниковых газов в землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве России в 2007 г.

Категория источника	Выброс парниковых газов ¹ , CO ₂ -экв., Гг	Доверительный интервал 95%	
		%	CO ₂ -экв., Гг
5А Лесные земли			
Живая биомасса	-875 140,6	14	-122 519,7
Мертвая древесина	-95 509,3	30	-28 652,8
Подстилка	-84 920,0	30	-25 476,0
Почва	-363 645,3	50	-181 822,7
5В Пахотные земли			
Живая биомасса	-4 650,0	75	-3 487,5
Минеральные почвы	103 699,6	30	31 109,9
Органогенные почвы	4 998,8	90	4 498,9
Известкование	618,5	10	61,9
5С Кормовые угодья			
Минеральные почвы	-3 722,0	30	-1 116,6
Органогенные почвы	1 927,6	90	1 734,8
Всего	-1 313 409,19	17	-224 822,3

¹ - положительные величины показывают выброс, отрицательные – поглощение.

Таким образом, неопределенность полученных оценок по инвентаризации выбросов парниковых газов в землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве в 2007 году составляет 17%.

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 2006-2008 гг. 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.

В ответ на замечания группы экспертов в настоящий доклад включены расчеты по пулам мертвой древесины, подстилки и почвы.

Группа экспертов по проверке кадастра парниковых газов, представленного РФ в 2008 году, настоятельно рекомендовала дизагрегировать 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 следующих национальных кадастров.

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 0,381 тонн С/га. Принимая объемную массу агроземов в среднем равной $1,32 \text{ г/см}^3$ для пахотного слоя глубиной 20 см, рассчитали соответствующее изменение содержания углерода – 0,0144 % С. Таким образом, можно заключить, что средняя ошибка расчетов, выполненных по разработанной нами балансовой модели, составляет около 22% для 90-х годов.

Сопоставление с отдельными данными государственной отчетности по некоторым годам показывает, что для отдельных лет ошибка выполненного расчета по пахотным землям намного ниже. Так в соответствии с информацией Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1993г. потери углерода пашен в 1992 году составляли в среднем 0,31 тонн С/га. Оценка изменений углерода пахотных земель, выполненная в кадастре, составляет 0,39 тонн С/га. Таким образом, ошибка за 1993 год составляет 13%. По данным Государственного доклада о состоянии и использовании земель за 1995 г. в среднем по России с 1 га пашни теряется 0,62 тонн гумуса (0,31 тонн С/га). Таким образом, в расчетах за 1995 год ошибка составляет 14%.

Согласно Концепции федеральной целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы», утвержденной Правительством Российской Федерации 1 октября 2005 г., «среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое за последние годы в среднем по России составляет 0,52 тонны с гектара». Эта величина соответствует потерям около 0,26 тонн С/га в год. Это на 36% ниже величин, рассчитанных в кадастре для 2005 года.

Следует учитывать, что в расчете кадастра выбросов и поглощения парниковых газов от минеральных почв возделываемых земель (категория 5.B.1.2.) нами учитывались только постоянно эксплуатируемые пахотные почвы. В то время как данные государственной статистики частично включают также информацию по изменению запасов гумуса на временно выведенных из эксплуатации залежных землях, на которых отмечается

поглощение углерода. Этим может объясняться некоторое расхождение в оценках баланса гумуса агроценозов, особенно в последние годы.

В настоящем кадастре выполнены перерасчеты эмиссии углекислого газа от минеральных почв пахотных земель за 1990-2006 гг. В отличие от методологии предыдущих лет, оценка количества углерода биомассы сельскохозяйственных растений, остающихся на полях после уборки урожая, выполнена на основе расчета углерода пожнивных и корневых остатков разных культур по данным их ежегодной урожайности и посевных площадей. Прежде такая оценка проводилась по разнице между чистой первичной продукцией культурных растений (расчет по среднему хлорофилльному индексу) и количеством биомассы растений, вынесенной с полей при уборке урожая (побочная и основная продукция). Преимуществом данного усовершенствования является зависимость ежегодных оценок биомассы культур от уровня их урожайности и сокращение выполняемых расчетов. Кроме того, в кадастре 2009 года нами были пересмотрены коэффициенты дыхания почв пахотных угодий. Согласно оценкам Кургановой и соавт. (2007) дыхание почв агроценозов после 1990 года сильно сократилось и стало примерно в 1,5 раза ниже дыхания почв естественных экосистем, в то время как до 1990 года оно превышало поток от естественных ценозов в 1,2 раза (подробнее см. раздел 7.4.2.1.3). На основании этих данных средние коэффициенты дыхания почв, полученные по данным экспериментов 70-80х гг. XX века, были сокращены в 1,8 раза.

Выполненные пересчеты привели к следующим изменениям оценок эмиссии CO₂ от минеральных почв пахотных земель: для 1990 года выброс углекислого газа уменьшился на 19,8% (17,1 Гг CO₂), для 2006 года - на 68,5% (65,2 Гг CO₂).

В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке кадастра парниковых газов, подданного РФ в 2008 году, оценки потоков парниковых газов в секторе землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства Национального доклада о кадастре были улучшены. Для всех лет периода с 1990 по 2006 были добавлены потоки CO₂ от ранее не оцениваемых пулов углерода лесных земель: мертвая древесина, подстилка, почва.

Также, в ответ на замечания группы экспертов по проверке кадастра РФ в 2008 году в настоящем кадастре усовершенствована структура раздела землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства в Национальном докладе. Впервые получена информация и приведена матрица перевода разных категорий земель в течение периода с 2000 по 2007 год. В настоящее время в ИГКЭ проводится работа по сопоставлению категорий, используемых в государственной отчетности РФ, с категориями земель, рекомендуемых в методиках МГЭИК.

Впервые выполнен и представлен расчет неопределенности кадастра за 2007 год в целом по сектору (табл. 7.32). Приведено более полное описание выполняемых проверок качества данных.

Добавление оценок потоков парниковых газов от категорий, не оцениваемых в настоящем кадастре, усовершенствование существующих методологий расчетов и уточнение пересчетных коэффициентов при расчете выбросов парниковых газов в секторе землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства России будет выполняться в будущем в соответствии с получением необходимой статистической информацией и новыми научными данными в данной области исследований.

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 CO₂ 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. 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.
9. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации. Москва, 1993, Комитет РФ по земельным ресурсам и землеустройству, 95 с.
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 (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2007 году. – М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2008. – 270 с.
19. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2002 году. (Рощупкин В.П., Гл. ред.). – М.: ВНИИЛМ, 2003, –116 с.
20. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2004 г. – М.: ВНИИЛМ, 2005. – 82 с.
21. Дукаревич Б.И. Справочник по минеральным удобрениям. М., Моск. Рабочий, 1976, 192 с.
22. 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.
23. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1993 г. Обнинск, 1994, ВНИИ ГМИ-МЦД, 481 с.
24. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1994 г. Обнинск, 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимич. Институт, 581 с.
25. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1995 г. Обнинск, 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 662 с.
26. 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.

27. Елизаров Ф.А., Мошкалев А.Г. Мероприятия по повышению точности таксации лесного фонда // Сб. н.-и. работ по лесн. хоз-ву ЛенНИИЛХ. 1963. Вып. VI. С. 69-82.
28. 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.
29. Заварзин Г.А. Роль биоты в глобальных изменениях климата. Физиология растений, 2001, т. 48, №2, с. 306-314.
30. Замолодчиков Д. Г., Коровин Г. Н., Гитарский М. Л. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации // Лесоведение, 2007, № 6, с. 23-34
31. Замолодчиков 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.
32. Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И. Запасы дебриса, его разложение и депонирование в лесном фонде России: результаты расчетов // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. Матер. 6-й Между-нар. конф. 18-22 сентября 2005 г. Москва-Петрозаводск: РАН, Научный совет РАН по лесу, Ин-т лесоведения РАН, Ин-т леса КНЦ РАН, 2005. С. 138-143.
33. Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Честных О.В. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу основных лесобразующих пород России. Лесная таксация и лесоустройство. 2003, Вып. 1 (32), с. 119-127.
34. Зборищук Н.Г. Некоторые особенности динамики CO₂ в орошаемых Предкавказских черноземах. Вестник МГУ. Серия Почвоведение. 1979. №3, с. 40-44.
35. Земельный фонд РФ на 1 января 2006 года. Минэкономразвития и торговли РФ, Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости (Роснедвижимость), ФГУП "ФКЦ "Земля", Москва, 2006, 698 с.
36. Земельный фонд РФ на 1 января 2007 года. Минэкономразвития и торговли РФ, Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости (Роснедвижимость), ФГУП "ФКЦ "Земля", Москва, 2008, 269 с.
37. Зорина Е.Ф. Овраги, оврагообразование и потенциал развития. Эрозия почв и русловые процессы, М., МГУ, вып.12, 2000, с. 72-95
38. 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.
39. Инструкция о порядке ведения государственного учета лесного фонда. Утверждена приказом Федеральной службой лесного хозяйства России от 30.05.97. № 72. М. 1997, 77 с.
40. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолодчиков 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.
41. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Пряжников А.А., Замолодчиков Д.Г. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России. Лесоведение, 1993, N 5, с.3-10.
42. Использование минеральных удобрений в 1994 г., Москва, Госкомстат России, Вычислительный центр, 1995, 80стр.
43. Кобак К.И. Биологические компоненты углеродного цикла. - Л.: Гидрометеиздат, 1988, -248 с.
44. Ковалева А.Е., Булаткин Г.А. Динамика CO₂ серых лесных почв. Почвоведение, 1987, 5, с. 111-114.
45. 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.
46. Коровин Г.Н., Гитарский М.Л., Исаев А.С., Замолодчиков Д.Г., Карабань Р.Т. О роли лесного сектора в смягчении изменения климата. Лесное хозяйство, 2006, 4, с. 11-13.
47. Котакова П.С. Продуцирование CO₂ выщелоченным черноземом при различном его сельскохозяйственном использовании. Науч. Тр. Орлов. Обл. с-х опытной станции 1975, Вып.7, с. 181-190

48. Крестина Т.А., Пожилов В.И. Влияние систематического применения удобрений и орошения на биологические свойства светло-каштановой почвы. *Агрохимия*, 1989, №5, с.65-72
49. Кривонос 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
50. Кудяров В.Н., Курганова И.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки. *Почвоведение*. 2005. №9. с. 1112-1121.
51. Кудяров 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.
52. Курганова И.Н., В.О. Лопес де Гереню, Т.Н. Мякшина, Д.В. Сапронов, В.Н. Кудяров. Оценка газообразных потерь углерода из почв агроэкосистем Российской Федерации. Материалы IV Всероссийской научной конференции «Гуминовые вещества в биосфере», МГУ, Москва, 19-21 декабря 2007г., Санкт-Петербург, с. 54-57.
53. Куренкова С.В. Пигментная система культурных растений в условиях подзоны средней тайги Европейского Северо-Востока. Екатеринбург, УрО РАН. 1998, 115 с.
54. 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.
55. Ларионова А.А., Розонова Л.Н. Суточная, сезонная и годовая динамика выделения CO₂ из почвы. В сб. науч. трудов: Дыхание почвы, 1993, Пушино, с. 59-68.
56. Лебков В.Ф. Изменчивость таксационных признаков внутри выделов и ее влияние на точность таксации лесного фонда при лесоустройстве // Пути совершенствования инвентаризации лесов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1965. С. 5-40.
57. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. *Агрохимия*, 1977. № 8. с. 36-42.
58. Леса России. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002, - 48 с.
59. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: Ось-89, 1997, -64 с.
60. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1993 г.). Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1995, - 280 с.
61. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 2003 г.). Справочник. М.: ВНИИЛМ, 2003, - 640 с.
62. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1998 г.). Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. - 650 с.
63. Лесной фонд СССР. Стат. сб. в 2-х т. М.: Госкомлес СССР, 1990-1991.
64. 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.
65. Лядова Н.И. Влияние агротехнических приемов на биологическую активность южного чернозема. Пути повышения урожайности полевых культур на юге Украины. Одесса, 1975, с. 3-7.
66. Макаров Б.Н. Газовый режим почв, 1988, Москва, ВО Агропромиздат, 105 с.
67. Макаров Б.Н. Дыхание почвы и роль этого процесса в углеродном питании растений. *Агрохимия*, 1993, 8, с. 94-104.
68. Массо В.Я. Динамика химического состава коровьего навоза при различных технологиях его использования. *Агрохимия*, №5, 1979, с.90-98.
69. 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.

70. Мыщ Е.А., Потери аммиачного азота из навоза и приготовленных по различным технологиям компостов в зависимости от сроков заделки. *Агрохимия*, 1996, №7, стр.74-76
71. Наумов А.В. Сезонная динамика и интенсивность выделения CO₂ в почвах Сибири. *Почвоведение*, 1994, №12, с. 77-83.
72. Национальный доклад Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2005 гг. Москва, 2007. 235 с.
73. Национальный доклад Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2006 гг. Москва, 2008. 259 с.
74. О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2005 г. : государственный доклад – М. : ВНИИЛМ, 2006. – 214 с.
75. О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2006 г.: государственный доклад – М.: ВНИИЛМ, 2007. – 199 с.
76. ОНТП 17-81. Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (ОНТП 17-81). Москва, Колос, 1983, 32 с.
77. Органические удобрения: Справочник/ П.Д. Попов, В.И.Хохлов, А.А.Егоров и др.- М., Агропромиздат, 1988, 207 с.
78. Отчет о научно-исследовательской работе (итоговый) по Государственному контракту № МГ-04-06/65К от 3 июля 2007 г. «Методическое обеспечение лесохозяйственной деятельности и регулярных оценок эмиссии и стоков углерода лесами в условиях выполнения Российской Федерацией обязательств по Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу» Этап 4. «Проведение количественной оценки эмиссии и стока атмосферного углерода в управляемых лесах и при лесоразведении». М.: ЦЭПЛ РАН, 2008. 149 с.
79. 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.
80. Пересмотренные руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата 1996 года для национальных кадастров парниковых газов. IPCC-OECD-IEA. Париж. 1997.
81. Попова Э.П. Интенсивность дыхания почв под различными культурами. Труды Красноярского с-х ин-та. Красноярск, 1968, Т.ХІХ, с. 157-163.
82. Промышленно-экономические показатели развития агропромышленного комплекса России в 1995г. Часть 1. 1996, 269 стр., Информэкономикс, Москва
83. 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.
84. Результаты агрохимического мониторинга на реперных участках. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Агроконсалт, Москва, 2001. 80с.
85. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. Справочное пособие, М., ЦИНАО, 2000г., 371 с.
86. Романовская А.А. Органический углерод в почвах залежных земель России // *Почвоведение*. 2006. № 1. с. 52-61.
87. 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.
88. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2005, -679 с.
89. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2006, -600 с.
90. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2007, -826 с.
91. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат, 2008. – 847 с.

92. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК. 2003.
93. 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.
94. Сапронов Д.В. Многолетняя динамика эмиссии CO₂ из серых лесных и дерново-подзолистых почв. Диссер. на соиск. уч. степени кандидата биолог. наук. Москва, 2007. с. 20.
95. Сельское хозяйство в России. Стат. сб. М.: Госкомстат России, 2000, -414 с.
96. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 1998, -448 с.
97. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 1995. -503 с.
98. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 2002. -448 с.
99. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник. М.: Росстат России, 2004. - 478 с.
100. 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
101. 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.
102. Справочник по климату СССР. Ленинград: Гидрометеиздат. 1965 -1966. часть 2. выпуски 1-34.
103. Справочник по минеральным удобрениям. -М.: Сельхозгиз, 1960, -552 с.
104. 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.
105. 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.
106. Третье национальное сообщение Российской Федерации. М.: Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, 2002, -158 с.
107. Трофимова Т.А. Влияние различных обработок на показатели биологической активности чернозема обыкновенного. Почвозащитная обработка и рациональное применение удобрений. Каменная степь, 1989, с. 46-49.
108. 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.
109. Филиппов Г.В. О макроструктуре таксационных участков // Сб. научн. тр. ЛенНИИЛХ. Л., 1975. Вып. 22. С. 38-44.
110. 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.
111. Честных О.В., Замолотчиков Д.Г., Уткин А.И. Общие запасы биологического углерода и азота в почвах лесного фонда России // Лесоведение. 2004. № 4. С. 30-42.
112. Честных О.В., Лыжин В.А., Кокшарова А.В. Запасы углерода в подстилках лесов России // Лесоведение. 2007. № 6. С. 114-121.
113. Четвертое национальное сообщение Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2006.
114. Чимитдоржиева Г.Д., Егорова Р.А., Андрианова Л.В., Гомбоева Б.Б. Минерализационные потери органического вещества при применении нетрадиционных удобрений. Экол. Оптимиз. Агролесоландшафтов бассейна оз. Байкал. АН СССР. СО. Бурят. Науч. Центр. ИН-т биологии. Улан-Удэ. 1990. с. 164-173.
115. Шильников И.А., Ермалаев С.А., Аканова Н.И. Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования. – М.: ВНИИА, 2006, - 150 с.

116. 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., Springer- Verlag Berlin Heidelberg. NATO ASI Series, 1996. V. 138, P. 237-246.
117. 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.
118. Inoko A., Evaluation of maturity of various composted materials. JARQ, Vol.19, No.2, 1985, pp. 103-108
119. Jenkinson D.S. The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. // Philosophical transactions of the Royal Society, 1990. V. B329, P.361-368.
120. 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 CH_4 от захоронения ТБО на свалках и полигонах и от предприятий по очистке коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, а также оценку эмиссии N_2O от фекальных стоков.

Суммарный выброс парниковых газов от сектора отходы в 2007 г. составил 63 818,30 Гг CO_2 -экв., что соответствует 2,9 % совокупного выброса парниковых газов в Российской Федерации без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства и на 16,3 % 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.

Прирост выбросов парниковых газов от захоронения ТБО в 2007 г. по сравнению с 1990 годом составил 53,9 %. Данный источник вносит наибольший вклад в общий выброс парниковых газов от сектора «Отходы» (58,9 % в 2007 г.)

Выброс метана от процессов очистки коммунально-бытовых сточных вод в 2007 г. был на 15,4 % ниже соответствующего выброса 1990 г.

Выброс метана от очистки промышленных сточных вод в 2007 г. составил 91,0 % от уровня 1990 г. 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 14,4 % в 1996 г. до 24,7 % в 2007 г.).

Выброс N_2O от фекальных стоков в 2007 г. оставался существенно (на 27,0 %) ниже выброса 1990 г.

Тренды выбросов парниковых газов в секторе «Отходы» представлены в таблице 8.1 и на рисунке 8.2.

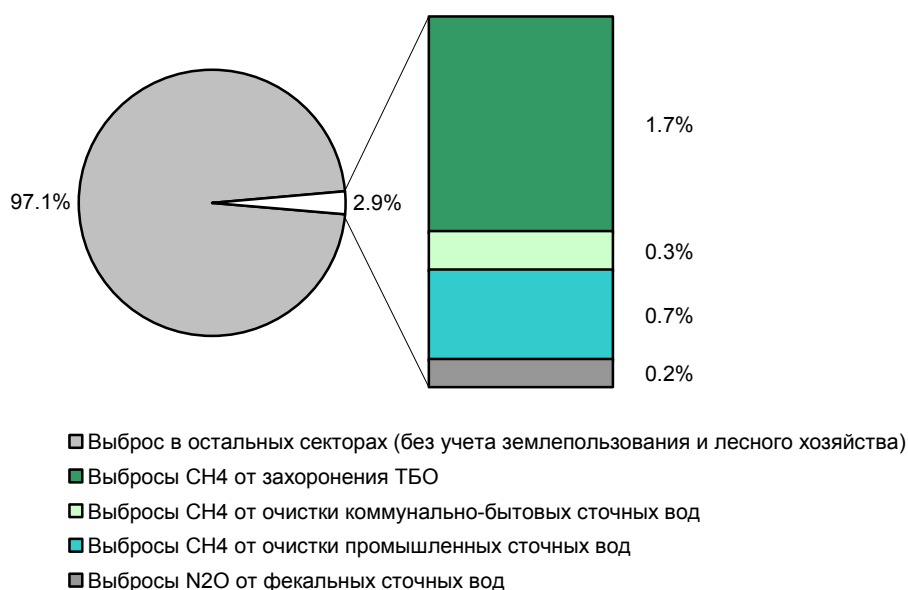


Рис. 8.1 Доля сектора «Отходы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2007 г.

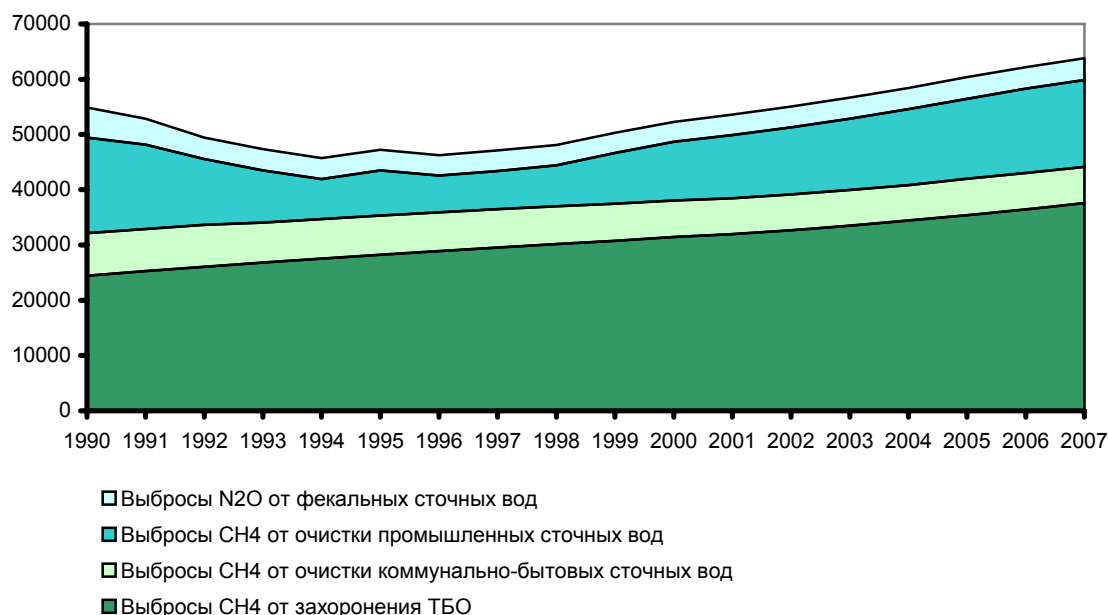


Рис. 8.2. Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы» в 1990-2007 гг., Гг CO₂-экв.

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)).

Потенциал образования метана ($L_0(x) = MCF(x) \cdot DOC(x) \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16/12$ (МГЭИК, 2000, уравнение 5.1) принимался 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.

Таблица 8.1

Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы» в 1990 – 2007 гг., Гг CO₂-экв.¹⁾

Год																	
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Выброс CH ₄ от захоронения ТБО																	
24424	25281	26060	26800	27523	28226	28900	29549	30163	30755	31413	31985	32681	33489	34422	35352	36422	37579
Выброс CH ₄ от очистки коммунально-бытовых сточных вод																	
7721	7622	7603	7263	7178	7063	6995	6899	6818	6681	6601	6483	6451	6447	6370	6600	6610	6531
Выброс CH ₄ от очистки промышленных сточных вод																	
17303	15279	11905	9430	7224	8192	6675	6897	7409	9235	10681	11459	12152	12947	13816	14516	15262	15751
Выброс N ₂ O от фекальных сточных вод																	
5420	4656	3874	3856	3808	3764	3709	3756	3734	3655	3594	3683	3786	3822	3836	3930	3902	3957
Всего																	
54868	52838	49442	47348	45734	47246	46279	47101	48124	50326	52288	53610	55070	56705	58443	60398	62195	63818

¹⁾ С округлением

Таблица 8.2

Выбросы CH₄ от захоронения твердых бытовых отходов на свалках и полигонах (Гг)

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Выброс	1163,0	1203,8	1240,9	1276,2	1310,6	1344,1	1376,2	1407,1	1436,3	1464,5	1495,8	1523,1	1556,2	1594,7	1639,1	1683,4	1734,4	1789,5

Таблица 8.3

Вывоз ТБО для захоронения, сжигания и переработки на компост, млн. т

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
Централизованный вывоз ТБО	31,9	31,2	33,5	35,9	38,5	39,1	42,0	44,2		
Установленная мощность мусоросжигающих заводов	0,605	0,619	0,619	0,619	0,619	0,619	0,671	0,801		
Переработка на компост	0,427	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	35,35	37,99	38,63	41,47	43,21		
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
Установленная 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	2007
Численность городского населения на начало года, млн. чел.																		
	108,8	109,4	109,3	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	103,8
Численность сельского населения на начало года, млн. чел.																		
	38,9	38,9	39,2	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	38,4
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	86
Удельный вес общей площади, оборудованной канализацией в сельской местности, %																		
	14 ¹⁾	15 ¹⁾	17 ¹⁾	19	22	24	25	26	26	28	30	31	31	32	33	34	34	35
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	102,7

¹⁾ данные получены экстраполяцией

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

Значения доли органического углерода, подвергшейся распаду ($\text{DOC}_F=0,55$), 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).

Коэффициент образования суммы осадка сточных вод и избыточного активного ила принимался равным 0,8% от объема проходящих очистку сточных вод при влажности 97,9%. Содержание DOC в сухом веществе осадка принято равным 0,375 (Васильев, Григорьева, 2006), а потенциал образования метана L_0 - 0,1375 Гг CH_4 /Гг. Коэффициент скорости образования метана, так же как и для ТБО, принят равным 0,05.

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 1975-2002 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). Начиная с 2003 г. использовались также фактические данные о количестве сжигаемых на заводах отходов, публикуемые в ежегодных докладах Роспотребнадзора и региональных докладах об охране окружающей среды. Утилизация ТБО с производством компоста применяется с 1971 г. Суммарная годовая мощность мусороперерабатывающих предприятий по производству компоста в 1971-2007 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.

Объем образующегося осадка сточных вод и избыточного активного ила определялся на основе данных о пропуске коммунально-бытовых сточных вод через очистные сооружения на биологическую очистку. При этом не учитывался пропуск сточных вод через очистные сооружения, оборудованные метантенками, (все образование CH_4 в этом случае считалось происходящим в метантенках). Количество захораниваемого осадка/активного ила принимался равным его образованию, за вычетом активного ила и осадка, сжигаемого на специализированных заводах г. Санкт-Петербурга (Васильев, Григорьева, 2006).

Перерасчеты

Для периода 2003-2007 гг. наряду с установленной мощностью мусоросжигающих заводов и коэффициентом ее использования использовались фактические данные о количестве сжигаемых на ряде заводов отходов, публикуемые в ежегодных докладах Роспотребнадзора и региональных докладах об охране окружающей среды. Общее влияние использования уточненных данных на величину выбросов от захоронения твердых отходов в земле незначительно, поскольку на мусоросжигающие заводы поступает лишь малая часть собираемых отходов.

В соответствии с рекомендациями, изложенными в отчете Группы экспертов РКИК ООН по обзору, из рассмотрения были исключены выбросы, связанные с захоронением отходов, не вывозимых централизованно на полигоны захоронения или свалки. Ввиду в основном анаэробных условий захоронения, выброс CH_4 от данного источника в настоящем кадастре считается пренебрежимо малым и не учитывается. В связи с этим был перерасчитан весь ряд данных по выбросам CH_4 от захоронения ТБО за 1990-2006 гг.

Дополнительно, за весь период 1990-2007 гг. были оценены выбросы CH_4 от захоронения на свалках и полигонах смеси осадка сточных вод и избыточного активного ила, образующейся при работе сооружений по очистке коммунально-бытовых сточных вод.

Величина выбросов в связи с проведенными перерасчетами несколько уменьшилась (в частности, на 7,5% в 2006 г.)

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). Начиная с 2003 г. использовались также фактические данные о количестве сжигаемых на заводах отходов, публикуемые в ежегодных докладах Роспотребнадзора и региональных

докладах об охране окружающей среды. 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 1990-2007 гг. колебался в пределах 80,55-105,20 Гг, биогенный – в пределах 229,24-299,34 Гг. Выбросы N_2O в этот период не превышали 0,02 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 сбор данных и учет выбросов от захоронения в земле твердых промышленных отходов.

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 ДОС во времени. Рассматривается возможность отдельной оценки выбросов для различных климатических зон России с использованием дифференцированных по зонам коэффициентов скорости образования метана (k).

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 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 теоретически возможно значительное образование метана, почти не применяются. В системах очистки коммунально-бытовых стоков объектами, от которых возможна эмиссия метана, являются аэробные сооружения и 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 трех 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 I типа;

- выброс от систем с аэробной биологической очисткой стоков, не оборудованных метантенками (системы 2 типа);
- выброс от всех прочих систем обращения с коммунально-бытовыми стоками; в дальнейшем (системы 3 типа - системы с обработкой на месте).

При этом считалось, что весь выброс CH_4 от систем 1 типа происходит при обработке смеси осадка и избыточного активного ила в метантенках, а от систем 2 и 3 типов – непосредственно при обработке стоков.

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. Население страны, не пользующееся канализацией, считалось охваченным системами 3 типа.

Далее проводились отдельные оценки выбросов 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 CH_4 использовалось уравнение 5.5 (МГЭИК, 2000), т.е. общее количество органического вещества в сточных водах умножалось на коэффициент эмиссии 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 $(\text{BOD}_{\text{in}} - \text{BOD}_{\text{norm}})/\text{BOD}_{\text{in}}$, 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 V_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 при сушке 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

Расчет производился тем же методом, что и для систем 1 типа, но CH_4 считался выделяющимся из сточных вод в процессе их очистки в аэробных сооружениях, а не из смеси осадка и избыточного активного ила в метантенках. Доля БПК, разлагающегося анаэробно, принята 0,15, как среднее арифметическое из рекомендуемых по умолчанию (МГЭИК, 2006, т.6, табл. 6.3) значений для хорошо и плохо работающих систем аэробной очистки.

Расчет выбросов для систем 3 типа

Методика расчета аналогична методике, применяемой для систем 2 типа, но доля БПК, разлагающегося анаэробно, принята равной 0,35 (среднее арифметическое из значений, рекомендуемых по умолчанию для латрин - (МГЭИК, 2006, т.6, табл. 6.3).

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 принято 75 г БПК_{полн}/чел*сутки по отечественным данным (СНиП, 1986, Гюнтер, 1996), что соответствует 50 г БПК₅/чел*сутки.

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 ($\text{BOD}_{\text{норм}}$) – 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/м³, коэффициент перехода к условному топливу 1,154 т.у.т/1000 м³,

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 CO₂, равный 44/12).

При расчете выбросов CH₄ 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 CO₂ в период 1990-2006 гг. она изменялась в пределах 396,62-475,12 Гг, для CH₄ составляла около 0,04 Гг.

Также в секторе «Энергетика», учитывались выбросы, происходящие при сжигании избыточного активного ила и осадка сточных вод на специальных заводах в Санкт-Петербурге (работающих с утилизацией получаемого в процессе сжигания тепла).

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 N₂O-N/кг фекальных стоков (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 2004-2007 гг., когда база данных ФАО перестала пополняться, ряд данных ФАО был продолжен на основе оценок с использованием динамического ряда данных Росстата по среднелюдному потреблению белков (табл. 8.10).

Рассчитанные величины выбросов N₂O приведены в табл. 8.1.

8.3.4 Очистка промышленных сточных вод (6.В.1)

Методы расчета

Оценка эмиссии CH₄ 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).

В кадастре выбросов парниковых газов 2009 г уточнены данные о выбросах метана при очистке сточных вод в пищевой промышленности в результате уточнения исходных данных об объемах производства фруктовых, овощных, мясных и мясорастительных консервов в пищевой промышленности.

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.

Таблица 8.8

Выбросы парниковых газов от очистки сточных вод в 1990-2007 гг. (Гг CO₂-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Выброс CH ₄ от очистки коммунально-бытовых стоков																	
7721	7622	7603	7263	7178	7063	6995	6899	6818	6681	6601	6483	6451	6447	6370	6600	6610	6531
Выброс CH ₄ от очистки промышленных стоков																	
17303	15279	11905	9430	7224	8192	6675	6897	7409	9235	10681	11459	12152	12947	13816	14516	15262	15751
Выброс N ₂ O от фекальных стоков																	
5420	4656	3874	3856	3808	3764	3709	3756	3734	3655	3594	3683	3786	3822	3836	3930	3902	3957
Всего																	
30444	27557	23382	20548	18211	19020	17379	17552	17961	19571	20876	21625	22389	23216	24022	25046	25773	26239

Таблица 8.9

Пропуск сточных вод ЖКХ через очистные сооружения

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пропуск сточных вод ЖКХ через очистные сооружения, млн. м ³																	
16492	16813	16780	16290	15989	15622	14716	14705	14142	14000	14048	14001	13720	13488	13317	12749	12388	12289
в том числе на полную биологическую очистку, млн. м ³																	
14843	15700	15746	15135	15053	14675	13600	13628	13027	13154	13207	13038	12850	12683	12576	12426	12146	12031
из них нормативно очищенных, млн. м ³																	
-	-	8111	5742	5913	5551	4911	4877	4547	4103	4002	3865	3811	3990	3830	5544	5634	5399

Таблица 8.10

Потребление белков на душу населения в Российской Федерации, г/чел. в день

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Данные ФАО ¹⁾																	
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	97,4
Данные Росстата ²⁾																	
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	71,7

¹⁾ для 2004-2007 гг. - оценки²⁾ в среднем на члена домохозяйства в сутки (по итогам обследования бюджетов домохозяйств)

Таблица 8.11

Оценка выбросов CH_4 при очистке промышленных сточных вод, Гг CO_2 -экв./год

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Нефтеперерабатывающая промышленность																	
313	301	269	234	202	167	192	195	182	189	195	201	210	208	214	228	241	251
Химическая и нефтехимическая промышленность																	
107	11	9	8	6	30	27	27	25	28	31	34	33	33	38	40	45	53
Целлюлозно-бумажная промышленность																	
14785	13114	10238	7976	6075	7179	5683	5890	6344	8025	9377	9993	10542	11219	12014	12535	13077	13337
Легкая промышленность																	
188	171	113	82	48	40	32	36	32	38	53	60	64	63	58	58	58	55
Пищевая промышленность																	
1910	1682	1275	1130	893	776	741	749	826	955	1025	1171	1303	1423	1492	1655	1840	2055

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.

Для фекальных сточных вод будет выясняться возможность построения однородного ряда исходных данных по среднедушевому потреблению протеинов населением с продуктами питания.

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.», М., Академия коммунального хозяйства, 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», М., Академия коммунального хозяйства, 1992, 80 с.
3. Васильев Б.В., Григорьева Ж.Л. Обработка и утилизация осадков сточных вод в Санкт-Петербурге. Водоснабжение и санитарная техника, 2006, №9, ч.1, с.58-62.
4. 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.
5. Гурвич В.И., Лившиц А.Б. Свалочный газ: перспективы добычи и утилизации, ТБО, N8, 2006 с. 4 – 9.
6. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки Москва, Стройиздат, 1991. 128 с.
7. 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 CH_4 в атмосферу и утилизации биогаза, образующегося при обработке сточных вод в России» НПФ «БИФАР» Москва, 1996.
8. Зайцев В. Эко-бюллетень ИНЭКА, 2004.
9. МГЭИК (1996). Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996.
10. МГЭИК (2000). Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. 2000.
11. МГЭИК (2006). Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. 2006.
12. 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.
13. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод МДК3-01.2001
14. Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Экология и промышленность России, 1997, №3, с. 41 -43.
15. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2001, 229 стр.
16. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2006, 493 стр.
17. Пурим В.Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. М., Энергоатомиздат, 2002. 112 с.
18. Российский статистический ежегодник, Росстат, 1998
19. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2004
20. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2005
21. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2006
22. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2007
23. СНиП 1.04.03-85 1986 Канализация Наружные сети и сооружения Госстрой СССР, М
24. Состояние системы санитарной очистки города. Ассоциация мусорщиков Москвы, www.mosmusor.ru.

25. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2004
26. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2006
27. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2007
28. Сперанская О., Цитцер О. Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России. М., 2004.
29. Ульянов В. О существующих методах обезвреживания твердых бытовых отходов. Экологический бюллетень «Чистая земля», Владимир, Спец. выпуск № 1, 1997, с 22-27.
30. FAO (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций). База статистических данных FAOSTAT - <http://faostat.fao.org>. 1990-2004.
31. 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 и усовершенствования кадастра парниковых газов выполнялись по следующим основным направлениям:

- Использование эффективной практики и методологий более высокого уровня при оценке выбросов и абсорбции парниковых газов (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003).
- Использование более полных или уточненных данных об экономической и иной деятельности, связанной с антропогенными выбросами или абсорбцией парниковых газов.
- Учет замечаний и рекомендаций Группы экспертов РКИК ООН по рассмотрению национальных кадастров, сформулированных в отчетах Группы.^{21 22}
- Исправление ошибок в расчетах выбросов и абсорбции парниковых газов, обнаруженных при заполнении таблиц ОФД и составлении НДК в процессе внутреннего и внешнего рецензирования кадастра.

В зависимости от конкретной категории источников или поглотителей парниковых газов, пересчеты выполнялись либо для всего ряда оценок за период 1990-2006 гг., либо для отдельных лет. Особое внимание отводилось оценкам за последний год, для которого выполнялись оценки в предыдущем кадастре (Национальный..., 2008). 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	2006
CO ₂ , с учетом ЗИЗЛХ ¹⁾	-5,15	-13,99
CO ₂ , без учета ЗИЗЛХ ¹⁾	0,08	0,31
CH ₄ , с учетом ЗИЗЛХ ¹⁾	-1,71	-2,15
CH ₄ , без учета ЗИЗЛХ ¹⁾	-1,72	-2,17
N ₂ O, с учетом ЗИЗЛХ ¹⁾	0,34	0,40
N ₂ O, без учета ЗИЗЛХ ¹⁾	0,34	0,40
Гидрофторуглероды (ГФУ)	0,39	5,17
Перфторуглероды (ПФУ)	0,00	0,00
Гексафторид серы (SF ₆)	8,34	0,75
Всего, с учетом ЗИЗЛХ ¹⁾	-4,19	-10,89
Всего, без учета ЗИЗЛХ ¹⁾	-0,21	-0,20

¹⁾ Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

Некоторые усовершенствованные оценки выбросов по отдельным категориям источников (автомобильный транспорт, производство алюминия), для которых не представилось возможности построить полные методологически сопоставимые временные ряды за 1990-2007 гг. включены в приложение 3 к настоящему докладу.

Следует отметить, что учет некоторых замечаний Группы экспертов требует значительного времени и ресурсов, и будет осуществляться при подготовке будущих кадастров.

²¹ Документ РКИК ООН FCCC/ARR/2008/RUS. Russian Federation. Report of the individual review of the greenhouse gas inventories of the Russian Federation submitted in 2007 and 2008. 28 January 2009.

²² 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 1990-2007 гг. в результате выполнения пересчетов (%)

Парниковый газ	Период
	1990-2006 гг.
Всего, с учетом ЗИЗЛХ ¹⁾	0,12
Всего, без учета ЗИЗЛХ ¹⁾	0,00

¹⁾ Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

Для совершенствования оценок выбросов парниковых газов, ИГКЭ ежегодно разрабатывает *План мероприятий по совершенствованию Национального кадастра парниковых газов Российской Федерации, подготавливаемого ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН* (далее План мероприятий). План мероприятий предназначен для системной организации работ по национальному кадастру парниковых газов, включая регламент его подготовки, повышение прозрачности, согласованности, сравнимости и полноты, а также обеспечения внутреннего и внешнего рассмотрения. Как правило, План мероприятий составляется в начале календарного года после выхода отчета об углубленном рассмотрении предыдущего кадастра парниковых газов группой экспертов Секретариата РКИК ООН.

Общими задачами мероприятий по совершенствованию национального кадастра являются повышение точности, полноты и репрезентативности оценок выбросов, выполнение расчетов для ранее не оценивавшихся категорий источников и поглотителей и анализ неопределенности полученных результатов. Кроме того, по ряду категорий источников предполагается оценить качество данных о деятельности. Выполнение запланированных мероприятий обеспечивает учет рекомендаций группы экспертов РКИК ООН, уточнение расчетов эмиссии парниковых газов и снижение их неопределенности. Наряду с перечнем мероприятий, план усовершенствования кадастра включает указания на сроки и ответственных исполнителей отдельных видов работ с детализацией по секторам МГЭИК и отдельным видам работ. Детализированная по отдельным категориям источников и секторам информация о планируемых усовершенствованиях приведена в соответствующих разделах настоящего кадастра.

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 1990-2006 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 газов²³ и российский реестр углеродных единиц²⁴. Описание системы оценки содержится в разделе 1 настоящего доклада. Изменения в организации и функционировании российской системы в 2008 г. были связаны с изменениями в системе и структуре федеральных органов исполнительной власти²⁵. В частности, Министерство природных ресурсов Российской Федерации было преобразовано в Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору были переданы в ведение Министерства природных ресурсов Российской Федерации. Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации. Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации было преобразовано в Министерство промышленности и торговли Российской Федерации и Министерство энергетики Российской Федерации. Федеральное агентство лесного хозяйства было передано в ведение Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации было преобразовано в Министерство экономического развития Российской Федерации с подчинением ему Федеральной службы государственной статистики. В соответствии с этими изменениями произошло перераспределение функций указанных федеральных органов исполнительной власти в рамках российской системы оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов.

Кроме того, в 2008 г. Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды заключены соглашения о сотрудничестве с Объединенной компанией «Российский алюминий» и ОАО «Газпром», предусматривающие обмен данными и информацией, обмен опытом, консультации и другие виды сотрудничества, направленные на разработку и совершенствование национального кадастра. Таким образом возросло участие бизнес структур в работе национальной системы.

Сведения об изменениях, произведенных после 2008 г., включая изменения, осуществляемые в порядке выполнения рекомендаций Группы экспертов РКИК ООН,²⁶ будут включены в доклады о кадастре за последующие годы.

²³ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. № 278-р.

²⁴ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 215-р.

²⁵ Указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2008 г. №724 «Вопросы системы и структуры федеральных органов исполнительной власти».

²⁶ Документ РКИК ООН. FCCC/ARR/2008/RUS. Report of the individual review of the greenhouse gas inventories of the Russian Federation submitted in 2007 and 2008.

10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2008 году

10.2.1. Информация о единицах сокращения выбросов, сертифицированных сокращениях выбросов, временных сертифицированных сокращениях выбросов, долгосрочных сертифицированных сокращениях выбросов, единицах установленного количества и единицах абсорбции

Информация о ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и ЕА из своего национального реестра за 2008 год в стандартной электронной форме. Информация о ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и ЕА за 2008 год, подготовленная администратором российского реестра углеродных единиц в стандартной электронной форме в соответствии с решением Конференции Сторон 14/СМР.1, представлена в РКИК ООН в электронном формате.

Информация о любых расхождениях, выявленных с помощью регистрационного журнала операций, согласно пункту 43 приложения к решению 13/СМР.1 и пункту 54 приложения к решению 5/СМР.1. В 2008 году расхождений с международным регистрационным журналом операций выявлено не было.

Информация о любом уведомлении, которое Российская Федерация получила от Исполнительного совета механизма чистого развития (МЧР) и в котором дается указание осуществить замену дССВ в соответствии с пунктом 49 приложения к решению 5/СМР.1. Российская Федерация не получала в 2008 году уведомлений от Исполнительного совета механизма чистого развития (МЧР) на осуществление замены дССВ в соответствии с пунктом 49 приложения к решению 5/СМР.1.

Информация о любом уведомлении, которое Российская Федерация получила от Исполнительного совета МЧР и в котором дается указание осуществить замену дССВ в соответствии с пунктом 50 приложения к решению 5/СМР.1. Российская Федерация не получала в 2008 году уведомлений от Исполнительного совета механизма чистого развития (МЧР) на осуществление замены дССВ в соответствии с пунктом 50 приложения к решению 5/СМР.1.

Информация о любой выявленной регистрационным журналом операций записи о том, что замена не была произведена, в соответствии с пунктом 56 приложения к решению 5/СМР.1. Международный регистрационный журнал операций не выявил в 2008 году ни одной записи о том, что замена не была произведена, в соответствии с пунктом 56 приложения к решению 5/СМР.1.

Информация о серийных номерах и количестве ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и ЕА, зарегистрированных в российском реестре по состоянию на конец этого года, которые являются непригодными для использования в целях соблюдения обязательств по пункту 1 статьи 3 в соответствии с пунктом 43 b) приложения к решению 13/СМР.1. В российском реестре углеродных единиц нет непригодных для использования в целях соблюдения обязательств по пункту 1 статьи 3 в соответствии с пунктом 43 b) приложения к решению 13/СМР.1 единиц, т.к. никаких расхождений в 2008 году зарегистрировано не было.

Информация о факте и дате принятия любых мер по устранению проблем, приведших к расхождениям, о любых изменениях в национальном реестре в целях предупреждения повторных расхождений, а также о решении любых ранее выявленных вопросов осуществления, касающихся операций. В российском реестре углеродных единиц не возникало в 2008 году проблем, которые привели или могли бы привести к расхождениям.

10.2.2. Деятельность российского реестра углеродных единиц в 2008 году

Российский реестр углеродных единиц (национальный реестр Российской Федерации) полностью функционирует с 4 марта 2008 г., когда производственная платформа Реестра

была официально подключена к производственной платформе международного регистрационного журнала операций (МРЖО).

Для целей ведения Реестра в соответствии с требованиями Киотского протокола используется специальное программное обеспечение SeringasTM, разработанное государственным учреждением Франции "Депозитарная касса Франции".

Перед работами на производственной платформе Реестра установка, полноценное тестирование программного обеспечения, а также его настройка для целей ведения российского Реестра (в т.ч. перевод на русский язык) проводится на специально созданной для этих целей тестовой платформе.

Требования к производственной и тестовым платформам Реестра определяются документами, утверждаемыми решениями Конференции Сторон Киотского протокола.

Производственная и тестовая платформы Реестра в полной мере отвечают всем предъявляемым к ним требованиям, что было проверено международными экспертами и официальным тестированием Реестра.

В марте 2008 г. на производственной платформе Реестра были загружены и активированы все требуемые в соответствии с решением 13/СМР.1 Конференции Сторон счета, а 18 июля 2008 г. в Реестре был произведен выпуск установленного количества Российской Федерации на первый период действия обязательства в размере 16 617 095 319 ЕУК и зафиксирован резерв на первый период действия обязательств в размере 10 629 794 715 ЕУК.

Имя/фамилия администратора реестра, назначенного Стороной для ведения национального реестра, и контактную информацию. 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 Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр геоэкологических систем» (ФГУП ФЦГС «Экология») назначено организацией-администратором российского реестра углеродных единиц.

Администратор Российского реестра углеродных единиц	
Название	Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр геоэкологических систем» (ФГУП ФЦГС «Экология»)
Адрес	Ул. Кедрова д. 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
Е-mail	Klimanov@ecoinfo.ru
Контактная я персона	Уледова Надежда Владимировна
Тел.	+7 (495) 718-05-33
Факс	+7 (495) 125-55-59
Е-mail	Uledova@ecoinfo.ru

Названия других Сторон, с которыми данная Сторона 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.

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/CP.8 и одобренными решением 12/CMP.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.

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/CP.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/CP.8 и одобренными решением 12/CMP.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 SeringasTM v.4.2.0.

Описание процедур, используемых в национальном реестре для сведения к минимуму расхождений в сведениях о вводе в обращение, передаче, приобретении, аннулировании и изъятии из обращения ECB, CCB, vCCB, dCCB, ЕУК и/или ЕА и замены vCCB и dCCB, 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 ECB, CCB, vCCB, dCCB, ЕУК и/или ЕА и замены vCCB и dCCB, 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:

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. От 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.

2. Двойная валидация каждой операции в российском реестре углеродных единиц

Каждая операция в российском реестре углеродных единиц (кроме ввода в обращение) подготавливается оператором реестра, но завершение операции возможно лишь администратором реестра после проверки правильности заполнения всей информации.

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 операция автоматически блокируется.

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.

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. видеокамер). 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:

1. Администратор реестра;
2. Технический администратор реестра;
3. Оператор реестра.

Перечень общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра. В соответствии с пунктом 44 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон был разработан двуязычный открытый общедоступный сайт российского реестра углеродных единиц <http://www.carbonunitsregistry.ru>, обеспечивающий на постоянной основе доступ общественности к информации через сеть Интернет.

На сайте содержится полный объем общедоступной информации о реестре, целях его формирования, функциях, а также текущем состоянии российского реестра. Кроме того, на сайте размещена обязательная для публикации информация:

На главной странице (см. рис. 10.1) размещена общая информация о Реестре со ссылками на официальные документы, регламентирующие процесс создания и ведения Реестра (Киотский протокол, Федеральный Закон от 04.11.2004 № 128-ФЗ "О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата", распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.02.2006 № 215-р).

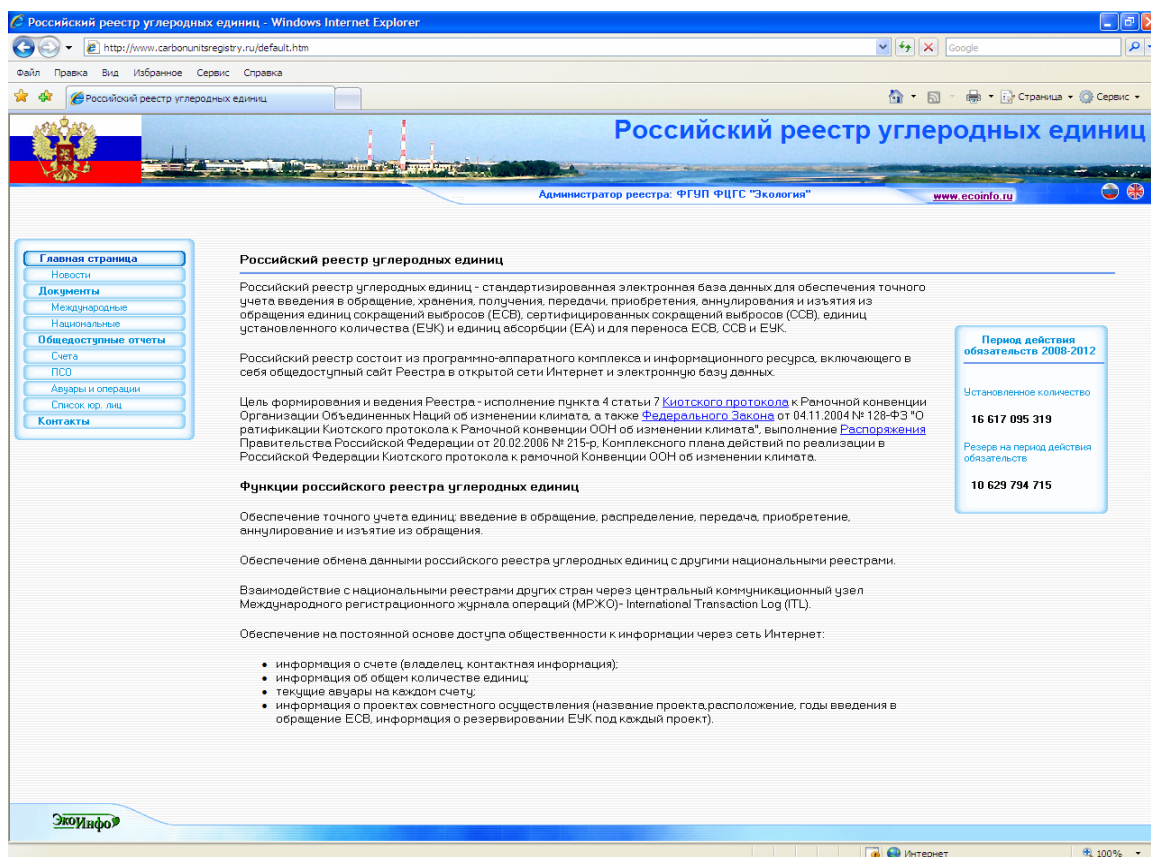


Рис.10.1. Главная страница сайта Российского реестра углеродных единиц

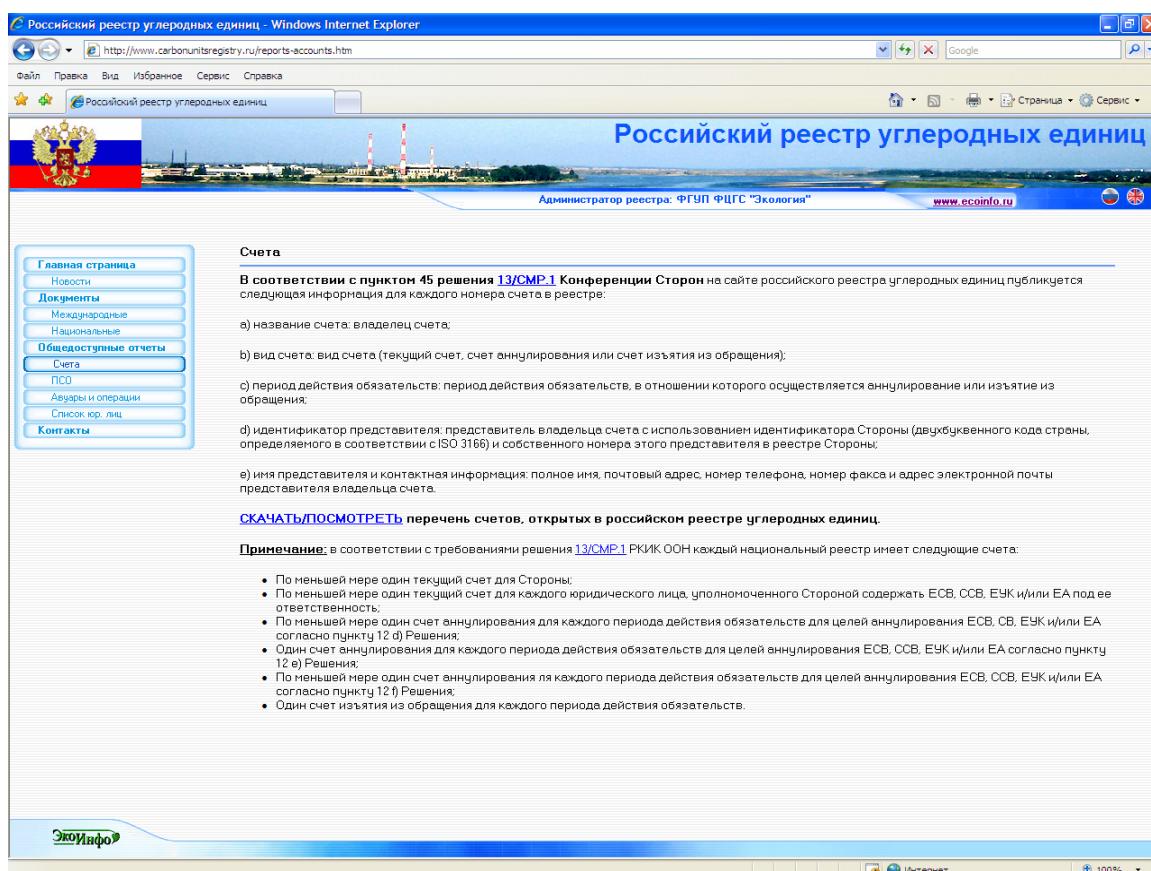


Рис. 10.2 Подраздел «Счета»

В разделе «Общедоступные отчеты» публикуется информация во исполнение пункта 44 решения 13/СМР.1:

1. Информация для каждого номера счета в реестре (пункт 45 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон).

2. Информация о проектах согласно статье 6 Киотского протокола для каждого идентификатора проекта, в отношении которого Сторона ввела в обращение ЕСВ (пункт 46 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон).

3. Информация об авуарах и операциях в рамках национального реестра с указанием серийных номеров за каждый календарный год (пункт 47 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон).

4. Список юридических лиц, уполномоченных Стороной владеть ЕСВ, ССВ, ЕУК и/или ЕА под ее ответственность (пункт 48 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон).

Таким образом, раздел «Общедоступные отчеты» состоит из четырех подразделов «Счета», «ПСО», «Авуары и операции» и «Список юр. лиц».

В подразделе «Счета» (рис. 10.2) публикуется информация для каждого номера счета в реестре:

- а) название счета: владелец счета;
- б) вид счета: вид счета (текущий счет, счет аннулирования или счет изъятия из обращения);
- в) период действия обязательств: период действия обязательств, в отношении которого осуществляется аннулирование или изъятие из обращения;
- г) 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;
- е) имя представителя и контактная информация: полное имя, почтовый адрес, номер телефона, номер факса и адрес электронной почты представителя владельца счета.

В подразделе «ПСО» (рис. 10.3) публикуется информация о проектах согласно статье 6 Киотского протокола для каждого идентификатора проекта, в отношении которого Сторона ввела в обращение ЕСВ (пункт 46 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон):

- а) название проекта: собственное название проекта;
- б) место осуществления проекта: Сторона и город или район осуществления проекта;
- в) годы введения в обращение ЕСВ: годы, в которые были введены в обращение ЕСВ в результате проекта согласно статье 6;
- г) 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 9/СМР.1.

В соответствии с пунктом 18 Постановления Правительства от 28.05.2007 N 332 "О порядке утверждения и проверки хода реализации проектов, осуществляемых в соответствии со статьей 6 Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата" информация о проектах совместного осуществления будет публиковаться на сайте российского реестра углеродных единиц после:

- утверждения перечня проектов и назначения уполномоченного органа Правительством Российской Федерации (в настоящее время в Российской Федерации нет утвержденного перечня проектов);
- направления Министерством экономического развития Российской Федерации в российский реестр углеродных единиц сведений о каждом проекте (сведения не направлялись).

В подразделе «Авуары и операции» (рис. 10.4) публикуется информация об авуарах и операциях в рамках национального реестра с указанием серийных номеров за каждый календарный год (определяемый по среднегринвичскому времени):

- а) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА на каждом счете по состоянию на начало года;
- б) общее количество ЕУК, введенных в обращение на основе установленного количества

во исполнение пунктов 7 и 8 статьи 3;

с) общее количество ЕСВ, введенных в обращение на основе проектов по статье 6;

д) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, приобретенных из других реестров с указанием передавших счетов и реестров;

е) общее количество ЕА, введенных в обращение на основе каждого вида деятельности согласно пунктам 3 и 4 статьи 3;

ф) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, переданных в другие реестры с указанием счетов и реестров приобретения;

г) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, аннулированных на основе деятельности согласно пунктам 3 и 4 статьи 3;

h) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, аннулированных в результате принятия Комитетом по соблюдению заключения о том, что Сторона не соблюдает свое обязательство по пункту 1 статьи 3;

и) общее количество других аннулированных ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;

j) общее количество изъятых из обращения ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;

к) общее количество ЕСВ, ССВ и ЕУК, перенесенных с предыдущего периода действия обязательств;

l) текущие авуары ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА на каждом счете.

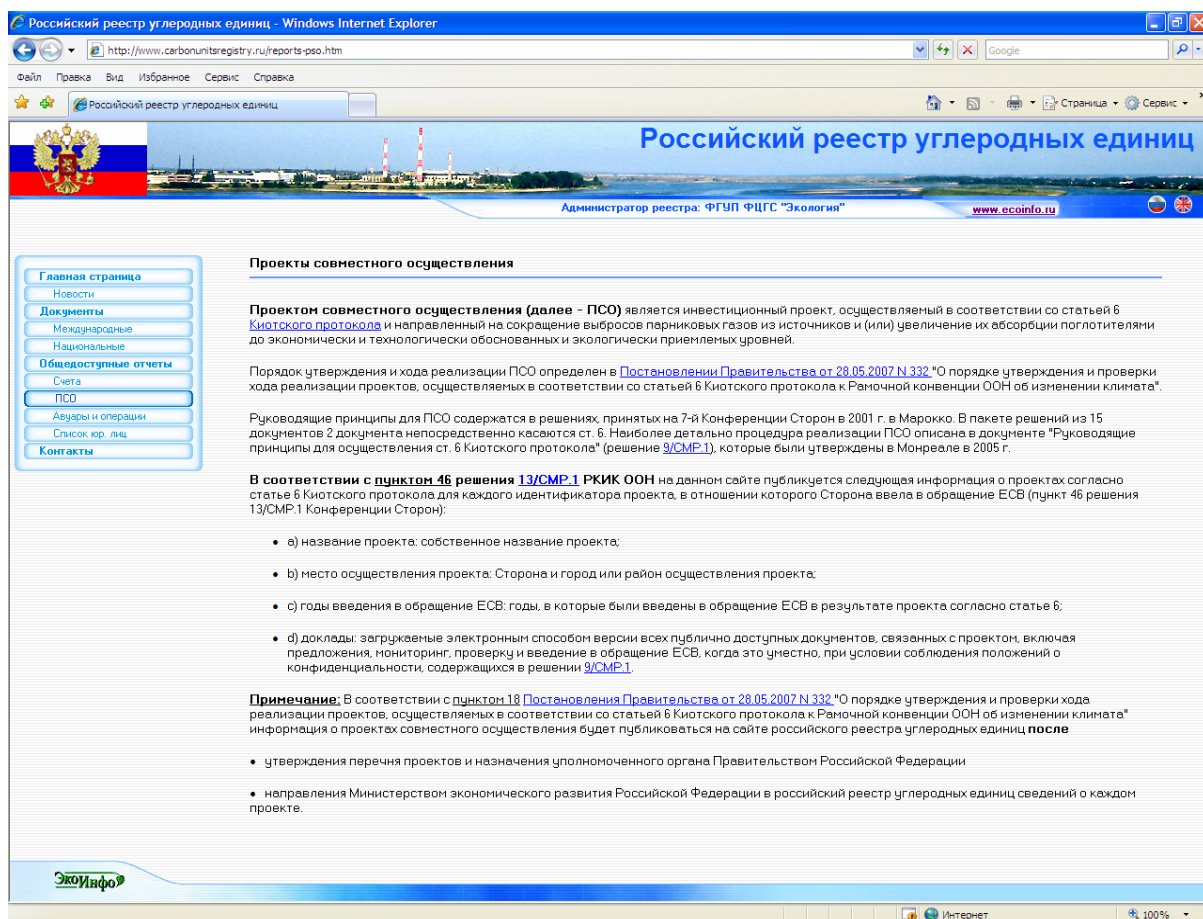


Рис. 10.3. Подраздел «ПСО»

В настоящее время в подразделе «Авуары и операции» опубликованы три отчета: на 01.01.2008, на 20.07.2008 и на 13.10.2008.

В подразделе «Список юр. лиц» (рис. 10.5) должен публиковаться список юридических лиц, уполномоченных Стороной владеть ЕСВ, ССВ, ЕУК и/или ЕА под ее ответственность.

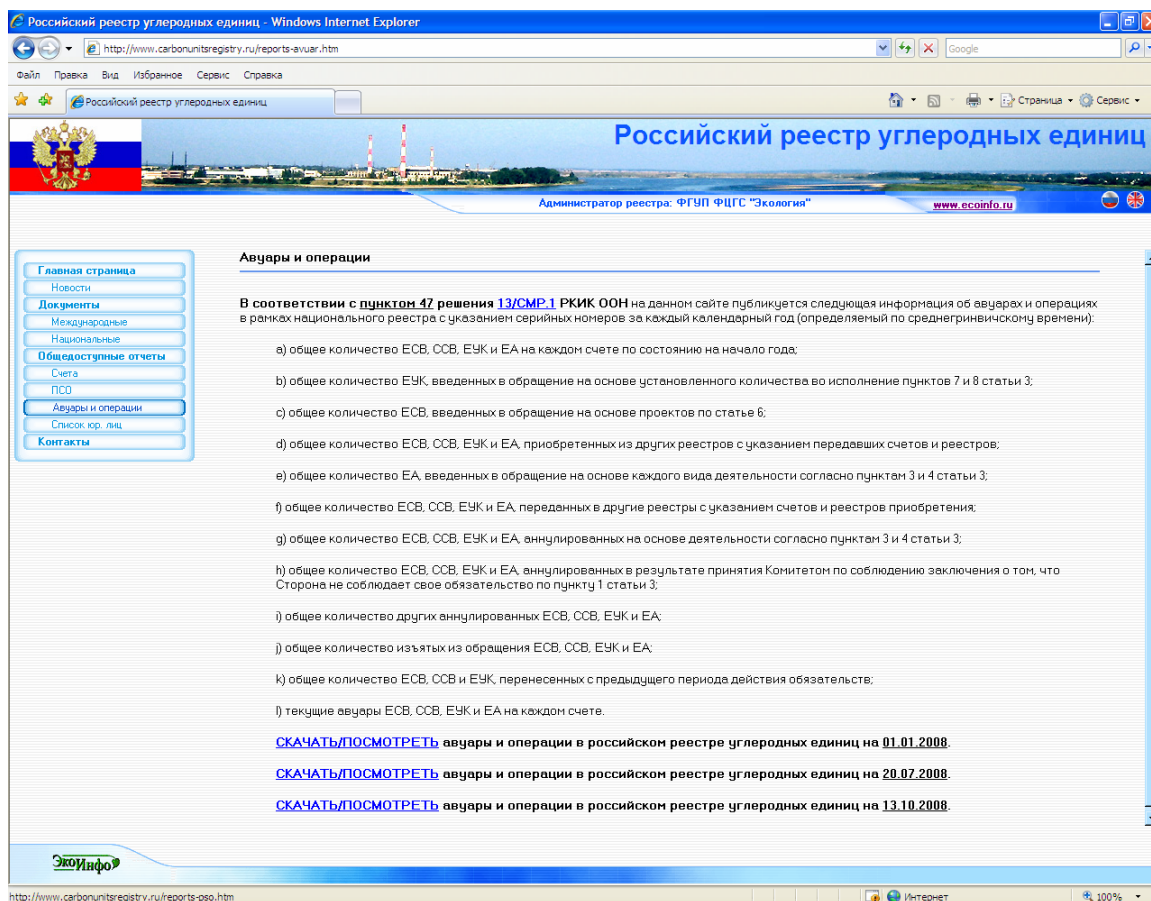


Рис. 10.4. Подраздел «Аварии и операции»

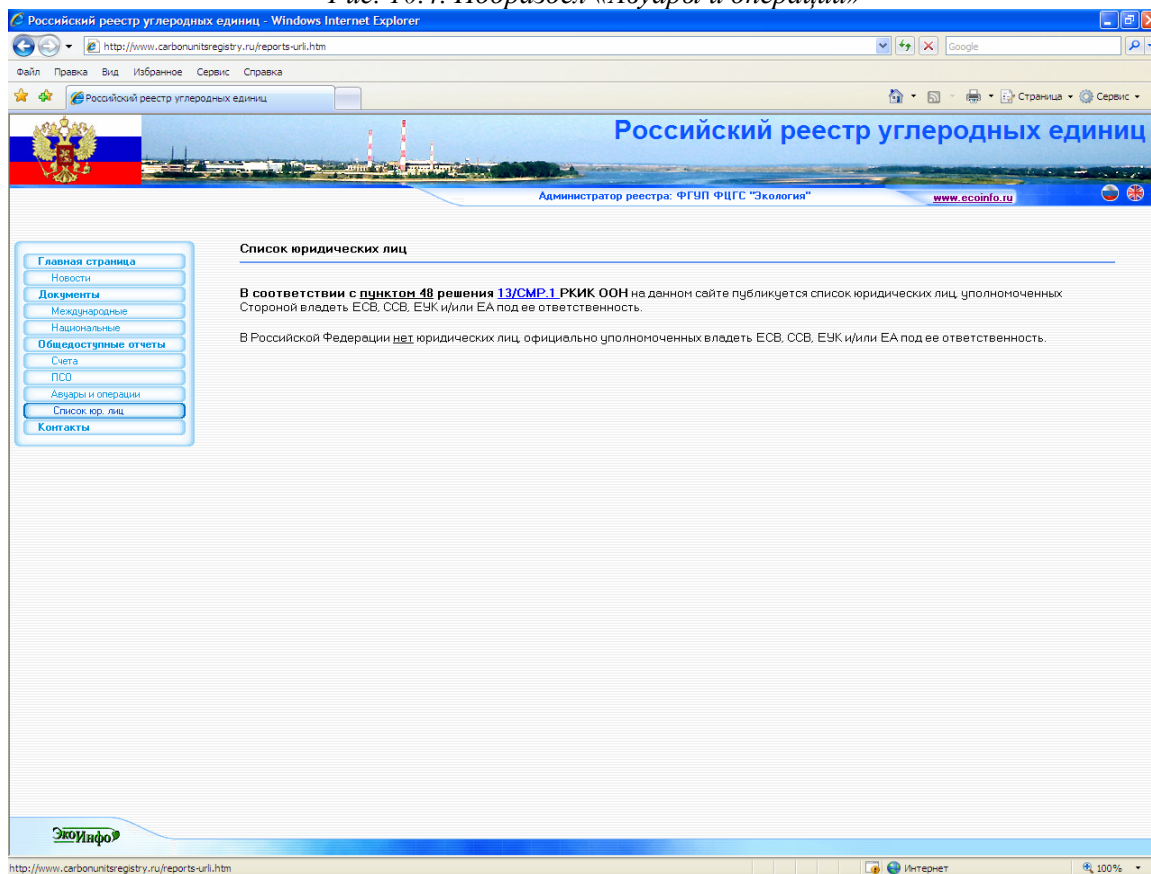


Рис.10.5. Подраздел «Список юр. лиц»

В Российской Федерации нет юридических лиц, официально уполномоченных владеть ЕСВ, ССВ, ЕУК и/или ЕА под ее ответственность

Интернет-адрес интерфейса ее национального реестра. Российский реестр углеродных единиц доступен по адресу: <http://www.carbonunitsregistry.ru>

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.

Для обеспечения надежности функционирования Реестра осуществляется систематическое тестирование работоспособности подсистем Реестра с использованием критериев, гарантирующих круглосуточную работоспособность всех подсистем. Для этого в системе Реестра запускается специальная автоматическая служба систематического тестирования Реестра (далее - сервис тестирования), выполняющая периодическое (1 раз в 5 минут) тестирование физической работоспособности подсистем реестра.

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.

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 производственным оборудованием международного регистрационного журнала операций после замены сертификатов завершено 20.05.2008. После замены IP-адресов в российском реестре углеродных единиц тестирование VPN и SSL соединений с производственным оборудованием международного регистрационного журнала операций было повторно успешно проведено 21.10.2008.

Тестирование российского реестра углеродных единиц на предмет оценки способности к осуществлению операций, сверки информации и административных процессов было успешно проведено в рамках тестирования Go-Live Rehearsal 2, организованном секретариатом РКИК ООН в период с 10.07.2008 по 23.07.2008, в рамках которого были успешно проведены транзакции с Японией и Новой Зеландией. В период с 06.08.2008 по 08.08.2008 в рамках координационного тестирования реестров, организованного секретариатом РКИК ООН, российский реестр успешно провел операции с реестрами Бельгии, Швейцарии, Франции, Финляндии, Венгрии, Японии, Литвы, Польши, Румынии и других стран.

10.2.3 Изменения в российском реестре углеродных единиц

В соответствии с пунктом 22 приложения к решению Конференции Сторон 15/СМР.1 в таблице 1 представлена информация о любых изменениях, которые произошли в российском реестре углеродных единиц, по сравнению с информацией, сообщенной в ее последнем представлении, включая информацию, представленную в соответствии с пунктом 32 приложения к решению Конференции Сторон 15/СМР.1.

Таблица 10.1

Изменения в национальном реестре Российской Федерации

a.	имя/фамилия администратора реестра, назначенного Стороной для ведения национального реестра, и контактная информация	Изменений не было
b.	названия других Сторон, с которыми данная Страна сотрудничает в деле ведения их соответствующих национальных реестров в рамках единой системы	Изменений не было
c.	описание структуры и емкости базы данных национального реестра	Изменений не было
d.	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)	Изменения были (см. ниже))
e.	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	Изменений не было
f.	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	Изменений не было
g.	перечень общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра	Изменения были (см. ниже)
h.	Интернет-адрес интерфейса ее национального реестра	Изменений не было
i.	описание принятых мер по обеспечению защиты, ведения и восстановления данных с целью обеспечения целостности хранимых данных и восстановления сервисов реестра в случае аварии	Изменения были (см. ниже)
j.	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/СР.7, касающегося технических стандартов обмена данными между системами реестров	Изменений не было

Изменения в соблюдении технических стандартов 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 I решения 19/CP.7) В 2008 году была произведена замена версии программного обеспечения, используемого для ведения российского реестра углеродных единиц, с SeringasTM v.4.0.6 на SeringasTM v.4.2.0. Установка новой версии программного обеспечения была произведена после успешного проведения тестирования на тестовой платформе.

Изменения в перечне общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра. В 2008 году была произведена доработка веб-сайта российского реестра углеродных единиц путем уточнения перечня информации, публикуемой на сайте, а также были опубликованы официальные отчеты о счетах, операциях и авуарах в российском реестре углеродных единиц. Более подробная информация приведена в разделе 1.2.7 Перечень общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра настоящего доклада.

Изменения в мерах по обеспечению защиты, ведения и восстановления данных с целью обеспечения целостности хранимых данных и восстановления сервисов реестра в случае аварии. В 2008 году для обеспечения надежности функционирования российского реестра углеродных единиц была произведена разработка и внедрение специальной автоматической службы систематического тестирования, выполняющая периодическое (1 раз в 5 минут) тестирование физической работоспособности всех подсистем реестра.

10.3 Расчет резерва периода выполнения обязательств Киотского протокола

По данным кадастра объем выбросов парниковых газов за 2007 год (без учета выбросов и абсорбции в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство») составляет 2 192 818 108,531 730 т. CO₂-экв. Пятикратное значение указанной величины составляет 10 964 090 542,7 т. CO₂-экв. Таким образом, резерв Российской Федерации на первый период действия обязательств Киотского протокола составляет 10 964 090 542,658 600 т. CO₂-экв., или, с округлением до целых тонн, 10 964 090 543 т. CO₂-экв.

ПРИЛОЖЕНИЯ

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 2007 г. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования, и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.3. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2007 г. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.4. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 1990 г. (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования, лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.5. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2007 г. (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)
- Таблица П.1.6. Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2007 г. (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

Ключевые категории источников выбросов определялись по методу уровня 1 МГЭИК. Уровень детализации (деагрегирования) 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 ₂ -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO ₂	679002,07	20,4560	20,4560
2	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO ₂	622444,22	18,7521	39,2081
3	Стационарное сжигание твердого топлива	CO ₂	605090,04	18,2293	57,4374
4	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH ₄	296712,61	8,9389	66,3764
5	1.АА.3.Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	176308,03	5,3116	71,6879
6	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO ₂	110426,46	3,3268	75,0147
7	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	101136,65	3,0469	78,0616
8	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH ₄	95266,92	2,8701	80,9317
9	2.С.1.2, 2.С.1.3 2.С.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO ₂	92935,29	2,7998	83,7315
10	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH ₄	67234,80	2,0256	85,7571
11	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N ₂ O	48429,95	1,4590	87,2161
12	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	46183,10	1,3913	88,6074
13	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO ₂	36162,16	1,0894	89,6969
14	2.А.1 Производство цемента	CO ₂	34050,71	1,0258	90,7227
15	6.А Захоронение твердых отходов	CH ₄	24423,71	0,7358	91,4585
16	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO ₂	22239,03	0,6700	92,1285
17	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH ₄	19915,57	0,6000	92,7285
18	2.В.1 Производство аммиака	CO ₂	18888,00	0,5690	93,2975
19	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO ₂	18500,00	0,5573	93,8549
20	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH ₄	18445,46	0,5557	94,4106
21	Стационарное сжигание других видов топлива	CO ₂	18419,38	0,5549	94,9655
22	1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	18417,72	0,5549	95,5203
23	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH ₄	17302,67	0,5213	96,0416
24	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO ₂	16018,52	0,4826	96,5242
25	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15308,68	0,4612	96,9854
26	2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	14802,46	0,4459	97,4313
27	Прочие		85262,67	2,5687	100,00
	Всего		3319326,86	100,0000	

Таблица П.1.2

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2007 г.
(без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования, и лесное хозяйство»)

№ п./п.	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO ₂ -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO ₂	697617,60	31,8137	31,8137
2	Стационарное сжигание твердого топлива	CO ₂	293914,94	13,4035	45,2173
3	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH ₄	283920,49	12,9477	58,1650
4	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO ₂	160730,21	7,3298	65,4949
5	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	106720,85	4,8668	70,3617
6	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO ₂	80245,22	3,6595	74,0212
7	2.С.1.2, 2.С.1.3 2.С.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO ₂	78230,14	3,5676	77,5887
8	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	52252,19	2,3829	79,9716
9	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH ₄	47526,41	2,1674	82,1390
10	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH ₄	37884,68	1,7277	83,8666
11	6.А Захоронение твердых отходов	CH ₄	37578,95	1,7137	85,5804
12	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO ₂	35313,19	1,6104	87,1908
13	2.А.1 Производство цемента	CO ₂	27198,67	1,2404	88,4311
14	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH ₄	20464,26	0,9332	89,3644
15	2.В.1 Производство аммиака	CO ₂	19726,50	0,8996	90,2640
16	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N ₂ O	19583,88	0,8931	91,1570
17	2.А.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO ₂	17577,77	0,8016	91,9587
18	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH ₄	17263,68	0,7873	92,7459
19	Стационарное сжигание - другие виды топлива	CO ₂	16946,83	0,7728	93,5188
20	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	16829,84	0,7675	94,2863
21	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	16322,20	0,7443	95,0306
22	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH ₄	15751,18	0,7183	95,7489
23	2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	12561,12	0,5728	96,3218
24	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO ₂	10225,00	0,4663	96,7880
25	2.А.2 Производство извести	CO ₂	8663,32	0,3951	97,1831
26	Прочие		61768,99	2,8169	100,0000
	Всего		2192818,11	100,0000	

Таблица П.1.3

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2007 г.
(без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п./п.	Категория источника	Газ	Выброс, Гг CO ₂ -экв.	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
1	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO ₂	160730,21	26,9268	26,9268
2	Стационарное сжигание газового топлива	CO ₂	697617,60	26,7747	53,7015
3	Стационарное сжигание твердого топлива	CO ₂	293914,94	11,3763	65,0778
4	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH ₄	283920,49	9,4503	74,5281
5	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH ₄	37884,68	2,6931	77,2212
6	6.А Захоронение твердых отходов	CH ₄	37578,95	2,3054	79,5266
7	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO ₂	35313,19	2,2169	81,7435
8	2.С.1.2, 2.С.1.3 2.С.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO ₂	78230,14	1,8099	83,5534
9	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	52252,19	1,5654	85,1187
10	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	16322,20	1,5252	86,6440
11	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N ₂ O	19583,88	1,3341	87,9781
12	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	106720,85	1,0484	89,0265
13	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO ₂	1257,00	1,0025	90,0290
14	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH ₄	20464,26	0,7856	90,8146
15	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO ₂	80245,22	0,7843	91,5989
16	2.В.1 Производство аммиака	CO ₂	19726,50	0,7793	92,3781
17	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	16829,84	0,7221	93,1002
18	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO ₂	17577,77	0,6785	93,7788
19	1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	6942,51	0,5617	94,3404
20	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH ₄	17263,68	0,5459	94,8864
21	Стационарное сжигание других видов топлива	CO ₂	16946,83	0,5137	95,4001
22	2.А.1 Производство цемента	CO ₂	27198,67	0,5057	95,9058
23	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH ₄	15751,18	0,4645	96,3703
24	2.С.3 Производство алюминия	CO ₂	6848,15	0,3730	96,7433
25	2.Ф.1 Использование фторированных заменителей ОРВ для кондиционирования воздуха и охлаждения	ГФУ	3216,47	0,3458	97,0891
26	Прочие		122480,70	2,9109	100,0000
	Всего		2192818,11	100,0000	

Таблица П.1.4

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	Абсолютное значение выброса/абсорбции, Гг CO ₂ -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO ₂	679002,07	17,7777	17,7777
2	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO ₂	622444,22	16,2969	34,0745
3	Стационарное сжигание твердого топлива	CO ₂	605090,04	15,8425	49,9170
4	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH ₄	296712,61	7,7685	57,6856
5	5.В.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и др. земли с-х. назначения	CO ₂	266161,24	6,9686	64,6542
6	5.А.1 Лесные земли	CO ₂	220403,77	5,7706	70,4248
7	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	176308,03	4,6161	75,0409
8	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO ₂	110426,46	2,8912	77,9321
9	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	101136,65	2,6480	80,5801
10	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH ₄	95266,92	2,4943	83,0744
11	2.С.1.2, 2.С.1.3 2.С.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO ₂	92935,29	2,4332	85,5076
12	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH ₄	67234,80	1,7603	87,2679
13	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N ₂ O	48429,95	1,2680	88,5359
14	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	46183,10	1,2092	89,7451
15	2.А.3 Использование известняков и доломитов	CO ₂	36162,16	0,9468	90,6919
16	2.А.1 Производство цемента	CO ₂	34050,71	0,8915	91,5834
17	6.А Захоронение твердых отходов	CH ₄	24423,71	0,6395	92,2229
18	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO ₂	22239,03	0,5823	92,8051
19	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH ₄	19915,57	0,5214	93,3266
20	2.В.1 Производство аммиака	CO ₂	18888,00	0,4945	93,8211
21	1.АА.3.А Гражданская авиация, жидкое топливо	CO ₂	18500,00	0,4844	94,3055
22	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH ₄	18445,46	0,4829	94,7884
23	Стационарное сжигание других видов топлива	CO ₂	18419,38	0,4823	95,2707
24	1.АА.3.С Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	18417,72	0,4822	95,7529
25	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH ₄	17302,67	0,4530	96,2059
26	1.АА.3.Д Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO ₂	16018,52	0,4194	96,6253
27	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	15308,68	0,4008	97,0261
28	Прочие		113585,16	2,9739	100,0000
	Всего		3819411,92	100,0000	

Таблица П.1.5

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в общий выброс парниковых газов в 2007 г.
(с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п./п.	Категория источника	Газ	Абсолютное значение выброса/абсорбции, Гг CO ₂ -экв.	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %
1	5.А.1 Лесные земли	CO ₂	1418656,32	38,1327	38,1327
2	Стационарное сжигание газового топлива	CO ₂	697617,60	18,7516	56,8843
3	Стационарное сжигание твердого топлива	CO ₂	293914,94	7,9003	64,7846
4	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH ₄	283920,49	7,6316	72,4163
5	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO ₂	160730,21	4,3203	76,7366
6	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	106720,85	2,8686	79,6052
7	5.В.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO ₂	104465,74	2,8080	82,4132
8	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO ₂	80245,22	2,1569	84,5701
9	2.С.1.2, 2.С.1.3 2.С.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO ₂	78230,14	2,1028	86,6729
10	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	52252,19	1,4045	88,0774
11	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH ₄	47526,41	1,2775	89,3549
12	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH ₄	37884,68	1,0183	90,3732
13	6.А Захоронение твердых отходов	CH ₄	37578,95	1,0101	91,3833
14	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO ₂	35313,19	0,9492	92,3325
15	2.А.1 Производство цемента	CO ₂	27198,67	0,7311	93,0636
16	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH ₄	20464,26	0,5501	93,6137
17	2.В.1 Производство аммиака	CO ₂	19726,50	0,5302	94,1439
18	4.В Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N ₂ O	19583,88	0,5264	94,6703
19	2.А.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO ₂	17577,77	0,4725	95,1428
20	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH ₄	17263,68	0,4640	95,6069
21	Стационарное сжигание других видов топлива	CO ₂	16946,83	0,4555	96,0624
22	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	16829,84	0,4524	96,5148
23	4.Д.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	16322,20	0,4387	96,9535
24	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH ₄	15751,18	0,4234	97,3769
25	Прочие		97588,62	2,6231	100,0000
	Всего		3720310,36	100,0000	

Таблица П.1.6

Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2007 г.
(с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

№ п./п.	Категория источника	Газ	Выброс/абсорбция, Гг CO ₂ -экв	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
1	5.А.1 Лесные земли	CO ₂	-1418656,32	49,7882	49,7882
2	Стационарное сжигание газового топлива	CO ₂	697617,60	19,0188	68,8071
3	1.В.2.В Фугитивные выбросы от газового топлива	CH ₄	283920,49	7,5453	76,3524
4	Стационарное сжигание твердого топлива	CO ₂	293914,94	4,9579	81,3103
5	1.АА.3.В Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO ₂	106720,85	2,2158	83,5262
6	2.С.1.2, 2.С.1.3 2.С.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO ₂	78230,14	1,9719	85,4981
7	1.АА.3.Е Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO ₂	80245,22	1,8782	87,3763
8	5.В.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO ₂	104465,74	1,2729	88,6492
9	6.А Захоронение твердых отходов	CH ₄	37578,95	1,1409	89,7900
10	1.В.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH ₄	47526,41	1,0948	90,8849
11	1.В.2.С Утечки и сжигание	CO ₂	35313,19	1,0789	91,9638
12	4.Д.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N ₂ O	52252,19	0,9431	92,9068
13	2.А.1 Производство цемента	CO ₂	27198,67	0,6689	93,5758
14	1.В.2.С Утечки и сжигание	CH ₄	20464,26	0,5579	94,1337
15	2.В.1 Производство аммиака	CO ₂	19726,50	0,5408	94,6745
16	4.А Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH ₄	37884,68	0,4737	95,1481
17	2.С.3 Производство алюминия	ПФУ	16829,84	0,4691	95,6172
18	1.В.2.А Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH ₄	17263,68	0,4549	96,0721
19	Стационарное сжигание других видов топлива	CO ₂	16946,83	0,4436	96,5157
20	6.В.1 Очистка промышленных сточных вод	CH ₄	15751,18	0,4105	96,9263
21	2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	12561,12	0,3178	97,2440
22	Прочие		295652,76	2,7560	100,0000
	Всего		879408,91	100,0000	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Баланс энергоресурсов

Таблица П. 2.1

Баланс энергоресурсов за 2007 г., млн. т условного топлива

Природное топливо	из него			Продукты переработки топлива	Горючие побочные энергоресурсы	Электроэнергия	Тепло-энергия	Из общего объема топливно-энергетических ресурсов котельно-печное топливо
	нефть, включая газовый конденсат	газ естественный	уголь					
Ресурсы								
Добыча (производство) – всего								
1664,0	702,0	751,8	204,3	381,5	23,5	349,8	209,7	1050,8
в том числе без потерь ²⁾								
1635,7	697,4	745,7	186,8	381,5	23,5	349,8	209,7	1027,1
Запасы у поставщиков:								
на начало года								
108,4	51,1	48,3	8,2	3,1	-	-	-	58,3
на конец года								
119,0	50,2	57,8	10,2	3,5	-	-	-	70,0
изменение запасов								
-10,6	0,9	-9,5	-2,0	-0,4	-	-	-	-11,7
Запасы у потребителей:								
на начало года								
21,8	2,3	0,0	18,7	17,2	0,1	-	-	29,1
на конец года								
21,0	2,2	0,4	17,6	16,9	0,1	-	-	27,8
изменение запасов								
0,8	0,1	-0,4	1,1	0,3	0,0	-	-	1,3
Импорт								
29,0	3,9	8,6	16,5	0,6	-	2,0	-	25,3
Итого ресурсов								
1654,9	702,3	744,4	202,4	382,0	23,5	351,8	209,7	1042,0
Распределение								
Экспорт								
660,1	369,8	221,4	68,9	164,0	-	6,4	-	344,5
Общее потребление – всего								
994,8	332,5	523,0	133,5	218,0	23,5	345,4	209,7	697,5
В том числе:								
На преобразование в другие виды энергии								
399,4	1,0	305,8	90,3	21,1	8,4	6,2	-	426,0
в качестве сырья:								
на переработку в другие виды топлива								
318,7	284,1	2,0	32,6	7,9	-	-	-	-
на производство нетопливной продукции								
66,1	39,4	26,4	0,2	20,0	0,1	-	-	-
в качестве материала на нетопливные нужды								
8,6	0,2	8,2	0,1	13,8	-	-	-	-
на конечное потребление								
187,2	0,7	172,9	10,3	155,2	15,0	303,1	195,0	263,8
потери на стадии потребления и транспортировки								
14,8	7,1	7,7	-	-	-	36,1	14,7	7,70

¹⁾ Источник - Росстат

²⁾ При добыче, производстве и обогащении топлива

Подробное рассмотрение методологии и данных для оценки выбросов CO₂ в результате сжигания ископаемого топлива включено в раздел 3 основного текста доклада и в данном приложении не приводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.1. Оценка выбросов ПГ от дорожного транспорта по методикам уровня 2 и 3

При подготовке кадастра выбросов парниковых газов РФ в 2008-2009 гг. специалистами ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН и ОАО «НИИАТ» была проанализирована существующая система государственного статистического наблюдения в автодорожном комплексе РФ, разработаны методологические подходы к расчету выбросов парниковых газов (ПГ) CO_2 , CH_4 и N_2O по методам уровня 2 и 3 методологии МГЭИК и проведен тестовый расчет выбросов ПГ от автодорожных перевозок по методу уровня 3 для 2007 года. Работы проводились в соответствии с Государственным контрактом с Минтрансом РФ № 46/83-02-2007 от 1 ноября 2007г. Результаты работы были опубликованы (Разработка..., 2008, Донченко и др., 2009).

Согласно методологии МГЭИК (МГЭИК, 1997, МГЭИК, 2006), выбросы могут быть оценены на основании как данных по сожженному топливу (представленных данными по проданному топливу), так и данных о пройденном транспортным средством расстоянии.

В зависимости от имеющихся исходных данных и вклада рассматриваемой категории источников в совокупные национальные выбросы парниковых газов, расчеты выбросов можно проводить с применением различных методов, соответствующих уровням 1, 2 и 3. В Российской Федерации автотранспорт входит в категорию ключевых источников выбросов, эмиссия от которых должна рассчитываться с использованием методов уровней 2 или 3 методологии МГЭИК.

В случае расчета выбросов от мобильных источников подходы к расчету выбросов зависят еще и от рассматриваемого газа. В целом, первый подход (проданное топливо) подходит для CO_2 а второй (пройденное расстояние для разных видов транспортных средств и дорог) подходит для CH_4 и N_2O . Если доступны оба набора данных, необходима проверка их сопоставимости

Методические подходы и национальные условия расчета выбросов CO_2 от дорожного транспорта.

Выбросы CO_2 зависят в основном от содержания углерода в топливе и не зависят от технологии сжигания, поэтому для определения выбросов CO_2 используются подходы уровня 1 и 2. Метод уровня 1 основан на количестве и типе сожженного топлива (принятого равным количеству проданного топлива) и средних коэффициентах (удельных показателях) выбросов.

$$\text{Выбросы} = \sum_a (\text{Топливо}_a * \text{EF}_a), \text{ где} \quad (1)$$

Выбросы — Выбросы CO_2 , кг; Топливо_а — данные о продаже топлива а, ТДж; EF_а — коэффициент выбросов, кг/ТДж, (Для CO_2 коэффициент выбросов равен содержанию в топливе углерода, умноженному на 44/12); а — вид топлива (напр., бензин, дизтопливо, природный газ, сжиженный нефтяной газ и т.д.).

Подход уровня 2 аналогичен подходу уровня 1, но подразумевает использование зависящего от страны содержания углерода в топливе для дорожного транспорта. В формуле 1 коэффициент выбросов базируется на реальном содержании углерода в потребляемом (проданном) топливе в стране в течение отчетного года. При расчете по уровню 2 коэффициенты выбросов CO_2 могут быть изменены для учета выбросов недоокисленного углерода в виде иных, чем CO_2 , газов.

Подход уровня 1 используется в кадастре выбросов парниковых газов РФ для всего временного ряда (Глава 3.2.3.3 Транспорт (1.А3)). В качестве исходных данных о потреблении моторного топлива дорожным транспортом используются данные топливно-энергетического баланса (ТЭБ) РФ. Российский ТЭБ составлен по отраслевому принципу, поэтому данные о сжигании топлива автотранспортом, принадлежащем предприятиям, в структуре ТЭБ относятся к топливу, сожженному в отрасли деятельности предприятия. В

расчетах предполагается, что весь автомобильный бензин, отнесенный в ТЭБ к различным отраслям, в результате сжигается автомобильным транспортом.

Более сложная ситуация с определением объемов дизельного топлива, используемого в качестве моторного топлива автотранспортом. Часть дизельного топлива (ДТ) и сжиженного нефтяного газа (СНГ), отпущенных по информации ТЭБ населению, по экспертным оценкам, так же расходуется в качестве моторного топлива автотранспортом. Однако, выделить долю этих топлив из суммарных объемов ДТ и СНГ, идущих на отпуск населению и расходуемых в других отраслях экономики, по имеющимся в ТЭБ данным не представляется возможным. Поэтому, все дизельное топливо, сожженное всеми видами транспорта (кроме морского, железнодорожного и воздушного), а также все дизельное топливо, проданное населению, в расчетах по уровню 1 считается сожженным автодорожным транспортом. В ТЭБ отсутствует информация о сжатом природном газе (СПГ), который также используется автотранспортом. Выделить его долю из общего количества природного газа по имеющимся исходным данным не представляется возможным.

Выбросы ПГ от автотранспорта, полученные в результате расчета по уровню 1 с использованием данных ТЭБ, приведены в разделе 3.2.3.3 Транспорт (1.А3) национального доклада о кадастре.

Национальные коэффициенты выбросов парниковых газов разработаны в «Расчетной инструкции (методике) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами и дорожно-строительными машинами в атмосферный воздух», подготовленной ОАО «НИИАТ» Минтранс (табл. П.3.1.1). Однако, их применение для расчета выбросов CO₂ при использовании информации ТЭБ о сжигании топлива автотранспортом связано с рядом неопределенностей. Большую часть автомобильного парка России составляют автотранспортные средства категории Евро 0. По оценке ОАО «НИИАТ» в 2007 году 72% парка легковых автомобилей относилось к классу Евро 0.

Таблица П. 3.1.1

Коэффициенты выбросов парниковых газов легковыми автомобилями.

Легковые автомобили									
Класс ТС	Выбросы на 1 км пробега (г/км)								
	CO			CO ₂			CO ₂ с учетом выбросов неокисленного углерода в виде CO		
	Бензин	СНГ	ДТ	Бензин	СНГ	ДТ	Бензин	СНГ	ДТ
Евро 0	20,10	20,10	0,70	191,67	151,67	209,30	223,25	183,25	210,40
Евро 1	6,53	2,50	0,40	214,70	169,77	209,30	224,97	173,70	209,93
Евро 2	4,47	4,47	0,40	214,70	169,77	209,30	221,72	176,79	209,93
>=Евро 3	2,40	2,40	0,40	214,70	169,77	209,30	218,47	173,54	209,93
Класс ТС	Выбросы на 1 кг сожженного топлива (г/кг)								
	CO			CO ₂			CO ₂ с учетом выбросов неокисленного углерода в виде CO		
	Бензин	СНГ	ДТ	Бензин	СНГ	ДТ	Бензин	СНГ	ДТ
Евро 0	250,00	250,00	13,60	2670,00	2520,00	3070,00	3062,86	2912,86	3091,37
Евро 1 и выше	21,50	21,50	7,50	3120,00	2970,00	3100,00	3153,79	3003,79	3111,79

Увеличение экологического класса автомобиля приводит к резкому сокращению выбросов недоокисленного углерода (CO) и уменьшению потребления топлива. Но при этом выбросы углекислого газа (CO₂) на килограмм сожженного топлива увеличиваются. Как показано в таблице П.3.1.1, при учете выбросов неокисленного углерода в виде CO, с повышением экологического класса автомобиля, удельный выброс на 1 км пробега

сокращается, а удельный выброс на 1 кг сожженного топлива – увеличивается. Поэтому при применении расчета по уровню 1 (по сожженному топливу) средневзвешенный коэффициент выбросов CO₂, рассчитанный исходя из структуры автопарка России, не является репрезентативным и выходит за нижнюю границу установленного МГЭИК диапазона коэффициентов выбросов CO₂ для дорожного транспорта (таблица П.3.1.2).

Таблица П.3.1.2

Диапазоны коэффициенты выбросов CO₂ для автодорожного транспорта

Вид топлива	Рекомендуемые коэффициенты выбросов МГЭИК (кг/ТДж)			Средневзвешенный коэффициент выбросов CO ₂ для автопарка РФ (2007 г.)
	Средняя величина	Нижний предел	Верхний предел	
Бензин	69300	67500	73000	63830
Дизельное топливо	74100	72600	74800	71660

Таким образом, использование национальных средневзвешенных коэффициентов выбросов CO₂ возможно только при расчете потребления топлива различными типами автотранспортных средств на основе данных об их пробеге и удельном расходе топлива на километр пробега.

Методические подходы и национальные условия расчета выбросов других кроме CO₂ газов от дорожного транспорта

Выбросы CH₄ и N₂O гораздо сложнее оценить точно, чем выбросы CO₂, потому что их коэффициенты эмиссии зависят от вида топлива, технологии его сжигания и эксплуатационных характеристик автотранспортного средства. Для оценки выбросов CH₄ и N₂O МГЭИК предлагает использовать три альтернативных методических подхода:

Уровень 1 – расчет по количеству сожженного топлива без деления на классы автомобилей,

Уровень 2 – расчет по количеству сожженного топлива с делением по классам автомобилей,

Уровень 3 – расчет по пройденному расстоянию с делением на классы автомобилей

Подход уровня 3 требует детальных национальных данных для получения коэффициентов выбросов по различным категориям транспортных средств и обеспечения расчета исходными данными. Возможно также использование моделей структуры и динамики автомобильного парка страны. Расчет выбросов производится по каждому виду автотранспортных средств с учетом их пробега и используемых дорог. Виды транспортных средств выделяются по категориям, возрасту и экологическим стандартам.

Подход уровня 2 предполагает использование специфичных для каждой категории транспортных средств и вида топлива коэффициентов выбросов парниковых газов.

Уровень 1, использующий основанные на топливе коэффициенты выбросов, может быть использован в том случае, если невозможно оценить потребление топлива для каждого вида транспортных средств.

Для расчета выбросов CH₄ и N₂O по методу уровня 1 используется формула, аналогичная формуле 1 для расчета выбросов CO₂. По методу уровня 2 выбросы CH₄ и N₂O от автодорожного транспорта рассчитываются по формуле 2:

$$\text{Выбросы} = \sum_{a,b,c} (\text{Топливо}_{a,b,c} * EF_{a,b,c}) \quad (2)$$

где: Выбросы — выброс, кг; EF_{a,b,c} — коэффициент выбросов, кг/ТДж; Топливо_{a,b,c} — потребленное (проданное) топливо для заданной деятельности мобильного источника, ТДж; а — вид топлива (например, дизтопливо, бензин, природный газ или сжиженный нефтяной газ); b — вид транспортного средства; c — технология ограничения выбросов (напр. неконтролируемые, каталитический конвертер и т.д.)

Вид транспортного средства должен соответствовать одной из категорий автодорожного транспорта, при этом желательно так же дальнейшее разбиение каждой из категорий по возрасту, по технологии ограничения выбросов, а топлива — по содержанию серы.

Принципиальное отличие метода уровня 3 заключается в том, что расчет проводится по нормированию выбросов на пройденное расстояние с учетом выбросов при прогреве двигателя и условий эксплуатации АТС (тип дороги, климатические особенности и т.д.). Как и в случае расчета по уровню 2, желательно разбиение каждой из категорий транспортных средств по возрасту, по технологии ограничения выбросов, а используемого топлива — по содержанию серы. Расчет выбросов CO₂, CH₄ и N₂O от автодорожного транспорта по методу уровня 3 выполняется по формуле 3:

$$\text{Выбросы} = \sum_{a,b,c,d} (\text{Расстояние}_{a,b,c,d} * EF_{a,b,c,d}) + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d} \quad (3)$$

где: Выбросы — выброс CH₄ или N₂O, кг; EF_{a,b,c,d} — коэффициент выбросов, кг/км; Расстояние_{a,b,c,d} — расстояние, пройденное при термически стабильной фазе работы двигателя для данной деятельности транспортного средства, км; C_{a,b,c,d} — выбросы в фазе разогрева (холодный пуск), кг; a — вид используемого топлива (например, дизтопливо, бензин, природный газ, СНГ), b — вид транспортного средства, c — технология ограничения выбросов (например, неконтролируемая, каталитический конвертер и т.д.), d — условия эксплуатации (например, городские или сельские дороги, климат и прочие характеристики окружающей среды).

Анализ существующей системы государственного статистического наблюдения в автодорожном комплексе и обоснование выбора метода учета выбросов ПГ в Российской Федерации в соответствии с руководящими принципами МГЭИК

В системе государственного статистического наблюдения за деятельностью в сфере автотранспорта существуют различные формы учета транспортных средств и производимой ими работы. Недостатком статистической отчетности, с точки зрения ее использования для расчетов выбросов ПГ, является ее неполный (фрагментарный) характер. Обязательной статистической отчетности подлежат только юридические лица, в то время как достаточно большая часть парка принадлежит физическим лицам (по данным Департамента обеспечения безопасности дорожного движения (ДОБДД) МВД РФ за 2006 г. это 49,5% грузовых автомобилей, 44% автобусов и 94% легковых автомобилей), которые не представляют статистическую отчетность.

Подробный анализ существующей статистической отчетности Росстата по автодорожному комплексу проведен ОАО «НИИАТ» и представлен в отчете (Разработка..., 2008). Результат анализа показывает, что ни одна из существующих на сегодняшний день форм статистического наблюдения на автомобильном транспорте не позволяет в полном объеме получить исходные данные для расчета потребления топлива автотранспортом РФ, необходимых для расчета по 2-ому уровню МГЭИК по следующим причинам:

- неполный охват потребителей топлива,
- невозможность оценить потребление топлива определенной группой автотранспортных средств (АТС) из-за отсутствия взаимосвязанных сведений по их грузоподъемности (классам) и видам используемого топлива (нет данных среднего расхода топлива расчетных групп АТС).

Поэтому для применения более точных и детальных расчетов необходимо использование других источников данных о деятельности автотранспортного комплекса.

В качестве исходной информации могут быть использованы данные статистической базы ДОБДД МВД РФ. В базу данных ДОБДД МВД РФ включена информация о зарегистрированных автотранспортных средствах (форма №1-БДД), в том числе с разделением на иномарки и марки отечественных автомобилей, с указанием доли автомобилей разного срока эксплуатации. Для приведения этих данных в соответствие с расчетной структурой МГЭИК требуется применение экспертно-аналитического анализа и модельных расчетов.

В результате проведенного анализа статистических форм Росстата видно, что одним из отчетных показателей в форме №1-ТР (автотранспорт) является пробег, дифференцированный по видам топлива. На основании этой информации и дополнительных экспертных исследований можно оценить средний годовой пробег АТС. Провести оценку по количеству потребляемого топлива, рассчитываемого исходя из удельных показателей потребления топлива на единицу пробега для различных категорий транспортных средств, значительно труднее без наличия достаточных данных о структуре парка по категориям АТС. Поэтому для проведения национальной инвентаризации выбросов ПГ от дорожного транспорта наиболее обоснованным представляется использование метода уровня 3 МГЭИК и коэффициентов выбросов, соответственно приведенных к пробегу (кг/км). Соответственно в условиях РФ расчетная формула 3-го уровня (формула 3) имеет ряд преимуществ перед расчетной формулой 2-го уровня (формула 2), так как основным используемым параметром является не потребленное топливо, а пройденное расстояние, и коэффициенты выбросов (EF) приведены к среднегодовому пробегу (кг/км).

Национальные коэффициенты выбросов разработаны ОАО «НИИАТ» и представлены в «Расчетной инструкции (методике) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух (Расчетная..., 2008). Инструкция может быть использована для расчета выбросов парниковых газов CO₂, CH₄, N₂O, а так же газов с косвенным парниковым эффектом - CO (оксид углерода), NMVOC (неметановые углеводороды), NO_x (окислы азота). Ее основные положения гармонизированы с международной методикой инвентаризации выбросов загрязняющих веществ ЕМЕП/CORINAIR, с учетом особенностей структуры и состояния парка автотранспортных средств в Российской Федерации.

Инструкция предлагает два подхода к расчету выбросов от АТС:

- упрощенную схему, использующую в качестве исходных данных информацию о потреблении топлива АТС, что соответствует методам уровня 1 и 2 МГЭИК,
- детализированную схему, использующую в качестве исходных данных информацию о пройденном АТС расстоянии, что соответствует методу уровня 3 МГЭИК.

Однако, расчет по упрощенной схеме методики не отражает тех изменений, которые за последние годы произошли в парке транспортных средств РФ в связи с вводом в действие в 2006 г. специального технического регламента: “О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных загрязняющих веществ”, благодаря чему в нашей стране растет количество автомобилей более высоких экологических классов (Евро 2, Евро 3 и Евро 4), выбросы которых сильно отличаются от Евро 1. Для упрощенной схемы расчета коэффициенты выбросов были определены для двух групп экологических классов Евро 0 и Евро 1 и выше. Кроме того, коэффициенты выбросов на кг сожженного топлива определены не для всех парниковых газов, отсутствуют данные по N₂O, CH₄ и неметановым углеводородам.

Коэффициенты выбросов для детализированной схемы расчетов (по среднегодовому пробегу) определены для всех веществ как с прямым (CO₂, CH₄, N₂O), так и с косвенным (CO, NO_x, NMVOC, SO₂) парниковым эффектом. Разработанные коэффициенты отражают усредненный годовой выброс расчетного вещества на км пробега, характерный для данной расчетной группы АТС и вида топлива, и дифференцировано учитывают разные экологические классы АТС (Евро 0, Евро 1, Евро 2, Евро 3 и выше). Кроме того, они уточнены для различных категорий дорог: городские, загородные, скоростные. Городские дороги подразделяются на две категории: для крупных и сверхкрупных городов с численностью населения более 1 млн. человек (I) и для городов с численностью населения менее 1 млн. человек (II), что также соответствует расчетному уровню 3.

В методике используется следующая классификация АТС:

- легковые автомобили;
- грузовые автомобили и автобусы полной массой до 3500 кг;
- грузовые автомобили полной массой более 3500 кг;
- автобусы полной массой более 3500 кг.

Каждый тип АТС в зависимости от вида используемого топлива разделен на следующие подтипы, работающие на:

- бензине;
- дизельном топливе;
- сжиженном нефтяном газе (СНГ);
- компримированном (сжатом) природном газе (СПГ).

Классификация по экологическим классам следующая:

- 0 (Евро 0) – АТС, имеющие официальное утверждение (сертификат-соответствия) транспортного средства по Правилам ЕЭК ООН № 83(поправки серии 02, 03, 04 –уровень выбросов А) (ГОСТ Р 41.83-99, уровень выбросов А); Правилам ЕЭК ООН № 49 – поправки серии 01); ОСТ 37.001.070 и более ранним требованиям;
- 1 (Евро 1) – АТС, имеющие официальное утверждение (сертификат соответствия) транспортного средства по Правилам ЕЭК ООН № 83 (поправки серии В, С) (ГОСТ Р 41.83-99, уровень выбросов В, С); по Правилам ЕЭК ООН № 49 (поправки серии 02, уровень выбросов А) (ГОСТ Р 41.49-99, уровень выбросов А);
- 2 (Евро 2) – АТС, имеющие официальное утверждение (сертификат соответствия) транспортного средства по Правилам ЕЭК ООН № 83 (поправки серии 04 – уровень выбросов В,С,Д) (ГОСТ Р 41.83-99, уровень выбросов В, С, Д); Правилам ЕЭК ООН № 49 (поправки серии-02, уровень выбросов В) (ГОСТ Р 41.49-99, уровень выбросов В);
- 3 (Евро 3) – АТС, имеющие официальное утверждение (сертификат соответствия) транспортного средства по Правилам ЕЭК ООН № 83 (поправки серии 05 – уровень выбросов А) (ГОСТ Р 41.83-2004, уровень выбросов А) ; Правилам ЕЭК ООН №49 (поправки серии 03, 04 – уровень выбросов А).

Соответствие структуры отчетности МГЭИК и классификации АТС, используемой в методике (Расчетная..., 2008), отражено в таблице П.3.1.3.

Таким образом, анализ официальных форм статистической отчетности о транспортной деятельности, а также действующих нормативно-методических документов для расчетных оценок выбросов вредных веществ и парниковых газов, позволил прийти к заключению, что расчет выбросов газов с прямым и косвенным парниковым эффектом на основе пробега различных классов транспортных средств наиболее полно удовлетворяет требованиям МГЭИК и принципам отчетности по РКИК ООН и Киотскому протоколу. Выбор данного метода основан на том, что на сегодняшний день наиболее надежными и полными статистическими данными являются данные о парке зарегистрированных автотранспортных средств (форма №1-БДД, представляется ДОБДД МВД РФ), их транспортных средствах, прошедших технический осмотр (форма «О результатах государственного технического осмотра автотранспортных средств»). Совокупность этих данных позволяет учитывать при расчетах численность фактически эксплуатируемых автотранспортных средств, а не общее количество зарегистрированных автомобилей, что значительно повышает точность получаемых оценок. Данные ДОБДД являются наиболее полными, так как охватывают весь парк транспортных средств юридических и физических лиц, и объективными, так как система учета строго регламентирована и имеет отлаженную систему контроля. Классификация транспортных средств в указанных статистических формах в целом соответствует методологии, рекомендованной МГЭИК. Необходимые дополнения и изменения в существующие статистические формы для проведения полного цикла необходимых расчетов могут быть реализованы без значительных финансовых и трудовых затрат. Кроме того, статистика парка транспортных средств ведется на протяжении нескольких десятилетий и принципиальных изменений за это время не претерпела, что дает возможность построить необходимые обратные временные ряды данных, необходимые при переходе на новый уровень расчетов.

Таблица П.3.1.3

Соответствие структуры отчетности МГЭИК и национальной классификации АТС.

п/п	Структура дорожного транспорта по МГЭИК 2006				Расчет Уровень 2 - или упрощенная расчетная схема НИИАТ* (коэффициенты выбросов г/кг топлива)		Расчет Уровень 3 - или детализированная расчетная схема НИИАТ** (коэффициенты выбросов г/км пробега)						
i	Автомобили	1	Пассажирские с 3-х ходовыми катализаторами	До 12 человеко-мест	Легковые автомобили	Евро О	Легковые автомобили	1	Евро 0	a	Городские дороги		
			2			Пассажирские без 3-х ходовых катализаторов				Евро 1 и выше	b	Внегородские дороги	
		2.1									Евро 1	c	Городские дороги
												d	Внегородские дороги
		2.2									Евро 2	e	Городские дороги
												f	Внегородские дороги
		2.3									Евро 3	g	Городские дороги
			h			Внегородские дороги							
ii	Легкие грузовые автомобили	1	Легкие грузовые с 3-х ходовыми катализаторами	До 3,5 т	Грузовые автомобили и автобусы полной массой до 3500 кг	Евро О	Грузовые автомобили и автобусы полной массой до 3500 кг	1	Евро 0	a	Городские дороги		
			2			Легкие грузовые без 3-х ходовых катализаторов				Евро 1 и выше	b	Внегородские дороги	
		2.1									Евро 1	c	Городские дороги
												d	Внегородские дороги
		2.2									Евро 2	e	Городские дороги
												f	Внегородские дороги
		2.3									Евро 3	g	Городские дороги
			h			Внегородские дороги							
iii	Тяжелые грузовые автомобили и автобусы				Грузовые автомобили и автобусы полной массой более 3500 кг	Евро О	Грузовые автомобили и автобусы полной массой более 3500 кг	1	Менее 7500 кг	a	Городские дороги		
										b	Внегородские дороги		
								2	7500 - 16000 кг	c	Городские дороги		
										d	Внегородские дороги		
								3	Более 16000 кг	e	Городские дороги		
										f	Внегородские дороги		

* Расчет проводится с использованием коэффициентов эмиссии (удельных показателей выбросов) на кг топлива, внутри каждой категории производится разбиение по видам потребляемого топлива

** Расчет проводится с использованием коэффициентов эмиссии (удельных показателей выбросов) на км пробега, внутри каждой категории производится разбиение по видам потребляемого топлива

Другие необходимые для расчетов данные (о средних пробегах отдельных категорий транспортных средств) могут быть получены из материалов Росстата. Для получения дополнительных сведений, необходимых для оценки выбросов ПГ, потребуется также проведение специальных исследований с периодическим уточнением полученных данных.

Расчеты выбросов ПГ от дорожных перевозок по методу уровня 3 для 2007 года

Исходными данными для расчета выбросов парниковых газов являются данные о количестве автотранспортных средств, представляемые ДОБДД МВД РФ (форма №1-БДД), данные Росстата, Расчетная инструкция (методика) ОАО «НИИАТ» по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух (Расчетная..., 2008), материалы Государственных докладов (Государственный..., 2006), данные периодической печати и другие источники информации.

Расчет выброса ПГ по третьему уровню требует знания расстояния, пройденного транспортными средствами (ТС), с определенными характеристиками: типом (легковые, грузовые, автобусы) и классом, экологической категорией, эксплуатируемым на определенном виде топлива, в определенных условиях: городских или загородных дорогах. Оценка выбросов ПГ производится за календарный год, таким образом, для расчета требуется знание среднегодового пробега транспортных средств с определенными характеристиками по дорогам различных категорий. Для этой цели парк автотранспортных средств был разбит по типам и классам транспортных средств, экологической категории и виду используемого топлива.

В данных ДОБДД МВД РФ (форма №1-БДД) парк разбит по типам транспортных средств на легковые, грузовые, автобусы. Распределение автопарка по экологическим классам производится экспертно с учетом анализа данных ДОБДД МВД РФ.

Прогнозируемый рынок каждого вида автотранспортных средств (легковые, грузовые, автобусы) разбивается на две группы (данные Ассоциации автопроизводителей):

- 1) АТС отечественного производства и стран СНГ
- 2) АТС зарубежного производства (иномарки).

Каждая группа разбивается (экспертно) на экологические классы в соответствии с графиком введения норм ЕВРО в России (Постановление Правительства РФ от 12.10.05 № 609) и др. странах в соответствии с таблицей справочного приложения 1 к методике ОАО «НИИАТ» (Расчетная..., 2008), приводимой ниже.

Таблица П.3.1.4

Экологические классы АТС в зависимости от года выпуска и страны-производителя АТС

Страна-производитель ТС		Вид топлива	Евро-0	Евро-1	Евро-2	Евро-3	Евро-4
Россия	Отечественные модели	Б	до 2006	-	с 2006	с 2008	с 2010
		ДТ	до 1997	1997-2000	с 2001	с 2008	с 2010
	Иномарки	Б, ДТ	-	-	2001-2005	с 2006	с 2010
ЕС		Б	до 1992	1992-1996	1997-2000	2001-2004	с 2005
		ДТ	до 1992	1992-1996	1997-2001	2002-2004	с 2005
Япония		Б, ДТ	-	до 1997	1998-2004	2005-2010	с 2004
Корея		Б, ДТ	-	до 2000	2001-2002	2003-2005	с 2006
США		Б, ДТ	-	до 1995	1996-2000	2001-2003	с 2004
Китай		Б, ДТ	-	до 2003	2004-2007	с 2008	-

Доля каждого класса в целом по парку определяется с учётом ежегодного поступления и выбытия подвижного состава. В 2007 году доля каждого класса определена на основании экологической структуры автопарка в предшествующем 2006 году, используемой в оценке выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств в РФ, приведенной в (Государственный..., 2006) и данных производства, импорта, экспорта (Маркетинговые, 2007, 2008) и выбраковки АТС за 2007 год по данным ДОБДД МВД РФ. Структура автопарка по экологическим классам, используемая в расчете, приведена в таблице П.3.1.5 и на диаграммах рис. П.3.1.1.

Распределение парка автомобилей по классам производилась на основании данных ДОБДД МВД РФ (форма №1-БДД), маркетинговых отчетов и данных, используемых в оценке выбросов загрязняющих веществ за предыдущие годы.

Легковые автомобили подразделяются на 3 класса в соответствии с рабочим объемом двигателя: менее 1,4 л., от 1,4 до 2,0 л. и более 2,0 л. Модельный ряд отечественных автомобилей, заложенный в форме №1-БДД, позволяет разбить отечественные автомобили на классы по рабочему объему двигателя. Данные из графы «Прочие» (отечественные), составляющие ~ 6% парка распределены равномерно по классам. Классификация иномарок по классам основана на экспертных оценках, данных аналитического агентства «Автостат» (Маркетинговые, 2007, 2008), и данных печати, в частности журнала «За рулем» (Моржаретто, 2005). Распределение парка по рабочему объему двигателя для легковых автомобилей «иномарок» и «прочих» (отечественных) представлено в таблице П.3.1.6.

Таблица П.3.1.6
Распределение парка по рабочему объему двигателя, %

Легковые автомобили	Рабочий объем, л		
	<1,4	1,4-2,0	>2,0
"Прочие" отечественные АТС	33,33%	33,33%	33,33%
Иномарки	20,00%	50,00%	30,00%

Грузовые автомобили подразделяются на 5 классов в соответствии с полной массой до 3,5 т, от 3,5 до 7,5 т., от 7,5 до 16 т., от 16 до 32т и более 32т. Отечественные грузовые автомобили разбиты на классы в соответствии с моделями, представленными в форме №1-БДД. Данные из графы «Прочие» (отечественные), составляющие около 16% парка и «иномарки», составляющие ~13% (за вычетом из этой графы данных о МАЗ-5335, МАЗ-6303, КРАЗ и их модификациях) разбиты по полной массе на основании данных о парке за предыдущие годы и данных о рынке грузовых автомобилей (Методика..., 1993). На рис. П.3.1.2 показана динамика изменения парка грузовых автомобилей по грузоподъемности.

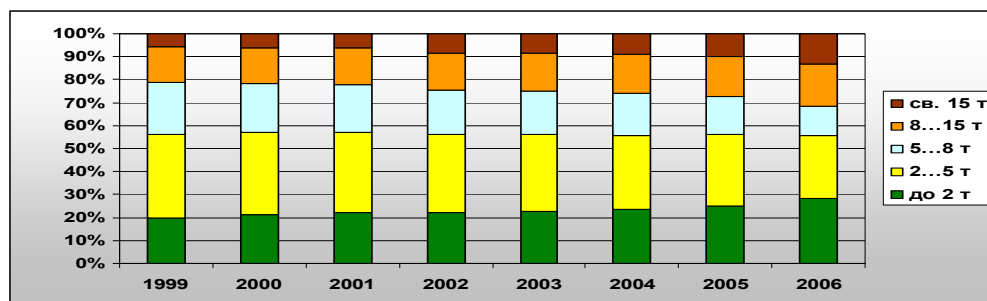


Рис.П.3.1.2 Динамика изменения структуры парка грузовых автомобилей по грузоподъемности

Парк грузовых переживает период реструктуризации. Автомобильная промышленность в целом позитивно реагирует на изменение структуры спроса на грузовые автомобили, постепенно переходя от структуры производства, в которой преобладали среднетоннажные автомобили, к структуре, свойственной рыночной

экономике, с преобладанием малотоннажных и крупнотоннажных автомобилей. За последние 10 лет резко изменилась структура выпуска грузовиков в сторону подавляющего преимущества автомобилей малой тоннажности (до 3,5 т.).

Данные графы «прочие» (отечественные) разбиты по полной массе, зависящей от грузоподъемности, следующим образом: 25% до 3,5 т., 75% более 3,5т., из которых 75% составляют автомобили, работающие на дизельном топливе. Автомобили, работающие на дизельном топливе, в свою очередь разбиты по полной массе в таком соотношении: от 3,5 т до 7,5 т. - 40% и от 16 до 32т. - 60%. Отечественные автомобили, работающие на бензине (25% из общего числа автомобилей более 3,5 т.) разбиты по полной массе следующим образом: менее 7,5т. -50%, от 7,5 до 16т. – 50%.

Данные по «иномаркам» разбиты по полной массе следующим образом: 40% до 3,5 т., 60% более 3,5т., из которых 90% составляют автомобили, работающие на дизельном топливе. Автомобили, работающие на дизельном топливе, в свою очередь разбиты по полной массе в таком соотношении: от 16 т до 32 т. - 50% и свыше 32т. - 50%.

Автомобили иностранного производства, работающие на бензине (10% из общего числа автомобилей более 3,5 т.) разбиты по полной массе следующим образом: менее 7,5т. -70%, от 7,5 до 16т. – 30%.

Автобусы подразделяются на 5 классов в соответствии с габаритной длиной: особо малые - длиной до 6 м (полной массой до 3,5 т.), малые - длиной свыше 6 м до 8 м, средние - длиной свыше 8 м до 10 м, большие - длиной свыше 10 м до 12 м, особо большие - длиной свыше 12 м.

Исходя из данных формы №1-БДД отечественные автобусы и иномарки стран СНГ («РАФЫ» и «ЛАЗЫ») разбиты по габаритной длине на классы. Данные из графы «Прочие» (отечественные), составляющие около 16% парка разбиты по классам на основании данных о структуре парка в целом (динамика изменения структуры парка показана на рис. П.3.1.3) и структуре производства (Автопарк, 2007), учитывая то, что новые модели автобусов не попадают в структуру старого модельного ряда формы №1-БДД.

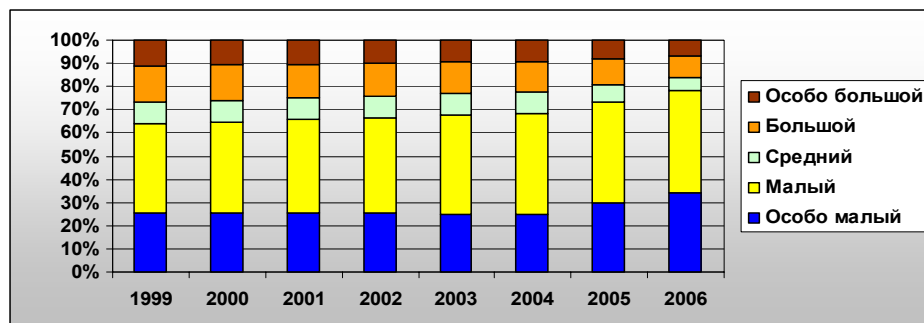


Рис. П.3.1.3. Динамика изменения структуры парка автобусов

Автобусы, работающие на дизельном топливе, в свою очередь разбиты по полной массе в таком соотношении: малые -35% средние – 15% большие -50%. Автобусы, работающие на бензине (90%) и КПП (10%), из общего числа автомобилей более 3,5 т. разбиты по полной массе следующим образом: малые -50% средние – 40% большие -10%.

Данные графы «иномарки», составляющие ~18% (за вычетом из этой графы данных, относящихся к иномаркам стран СНГ- графы «РАФЫ» и «ЛАЗЫ») разбиты по классам на основании данных о структуре импорта следующим образом [16]: 40% автобусы особо малого класса (до 6 м или по полной массе до 3,5 т.), 60% — автобусы малого, среднего и большого классов (более 3,5т.), из которых 90% составляют автобусы, работающие на дизельном топливе и 10% автобусы, работающие на бензине и КПП в пропорции 90 к 10.

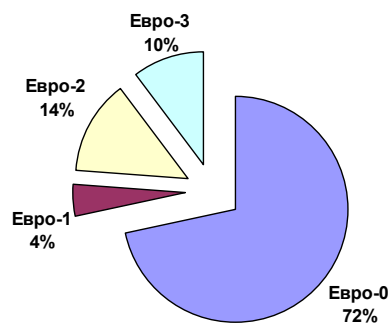
Распределение легковых автомобилей по виду потребляемого топлива в данном расчете не производилось, так как процент легковых автомобилей, работающих не на бензиновом топливе, очень мал — ~1,5%. В основном это «иномарки», работающие на дизельном топливе. По оценкам агентства «Автостат» в структуре импорта легковых автомобилей ~4% иномарок эксплуатируются на дизельном топливе [13].

Таблица П.2.1.5

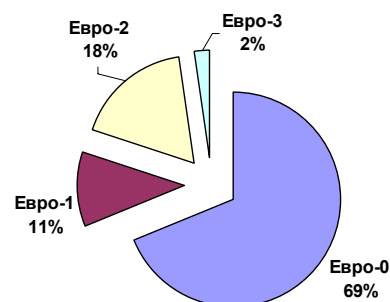
Принятое распределение автопарка РФ по экологическим классам

Тип АТС	2006				2007			
	Евро-0	Евро-1	Евро-2	Евро-3	Евро-0	Евро-1	Евро-2	Евро-3
Легковые	81,54%	2,49%	10,73%	5,24%	71,79%	4,26%	13,70%	10,26%
- отечественные	92,00%	0,00%	6,00%	2,00%	86,00%	0,00%	10,00%	4,00%
- зарубежные	50,00%	10,00%	25,00%	15,00%	37,00%	15,00%	23,00%	25,00%
Грузовые	77,04%	9,53%	11,65%	1,77%	68,77%	11,22%	17,77%	2,25%
- отечественные	82,00%	8,00%	10,00%	0,00%	74,00%	9,50%	16,50%	0,00%
- зарубежные	40,00%	21,00%	24,00%	15,00%	35,00%	22,00%	26,00%	17,00%
Автобусы	67,69%	17,09%	13,13%	2,09%	58,65%	15,61%	22,84%	2,91%
- отечественные	75,00%	15,00%	10,00%	0,00%	65,00%	14,00%	21,00%	0,00%
- зарубежные	40,00%	25,00%	25,00%	10,00%	30,00%	23,00%	31,00%	16,00%

Распределение парка легковых автомобилей по экологическим классам



Распределение парка грузовых автомобилей по экологическим классам



Распределение парка автобусов по экологическим классам

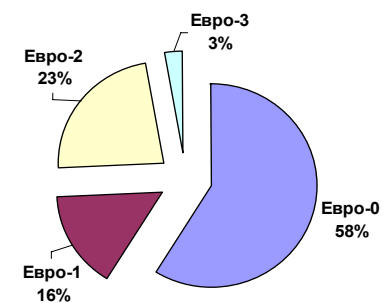


Рис. П.3.1.1 Структура автопарка РФ по экологическим классам

Распределение грузовых автомобилей и автобусов по виду потребляемого топлива проводилось на основании данных модельного ряда формы №1-БДД и экспертных оценок. Распределение грузовых автомобилей из граф «прочие» (отечественные), и «иномарки» по виду потребляемого топлива для автомобилей, массой до 3,5 т. произведено в таблице П.3.1.6.

Таблица П.3.1.6

Распределение грузовых автомобилей и автобусов по виду потребляемого топлива

Грузовые автомобили и автобусы, массой до 3,5 кг	Используемое топливо		
	Б	СНГ	ДТ
"Прочие" отечественные АТС	80%	0%	20%
Иномарки	80%	0%	20%

Примечание: Б- бензин; СНГ – сжиженный нефтяной газ; ДТ – дизельное топливо

Грузовые автомобили массой более 3,5 т. распределены по виду потребляемого топлива следующим образом: из графы «Прочие» (отечественные) 75% работают на дизельном топливе, 25% работают на бензине; из графы «иномарки» (за исключением иномарок стран СНГ – графы МАЗ-5335, МАЗ-6303, КРАЗ и их модификациях) 90% работают на дизельном топливе, 10% работают на бензиновом топливе.

Распределение автобусов из граф «прочие» (отечественные), и «иномарки» по виду потребляемого топлива для автомобилей, массой до 3,5т также произведено в соответствии с таблицей П.3.1.6. Автобусы массой более 3,5 т. распределены по виду потребляемого топлива следующим образом: из графы «Прочие» (отечественные) 70% работают на дизельном топливе, 30% работают на бензине и КПП (90% и 10% соответственно); из графы «иномарки» (за исключением иномарок стран СНГ – графы «РАФЫ» и «ЛАЗЫ») 90% работают на дизельном топливе, 10% работают на бензине и КПП в соотношении 90 к 10.

Оценка среднегодового пробега автомобилей различных типов и его распределение по дорогам различных категорий проводилось на основе анализа различных исследований, опубликованных в печати и других источников информации (Юдин, 1998, Всемирный банк, 2002, Методическое руководство, 2005), данных Росстата (форма №3-автотранс), и в соответствии с таблицей П.3.1.7 (Расчетная..., 2008).

Таблица П.3.1.7

Среднегодовые пробеги АТС

Тип АТС	Пробег, тыс.км
Легковые автомобили, принадлежащие индивидуальным владельцам	14-16
Легковые автомобили, принадлежащие организациям различных форм собственности	25-30
Грузовые автомобили	30-40
Автобусы	40-50

В данном расчете легковые автомобили разбиты на две группы: принадлежащие индивидуальным владельцам и принадлежащие организациям различных форм собственности. Распределение среднегодового пробега различных типов автомобилей по дорогам различных категорий принято в соответствии с методиками (Расчетная..., 2008, Методика..., 1993) и приведено в таблицах П.3.1.8 и П.3.1.9.

Таблица П.3.1.8

Распределение среднегодового пробега легковых автомобилей по дорогам
различных категорий

Владелец	Доля АТС	Место регистрации	Доля АТС	Распределение пробега, %	
				городские	загородные
Частное лицо	94,00%	городские поселения	73%	60%	40%
		сельские поселения	27%	30%	70%
Организация	6,00%	городские поселения	73%	90%	10%
		сельские поселения	27%	30%	70%

Таблица П.3.1.9

Распределение среднегодового пробега грузовых автомобилей и
автобусов по дорогам различных категорий

Тип АТС	Вид перевозок	Доля АТС	Распределение пробега, %	
			городские	загородные
Грузовые автомобили	городские	40%	60%	40%
	прочие	60%	30%	70%
Автобусы	городские	60%	90%	10%
	пригородные	25%	30%	70%
	междугородные	15%	20%	80%

Годовая масса выброса ПГ (CO₂, CH₄, N₂O) расчетной группы АТС определялась по формуле (4):

$$M_{abcd}^{CO_2} = EF_{abcd}^{CO_2} \cdot L_{bd} \cdot N_{abcd} + C_{abcd}^{CO_2}, \text{ т} \quad (4)$$

где $EF_{abcd}^{CO_2}$ - удельный показатель выброса парникового газа автомобилями расчетной группы, характеризующейся: а = видом топлива, b = видом транспортного средства, с = технологией ограничения выбросов, соответствующей определенному экологическому классу и d = условиями эксплуатации, т.е. на городских дорогах I категории для крупнейших городов с числом жителей более 1 млн. человек (в данном расчете для Москвы и Санкт-Петербурга), II категории для городов с числом жителей до 1 млн. человек, загородных дорогах, в соответствии с методикой (Разработка..., 2008) (аналогичная формула используется и для других веществ: парниковых газов метана (CH₄) и закиси азота (N₂O), для сопутствующих парниковым газам веществ CO, NO_x, NMVOC и оксидов серы SO₂), г/км. L_{bd} - средний пробег АТС определенного типа «b» по дорогам определенной категории «d», млн. км; N_{abcd} - количество АТС определенной расчетной группы, характеризующейся параметрами «а», «b», «с», «d», шт.; $C_{abcd}^{CO_2}$ - выбросы в фазе прогрева двигателя (холодный пуск), т.

Выбросы CO₂ в фазе прогрева двигателя определялись по количеству сожженного топлива каждой расчетной группой АТС в зависимости от условий эксплуатации автомобиля (климатических поясов) в соответствии с методикой (Расчетная..., 2008). Удельные выбросы CO₂ при сгорании 1 кг бензина и дизельного топлива приведены в таблице П.3.1.10.

Количество сожженного топлива определялось по формуле (5).

$$M_{abcd} = q_{ab} / 60 \cdot \rho_a \cdot t_{np(bcd)} \cdot n_b \cdot \alpha_b \cdot N_{abcd} \cdot t_d / 10^3, \quad (5)$$

где M_{abcd} – масса сожженного топлива вида «а» АТС определенного типа «b» экологического класса «с» в условиях эксплуатации «d», зависящей от климатического пояса, т; q_{ab} – расход топлива вида «а» на холостом ходу АТС определенного типа «b» (данные из таблицы П.3.1.9), л/час; ρ_a – средняя плотность определенного вида топлива «а» (0,75 кг/л для бензина, 0,85 кг/л для дизельного топлива), кг/л; $t_{np(bcd)}$ – время прогрева двигателя АТС типа «b» экологического класса «с» в условиях эксплуатации климатического пояса «d», мин; n_b – количество холодных пусков в сутки АТС определенного типа b, 1/сутки; α_b – коэффициент выезда АТС определенного типа, б/р; N_{abcd} – количество АТС типа «b» экологического класса «с», работающего на топливе вида «а» в условиях эксплуатации «d» определенного климатического пояса (данные формы №1-БДД за 2007 год), шт.; t_d – количество суток в году определенной температуры воздуха в зависимости от климатического пояса, сутки.

Таблица П.3.1.10

Тип АТС	Удельные выбросы CO ₂ (г/кг) при сжигании 1 кг			
	бензина		дизельного топлива	
	Евро 0	Евро 1 и выше	Евро 0	Евро 1 и выше
Легковые автомобили	2670	3120	3070	3100
Грузовые автомобили и автобусы	2670	3120	3020	3090

Суммарная годовая масса выброса ПГ автотранспортом РФ определена суммированием годовых масс выбросов расчетных групп АТС.

Так как количество технически исправных и действительно эксплуатируемых АТС меньше, чем численное количество АТС, получаемых ДОБДД МВД РФ при регистрации АТС, в расчет введены поправочные коэффициенты для каждого типа АТС. Величина поправочного коэффициента соответствует отношению количества технически исправных транспортных средств каждого типа к общему числу зарегистрированных. Коэффициенты разработаны на основании данных о государственном техническом осмотре АТС, проводимом в 2007 году (форма 555 ДОБДД МВД РФ, раздел 2 «О результатах государственного технического осмотра автотранспортных средств»).

В связи с введенными в январе 2006г новыми правилами прохождения технического осмотра (постановление Правительства РФ № 862 от 31.12.2005) изменилась периодичность прохождения технического осмотра. Грузовые автомобили и автобусы проходят техосмотр каждый год, что отражено в форме 555 ДОБДД МВД РФ, а легковые — в зависимости от количества лет эксплуатации: «новые» через 3 года после первого техосмотра, далее через два года, а после семи лет эксплуатации каждый год, т.е. часть легковых автомобилей, находящихся в технически исправном состоянии не проходило техосмотр в 2007 году. В связи с вышесказанным, для автобусов и грузовых автомобилей коэффициент технически исправных автомобилей определен сразу для всего парка. Для легковых, в связи с разбиением парка по форме 555 на группы менее 5 лет эксплуатации и от 5 до 10 лет, было определено отношение технически исправных автомобилей каждой группы к осмотренным в 2007 году ($K_{испр} = N_{испр} / N_{осм}$). Затем этот коэффициент был распространен на всю группу, зарегистрированных автомобилей, соответственно менее 5 лет эксплуатации и от 5 до 10 лет эксплуатации. В 2007 году по данным формы 555 коэффициент технической исправности автомобилей менее 5 лет эксплуатации равен 0,95, от 5 до 10 лет 0,925. Поправочный коэффициент для расчета общего числа технически исправных автотранспортных средств приведен в таблице П.3.1.11.

Таблица П.3.1.11

*Поправочный коэффициент для расчета общего числа технически исправных
автотранспортных средств*

Тип АТС	Легковые	Грузовые	Автобусы
Поправочный коэффициент	0,768	0,647	0,766

Годовая масса выброса CO₂ с учетом поправочных коэффициентов для типов АТС приведена в таблице П.3.1.12.

Таблица П.2.1.12

Масса выброса CO₂ от автотранспортных средств РФ за 2007 год

Масса выброса CO ₂ , т	Легковые	Грузовые	Автобусы	Мототранспорт	Всего
-от пробега	57 939 413	55 565 881	13 834 122	266 363	130 003 047
-от прогрева двигателя	2 030 775	648 037	124 035	-	2 802 846
Суммарные	59 970 188	56 213 918	13 958 157	266 363	130 408 626

Выбросы парниковых газов CH₄ и N₂O и предшественников ПГ: CO, NO_x, NMVOC и SO₂ с учетом поправочных коэффициентов для различных типов АТС приведены в таблице П.3.1.13.

Таблица П.3.1.13

*Масса выброса парниковых газов CH₄ и N₂O и сопутствующих веществ от пробега
автотранспортных средств РФ за 2007 год*

Показатель	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	NMVOC	SO ₂
Масса выброса, т						
Всего:	31 572	8 468	6 382 212	1 172 992	991 972	59 288
легковые	19 278	5 859	3 925 199	541 666	674 626	9 488
грузовые	9 668	2 089	1 783 883	507 948	244 619	42 351
автобусы	2 626	520	673 130	123 378	72 726	7 450

Сравнения результатов расчета выбросов ПГ от автотранспортного комплекса РФ в 2007 году, полученных с использованием различных методологических подходов.

Тестовые расчеты выбросов парниковых газов от автотранспортного комплекса Российской Федерации в 2007 году были проведены с использованием следующих комбинаций методологических подходов.

1. Расчет по подходу уровня 1 МГЭИК, на основе данных Топливо-энергетического баланса РФ и коэффициентов эмиссии, рекомендуемых МГЭИК [3].
2. Расчет по подходу уровня 3 МГЭИК, на основе данных о среднегодовом пробеге АТС и национальных коэффициентов эмиссии ОАО «НИИАТ» (Расчетная..., 2008)
3. Расчет выбросов CO₂ по подходу уровня 2 различными методами:
 - а) потребление топлива АТС с разделением на классы рассчитывалось по данным о среднегодовом пробеге АТС и среднем расходе топлива, а национальные коэффициенты эмиссии были взяты из методики ОАО «НИИАТ» (Расчетная..., 2008)
 - б) потребление топлива АТС без разделения на классы, рассчитывалось по данным о среднегодовом пробеге АТС и среднем расходе топлива, а национальные

коэффициенты эмиссии определялись как средневзвешенные величины для всего автопарка РФ (табл. П.3.1.2).

Как уже отмечалось выше, при использовании данных топливно-энергетического баланса и расчете по уровню 1 МГЭИК, наибольшая неопределенность состоит в оценке доли дизельного топлива, расходуемого в качестве моторного топлива для автотранспорта. Поэтому оценка потребления дизельного топлива была проведена на основании данных формы 1-БДД с разбиением парка АТС по классам, экологическим категориям и условиям эксплуатации аналогично расчетам, проведенным для уровня 3, а так же с учетом норм расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте (Методические рекомендации, 2008). Результаты расчета приведены в таблице П.4.1.14. Как видно из таблицы, потребление топлива автомобильным транспортом составило 14,283 млн.т. Всего же в России, по данным Росстата в 2007 году, было использовано в качестве топлива 27,540 млн.т ДТ. Таким образом, расход топлива дорожным транспортом составляет 52% общего потребления ДТ в стране.

Таблица П.3.1.14

Сравнение потребления ДТ и выбросов CO₂ при его сжигании при выполнении расчетов по разным уровням МГЭИК

Метод расчета	Уровень 1	Уровень 3	Уровень 2	
			a)	b)
Потребление ДТ, тыс.т	7086,7	14283,1		
Выбросы CO ₂ при сжигании ДТ, тыс.т	22076,9	37891.61	50255,8	43483,1
% к расчету по уровню 1 МГЭИК		172	228	197

Сравнение результатов расчетов показывает, что выбросы CO₂ при сжигании бензина увеличиваются при расчетах по уровню 3 на 10% (таблица П.3.1.15), что скорее всего связано с использованием детализированной схемы расчетов и национальных коэффициентов эмиссии.. Основное изменение суммарного объема выбросов CO₂ происходит за счет более точного определения количества дизельного топлива, потребляемого автотранспортом. При этом увеличение объема потребляемого ДТ в 2 раза приводит к увеличению выбросов CO₂, по сравнению с расчетами по уровню 1, на 72%. Суммарный выброс CO₂ при применении уровня 3 увеличивается по сравнению с результатами расчетов по уровню 1 на 22%.

Таблица П.3.1.15

Сравнение выбросов CO₂, рассчитанных с применением метода уровня 1 и 3 МГЭИК

Вид топлива	Выбросы			
	Уровень 1	Уровень 3	Разница	%
КПГ	-	102.21	102.21	+100%
СНГ	1317.7	-	1317,7	-100%
Бензин	82593.28	92414.80	8 503.83	10%
ДТ	22076.8	37891.61	15 814.77	71,6%
Другие моторные топлива	733.03	-	-733.03	100%
Всего	106720,85	130408.63	23 687.78	22,2%

Выбросы других кроме CO₂ парниковых газов (CH₄, и N₂O) и их предшественников (CO, NO_x, NMVOC, SO₂) от автотранспорта сравнительно невелики, однако аналогичные расчеты по уровню 3 были проведены и для них. Кроме того, при расчете по уровню 1 выбросы N₂O были определены с использованием коэффициентов эмиссии предложенных различными методиками МГЭИК. Приведенные в таблице П.3.1.16 результаты расчетов показывают, что для метана, закиси азота и оксидов азота объем выбросов рассчитанных с применением уровня 3 (по пробегу АТС) превышает объем выбросов, полученный при использовании данных ТЭБ и рекомендованных МГЭИК коэффициентов выбросов. При

этом при использовании коэффициента выброса закиси азота, предлагаемого в Руководящих принципах МГЭИК 2006 года, объемы выбросов N₂O, рассчитанные с применением уровня 1 и уровня 3, практически совпадают.

Таблица П.3.1.16.

Сравнение выбросов других кроме CO₂ газов, рассчитанных с применением метода уровня 1 и 3 МГЭИК.

Тип АТС	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	NMVOC	SO ₂
Легковые	19 278	5 859	3 925 199	541 666	674 626	9 488
Грузовые	9 668	2 089	1 783 883	507 948	244 619	42 351
Автобусы	2 626	520	673 130	123 378	72 726	7 450
Всего (уровень 3)	31 572	8 468	6 382 212	1 172 992	991 972	59 288
Всего (уровень 1)	26 600	910- 8440*	9 950 500	983 920	1 868 130	

* различные значения эмиссии N₂O получены при использовании коэффициентов выбросов, рекомендованных (МГЭИК, 1996 и МГЭИК, 2006).

При расчете выбросов по пройденному расстоянию и с разделением автотранспортных средств по экологическим классам, суммарный объем выбросов CO и неметановых углеводородов значительно сокращается.

Выводы и планируемые усовершенствования.

- Выбросы CO₂ от дорожных перевозок (категория 1.А.3.В ОФД) являются ключевой категорией и, в соответствии с руководством МГЭИК [3,4,5,6], должны рассчитываться с применением более высокого уровня (2 или 3).
- При определении выбросов CO₂ для реализации 2 уровня МГЭИК достаточно использование национальных коэффициентов выбросов. Однако, без уточнения количества топлива, сожженного АТС с учетом деления по экологическим классам, такой подход приводит к занижению выбросов CO₂ из-за преобладания в структуре автопарка РФ АТС класса Евро 0.
- В связи со структурой национальной статистики, наиболее удобным для реализации является метод расчета выбросов ПГ, соответствующий уровню 3 МГЭИК (по пройденному расстоянию). Наиболее полная информация о составе и численности автотранспортного парка РФ собрана в базе данных ДОБДД МВД (форма 1-БДД). Тестовый расчет по уровню 3, проведенный для 2007 года с привлечением экспертных оценок разбиения автопарка РФ по модельным классам, показывает, что выбросы CO₂ увеличиваются на 20% по сравнению с расчетами проведенными по 1 уровню.
- Для интеграции расчетов выбросов от автотранспорта, проведенных с использованием методов 3 уровня, в общую структуру расчетов эмиссии от сжигания топлива (категория 1.А ОФД), необходимо уточнение интегрального потребления топлива разными классами АТС на основе данных об их пробеге и среднем расходе топлива с делением по классам АТС. Результаты такой оценки, проведенной для дизельного топлива, показали двукратное увеличение объема ДТ расходуемого АТС по сравнению с данными ТЭБ, используемыми для расчетов по уровню 1 МГЭИК.
- Применение метода уровня 3 для оценки выбросов ПГ от дорожных перевозок (категория 1.А.3.В ОФД) в кадастре в качестве основного метода оценки выбросов является предпочтительным. Но внедрение этого подхода возможно только в случае распространения аналогичных расчетов на весь временной ряд, начиная с 1990 года при обязательном проведении оценки интегрального потребления топлива АТС для всех видов топлива.

Литература и источники данных

1. Разработка предложений по совершенствованию нормативной базы по контролю и регулированию выбросов парниковых газов в автомобильном комплексе Российской Федерации (в рамках положений Киотского протокола и во исполнение распоряжения правительства РФ № 278-р от 1 марта 2006г.). Отчет о НИР. Государственный контракт № 46/83-02-2007 от 1 ноября 2007г. Минтранс РФ, ОАО «НИИАТ». Москва, 2008.
2. Донченко В.В., Кунин Ю.А., Сазонова Г.М., Шелмаков С.В., Гитарский М.Л., Гинзбург В.А. Выбросы климатических газов от автотранспортного комплекса: проблемы оценки и ограничения объемов. Научно-техническая конференция «4-ые Луканинские чтения. Решение энергоэкологических проблем в автотранспортном комплексе». МАДИ (ГТУ), 29-30 января 2009 г.
3. МГЭИК, 1997. Пересмотренные руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата 1996 года для национальных кадастров парниковых газов (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-OECD-IEA. Paris).
4. МГЭИК, 2000. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов МГЭИК (IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Technical Support Unit, Kanagawa, Japan).
5. IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. IPCC-IGES. Hayama, 2003.
6. МГЭИК, 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. Подготовлено Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов, Игглестон Х.С., Буэндиа Л., Мива К., Нгара Т. и Танабе К. (редакторы). ИГЕС, Япония, 2006.
7. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух, ОАО «НИИАТ», Москва, 2008
8. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году» (раздел «Автомобильный транспорт» стр.218)
9. Методика определения массы выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух, Москва, 1993
10. Юдин В. Больше всех ездят «Волги». Аналитический отдел журнала «За рулем», №3 1998г.
11. Всемирный банк. «Оценка объема поступлений от налогообложения топлива в Германии» Всемирная статистика дорог МДФ, 2002 г.
12. Методическое руководство по определению стоимости автотранспортных средств с учетом естественного износа и технического состояния на момент предъявления (Д37.009015-98) с изменениями №№1,2,3,4, Москва, 2005г. «Среднегодовые пробеги некоммерческих легковых автомобилей» таблица 4.5.1.
13. Маркетинговые отчеты Аналитического Агентства «Автостат» «Импорт легковых автомобилей в Россию» июль 2007г., июль 2008г.
14. Моржаретто И. Автопарк России-2005. Автомобильный Клондайк. «За рулем», №12 2005г.
15. Маркетинговые отчеты Аналитического Агентства «Автостат» «Рынок грузовых автомобилей в России», август 2007г., апрель 2008
16. Автопарк. Интернет-сайт журнала «» <http://www.park5.ru>
17. Краткий автомобильный справочник, Понизовкин А.Н. и др., Москва, 1994
18. «Коммерческие автомобили» Каталог больших и малых грузовиков, самосвалов, автобусов и микроавтобусов №1 1997г.
19. Методические рекомендации «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте», ОАО «НИИАТ» - М.: Компания «Автополис-плюс», 2008 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.2. Оценка выбросов ПФУ от производства алюминия по методикам уровня 2 и 3b

Помимо оценок выбросов, представленных в разделе 4 настоящего доклада, в кадастре 2009 г. впервые выполнена оценка выбросов CF_4 и C_2F_6 по методике уровня 2 (IPCC, 2000)²⁷. Расчет был выполнен по данным, представленным компанией РУСАЛ, об объемах производства алюминия, частоте и средней продолжительности анодных эффектов для всех цехов каждого из 13 алюминиевых заводов, работающих на территории Российской Федерации.

Интервалы значений средней частоты и продолжительности анодных эффектов для основных технологий производства первичного алюминия приводятся в таблице П. 3.2.1.

В таблице П. 3.2.2 представлены результаты расчетов выбросов по методике уровня 2 (IPCC, 2000).

Кроме того, специалистами компании РУСАЛ совместно с экспертом Международного института алюминия²⁸ были проведены измерения²⁹ и расчеты выбросов ПФУ от производства алюминия на одном из крупнейших предприятий отрасли – Красноярском алюминиевом заводе (КраЗ). Определены значения углового коэффициента для CF_4 и весовое соотношение содержания $\text{C}_2\text{F}_6/\text{CF}_4$ в выбросах для технологий, применяемых на КраЗе. Эти данные (табл. П. 3.2.3) были использованы для оценки выбросов по методике уровня 3b (IPCC, 2000).

Таблица П. 3.2.1

*Средняя частота и продолжительность анодных эффектов для разных категорий
технологического процесса в 2006-2007 гг.*

Категория технологического процесса	Диапазон значений частоты анодных эффектов/ванно-сутки	Диапазон продолжительности анодных эффектов, минуты
Электролизеры с предварительным обжигом анодов с применением АПГ и центральной загрузкой (CWPB)	0,09 – 1,31	0,57 – 3,17
Электролизеры с предварительным обжигом анодов без применения АПГ и периферийной загрузкой (SWPB)	0,60 – 1,20	1,80 – 2,50
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS)	0,29 – 3,10	1,69 – 2,85
Электролизеры Содерберга с боковым токоподводом (HSS)	0,43 – 1,13	1,20 – 2,35

Результаты расчетов по методике уровня 3b приводятся в таблице П.3.2.4. Расхождение между оценками выбросов ПФУ по методу уровня 2 и методу уровня 3b составляет около 30 - 40% для CF_4 и около 35 - 50% для C_2F_6 , причем оценки по уровню 3b дают меньшие значения, чем оценки по уровню 2.

²⁷ Ссылку на Руководство МГЭИК (IPCC, 2000) см. в разделе 4, подраздел «Литература и источники данных»

²⁸ Джерри Маркс

²⁹ Замеры выбросов перфторуглеродов проводились по методике “US EPA Protocol for Measurement of Tetrafluoromethane and Hexafluoroethane Emissions from Primary Aluminum Production, March 2003” с использованием инфракрасного спектрометра Фурье.

В свою очередь, оценки по методике уровня 2, основывающиеся на данных предприятий, дают существенно более низкие значения выбросов ПФУ, чем оценки по уровню 1, основанные на данных о выплавке алюминия и коэффициентах выбросов МГЭИК «по умолчанию» (см. подраздел 4.4 настоящего доклада) – в 4 раза для CF_4 и в 6-7 раз для C_2F_6 .

Таблица П. 3.2.2

Выбросы CF_4 и C_2F_6 от производства алюминия в 2006 - 2007 гг., Гг CO_2 -экв

Заводы	CF_4		C_2F_6	
	2006	2007	2006	2007
Богословский алюминиевый завод (БАЗ)	304,1	299,5	43,0	42,4
Алюком-Тайшет (Филиал ОАО "РУСАЛ Братск" в г.Тайшет)	14,7	12,0	2,7	2,2
Братский алюминиевый завод (БрАЗ)	1120,1	1021,1	69,9	63,8
Волгоградский алюминиевый завод (ВгАЗ)	145,8	143,5	9,1	9,0
Волховский алюминиевый завод (ВАЗ)	133,6	83,4	18,9	11,8
Иркутский алюминиевый завод (ИркАЗ)	342,7	302,6	22,8	20,2
Кандалакшский алюминиевый завод (КАЗ)	106,2	89,0	15,0	12,6
Красноярский алюминиевый завод (КрАЗ)	692,2	625,6	54,3	48,8
Надвоицкий алюминиевый завод (НАЗ)	113,5	98,9	17,1	14,7
Новокузнецкий алюминиевый завод (НкАЗ)	347,6	338,7	32,3	32,0
Саяногорский алюминиевый завод (САЗ)	155,2	106,3	28,2	19,3
Уральский алюминиевый завод (УАЗ)	259,4	208,1	36,7	29,5
Хакасский алюминиевый завод (ХАЗ)	-	30,2	-	5,5
Всего	3735,3	3359,0	350,2	311,7

Таблица П. 3.2.3

Данные измерений на Красноярском алюминиевом заводе в 2006-2007 гг.

	Диапазон значений частоты анодных эффектов/ванно-сутки	Диапазон значений продолжительности анодных эффектов, минуты	Угловой коэффициент для CF_4	Весовое соотношение содержания C_2F_6/CF_4
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS) и точечным питанием глиноземом	0,32 – 1,30	1,20 – 2,85	0,032	0,044
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS) без точечного питания глиноземом	0,50 – 2,50	1,79 – 7,15	0,053	0,054
Электролизеры с предварительным обжигом анодов с центральной загрузкой и точечным питанием глиноземом	0,29 – 0,46	1,81 – 2,42	0,133	0,050

Таблица П. 3.2.4

Результаты расчета выбросов CF_4 и C_2F_6 от производства алюминия на КрАЗе в 2006 - 2007 гг. по методике уровня 3b (IPCC, 2000), Гг CO_2 -экв

Завод	CF_4		C_2F_6	
	2006	2007	2006	2007
КрАЗ	488,0	356,0	34,6	23,7

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.3. Данные по сельскому хозяйству

Таблица П. 3.3.1

Содержание кормовых единиц, сухого вещества и сырого протеина (г) в 1 кг разных видов кормов КРС и пересчетные коэффициенты, по (Кормовые нормы..., 1991)³⁰

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого в-ва	Сырого протеина в сухом в-ве, %
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

³⁰ Ссылку см. в разделе 6, подраздел «Литература и источники данных»

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого в-ва	Сырого протеина в сухом в-ве, %
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
	0,19	30	200	64,6	0,95	15,00

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого в-ва	Сырого протеина в сухом в-ве, %
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
среднее	0,17	30,96		66,12	0,84	16,12

Вид корма	Кормовые единицы	Сырой протеин, г	Сухое вещество, г	Коэффициент перевариваемости, %	Кормовых единиц в 1 кг сухого в-ва	Сырого протеина в сухом в-ве, %
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
Силос из злаковых и бобовых растений	0,19	33	180	61,3	1,06	18,33
	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 в-ва	Сырого протеина в сухом в-ве, %
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 в-ва	Сырого протеина в сухом в-ве, %
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
среднее	0,21	30,61		66,30	0,81	12,32

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

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
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
среднее	0,44	93,96		61,68	0,55	11,61

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
среднее	0,79	160,30		80,29	1,13	23,57

Комбикорма						
БВМД -для дойных коров, телят до 6 мес., и быков- производителе й	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
-для молодняка КРС при выращивании и откорме	1,04	373	865	86,1	1,20	43,12
	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
комбикорм -для коров	1,04	500	880	82,0	1,18	56,82
	0,88	215	850	83,5	1,04	25,29
	0,96	157	850	85,9	1,13	18,47
-для быков- производителе й	1,05	196	850	84,3	1,24	23,06
	1,05	182	850	82,9	1,24	21,41
	1,06	210	850	84,1	1,25	24,71
-для молодняка КРС	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 государственн ых комплексов	1,1	150	850	84,1	1,29	17,65
	1,13	120	850	84,7	1,33	14,12
Среднее	0,85	429,91		84,37	0,98	49,22

Таблица П. 3.3.2

Содержание кормовых единиц, сухого вещества и сырого протеина (г) в 1 кг разных видов кормов свиней и пересчетные коэффициенты, по (Кормовые нормы..., 1991)³¹

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

³¹ Ссылку см. в разделе 6, подраздел «Литература и источники данных»

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
среднее	0,23	31,60		49,53	0,86	11,49

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
среднее	0,48	114,46		40,27	0,58	13,83

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
среднее	0,86	171,93		75,20	1,16	23,51

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
среднее	0,98	272,93		79,43	1,12	31,14

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
	0,69	141	300	92,1	2,30	47,00
отходы рыбной промышленности	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
среднее	1,02	285,65		90,84	1,70	41,73

Таблица П. 3.3.3

Валовой сбор и посевные площади культурных растений, по данным Росстата

Культура	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Валовой сбор, млн. тонн										
пшеница озимая	32,8	13,8	17,2	24,4	29,7	14,7	25,95	28,95	24,70	28,60
пшеница яровая	16,8	16,3	17,3	22,6	20,9	19,4	19,46	18,75	20,31	20,79
рожь озимая	16,4	4,1	5,4	6,6	7,1	4,1	2,87	3,625	2,96	3,90
кукуруза на зерно	2,5	1,7	1,5	0,8	1,6	2,1	3,5	3,211	3,67	3,95
ячмень озимый	3,1	1,3	1,8	2,3	2,6	1,2	1,99	1,57	1,73	2,03
ячмень яровой	24,1	14,5	12,3	17,2	16,2	16,8	15,19	14,23	16,42	13,63
овес	12,3	8,6	6	7,7	5,7	5,2	4,95	4,565	4,88	5,41
просо	1,9	0,5	1,1	0,6	0,3	1	1,1	0,456	0,60	0,42
гречиха	0,809	0,597	0,998	0,574	0,302	0,525	0,65	0,606	0,866	1,00
рис	0,896	0,462	0,586	0,497	0,49	0,451	0,471	0,575	0,686	0,71
льноволокно	0,071	0,069	0,051	0,058	0,038	0,055	0,058	0,0559	0,036	0,05
конопля среднерусская	0,0096	0,0043	0,0071	0,0054	0,0029	0,0018	0,00207	0,00207	0,00202	0,00164
сахарная свекла	32,3	19,1	14,1	14,6	15,7	19,4	21,8	21,42	30,86	28,96
семена подсолнечника	3,4	4,2	3,9	2,7	3,7	4,9	4,8	6,441	6,75	5,66
рапс			0,148	0,113	0,115	0,192	0,276	0,30269	0,522	0,63
лен-кудряш	0,0188	0,0038	0,0142	0,0063	0,01071		0,02137	0,0266	0,0739	0,07
горчица	0,08	0,047	0,046	0,028	0,035	0,086	0,055	0,0629	0,064	0,01
картофель	30,8	39,9	34	35	32,9	36,7	35,9	37,3	38,57	36,78
овощи	10,3	11,3	12,5	13,3	13	14,8	14,6	15,157	15,64	15,51
кукуруза на силос	189	89	51	36	31	33	29	25,456	23,29	23,87
кормовые корнеплоды	17,2	5,1	3,4	3,1	2,7	2,8	2,8	2,413	2,51	2,17
многолетние травы	25,2	17,3	14,2	14,6	12,7	12	12	11,669	10,52	10,94
однолетние травы	5,6	2,6	2,1	2	2,1	2	1,9	1,738	1,73	1,64
сено естественных сенокосов	23,1	17,3	15,1	15,3	15,1	14,9	14	13,42	12,48	12,37
зернобобовые	4,9	1,5	1,2	1,8	1,8	1,6	1,87	1,63	1,76	1,30
соя	0,717	0,29	0,342	0,35	0,423	0,393	0,555	0,689	0,74	0,65

Культура	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Посевная площадь, тыс. га										
пшеница озимая	9731	8194	7926	8525	10113	7412	8977	10364,21	8973,8	10590,0
пшеница яровая	14513	15715	15278	15240	15549	14774	15052	15035,26	14665,8	13813,0
рожь озимая	7989	3233	3531	3621	3804	2340	1888	2338	1785	2098,0
кукуруза на зерно	869	643	813	684	625	730	918	868	1080	1564,0
ячмень озимый	691	468	533	648	677	497	547	491,77	485	535,0
ячмень яровой	13032	14242	8644	9479	9602	9668	9433	8645,32	9505	9141,0
овес	9100	7928	4518	4869	4269	3735	3569	3340	3599	3564,0
просо	1936	698	1588	1214	581	830	1028	500	671	508,0
гречиха	1278	1604	1577	1594	836	735	940	918	1164	1302,0
рис	287	171	175	154	149	156	133	145	164	163,0
льноволокно	418	177	108	127	111	118	112	96	84	74,0
конопля среднерусская	41	9	17	15	7	4	3,26	3,24	3,4	2,13
сахарная свекла	1460	1085	806	773	809	924	851	805	1002	1064,0
семена подсолнечника	2739	4127	4629	3821	4117	5337	4848	5546	6169	5300,0
рапс			232	134	145	230	251,18	243,57	512,6	659,08
лен-кудряш	43	5	22	9	11	30	25,14	30,87	76	110,0
горчица	226	247	162	59	80	142	103,34	107,15	91	58,0
картофель	3124	3409	3252	3240	3232	3194	3150	3075	2976	2863,0
овощи	618	758	833	831	835	867	847	834	845	820,0
кукуруза на силос	10089	6147	3670	3164	2710	2258	1868	1575	1510	1505,0
кормовые корнеплоды	732	243	165	160	150	130	125	104	99	86,0
многолетние травы	18287	19518	18184	17945	17100	16540	15933	14901,38	14208	13456,0
однолетние травы	12612	9350	5981	5701	6365	6098	5545	5001,49	4718	4572,0
сено естественных сенокосов	80100	78600	72600	72200	71600	71500	70900	70481,6	70053,4	70092,0
зернобобовые	3556	1784	922	1076	1214	1275	1224	1113	1215	1105,0
соя	675	487	421	417	476	586	571	720	846	778,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.4. Оценка выбросов и поглощения CO₂ фитомассой управляемых лесов по лесным районам

Группа экспертов по проверке кадастра парниковых газов, представленного РФ в 2008 году, настоятельно рекомендовала дизагрегировать статистические данные по управляемым лесам по экорегионам и использовать региональные конверсионные коэффициенты при расчетах выбросов.

В ответ на замечание группы экспертов предпринята попытка расчета выбросов и поглощения CO₂ фитомассой управляемых лесов по лесным районам. Было использовано деление на лесорастительные зоны и лесные районы РФ, утвержденное Приказом Министерства Природных Ресурсов РФ от 28 марта 2007 г. N 68 (таблица П.3.4.1). Исходные данные для расчетов были предоставлены ЦЭПЛ РАН по запросу Рослесхоза. Изменение запасов углерода в живой биомассе вычисляли по методу второго уровня, основу которого составляет оценка изменения запасов в управляемых лесах (МГЭИК, 2003).

Таблица П.3.4.1

*Перечень лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации, утвержденный
Приказом Министерства Природных Ресурсов РФ от 28 марта 2007 г. N 68*

№ лесного района	Лесной район	Зона
1	Район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги Европейско-Уральской части Российской Федерации	Зона притундровых лесов и редкостойной тайги
2	Западно-Сибирский район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги	
3	Среднесибирский район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги	
4	Восточно-Сибирский район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги	
5	Дальневосточный район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги	
6	Северо-таежный район европейской части Российской Федерации	Таежная зона
7	Средне-таежный район европейской части Российской Федерации	
8	Южно-таежный район европейской части Российской Федерации	
9	Северо-Уральский район	
10	Средне-Уральский район	
11	Западно-Сибирский равнинный таежный район	
12	Среднесибирский плоскогорный таежный район	
13	Приангарский район	
14	Восточно-Сибирский таежный мерзлотный район	
15	Камчатский район	
16	Дальневосточный таежный район	
17	Хвойно-широколиственный район европейской части Российской Федерации (район хвойно-широколиственных лесов)	Зона хвойно-широколиственных лесов

№ лесного района	Лесной район	Зона
18	Приамурско-Приморский хвойно-широколиственный район	
19	Лесостепной район европейской части Российской Федерации	Лесостепная зона
20	Южно-Уральский район	
21	Западно-Сибирский подтаежно-лесостепной район	
22	Среднесибирский подтаежно-лесостепной район	
23	Забайкальский лесостепной район	
24	Дальневосточный лесостепной район	
25	Район степей европейской части Российской Федерации.	Степная зона
26	Район полупустынь и пустынь европейской части Российской Федерации.	Зона полупустынь и пустынь
27	Северо-Кавказский горный район	Зона горного Северного Кавказа
28	Алтае-Саянский горнотаежный район	Южно-Сибирская горная зона
29	Алтае-Саянский горнолесостепной район	
30	Байкальский горный лесной район	
31	Забайкальский горномерзлотный район	

Для расчетов использованы региональные коэффициенты пересчета (EF_{ij}) запаса древесины (m^3) в биомассу (т. с.в.) по древесным породам i и возрастам j , т. с.в. m^{-3} (табл. П.3.4.2)

Таблица П.3.4.2

Коэффициенты пересчета запаса в общую биомассу, т с.в. m^{-3}
(по данным: Замолодчиков, Уткин, Честных, 2003).

Группы основных лесообразующих пород	Группы возраста			
	Молодняки	Средне-возрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
Лесные районы № 1-6, 9, 14 (притундровые леса, редкостойная тайга, северная тайга)				
Сосна	0,937	0,693	0,737	0,661
Ель	0,937	0,773	0,762	0,750
Пихта	0,840	0,615	0,565	0,539
Лиственница	1,046	0,845	0,900	0,956
Сосна кедровая	0,783	0,682	0,637	0,899
Береза	0,922	0,817	0,817	0,845
Осина	0,712	0,726	0,669	0,730
Прочие мягколиственные	0,762	0,672	0,667	0,667
Прочие породы	1,248	0,953	0,776	0,872
Кедровый стланик	1,199	1,399	1,532	2,165
Прочие кустарники	0,762	0,762	0,762	0,762
Лесные районы № 7, 10-13, 15, 16, 30, 32 (средняя тайга)				
Сосна	0,793	0,646	0,715	0,646
Ель	0,937	0,739	0,686	0,681
Пихта	0,840	0,615	0,565	0,539
Лиственница	0,811	0,836	0,867	0,807
Сосна кедровая	0,783	0,682	0,637	0,899
Дуб высокоствольный	1,232	0,981	0,836	0,956

Группы основных лесообразующих пород	Группы возраста			
	Молодняки	Средне- возрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
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
Береза	0,922	0,875	0,765	0,738
Осина	0,712	0,726	0,669	0,730
Прочие мягколиственные	0,762	0,672	0,667	0,667
Прочие породы	1,248	0,953	0,776	0,872
Кедровый стланик	1,199	1,399	1,532	2,165
Прочие кустарники	0,762	0,762	0,762	0,762
Лесные районы № 8, 17-29 (южная тайга, хвойно-широколиственные леса, зоны лесостепей, степей, полупустынь, пустынь, горного Северного Кавказа, Южно-Сибирская горная зона)				
Сосна	0,869	0,703	0,658	0,712
Ель	1,227	0,737	0,702	0,728
Пихта	0,840	0,615	0,565	0,539
Лиственница	0,784	0,742	0,795	0,795
Сосна кедровая	0,783	0,682	0,637	0,899
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
Береза	0,873	0,792	0,734	0,734
Осина	0,712	0,726	0,669	0,730
Прочие мягколиственные	0,762	0,672	0,667	0,667
Прочие породы	1,248	0,953	0,776	0,872
Кедровый стланик	1,199	1,399	1,532	2,165
Прочие кустарники	0,762	0,762	0,762	0,762

Результаты расчетов поглощения CO₂ биомассой управляемых лесов России двумя способами представлены в таблице П.3.4.3 и на рис. П.3.4.1. Расчеты показывают, что результаты расчетов по лесным районам не выходят за пределы 95-% доверительного интервала оценок, выполненных с использованием агрегированных данных по России, за исключением только 2001 г.

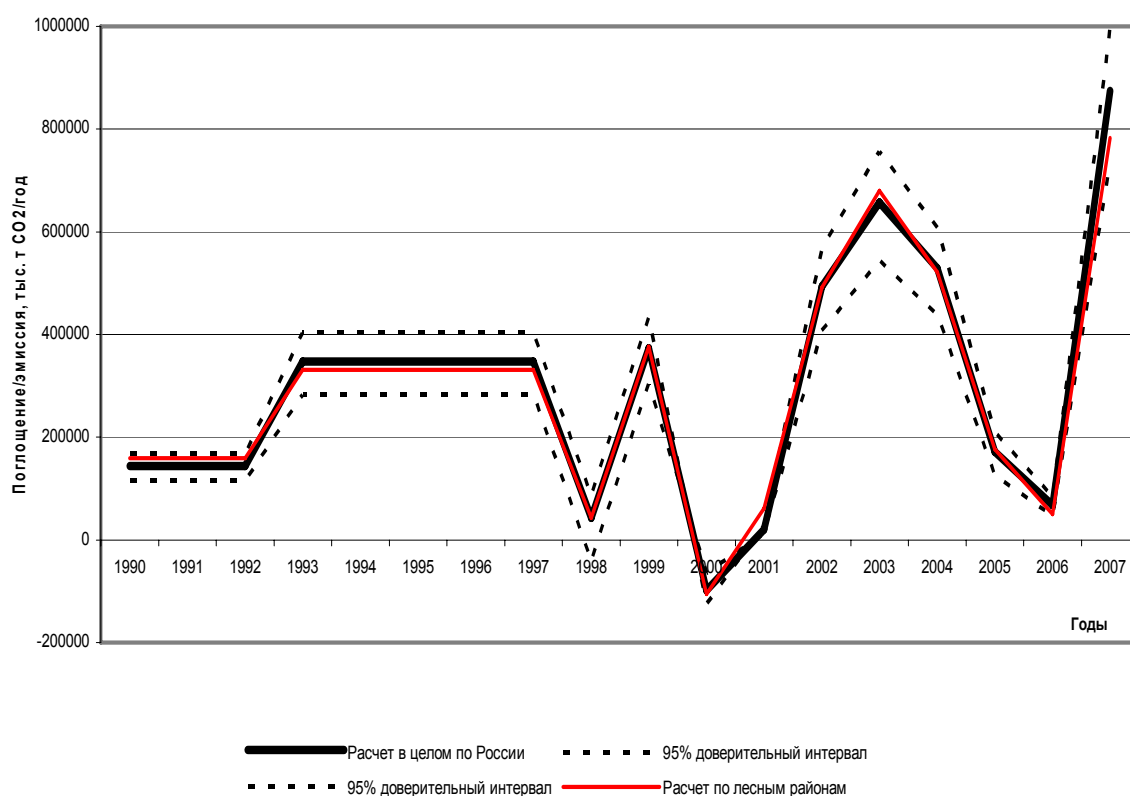


Рис. 1. Сравнение результатов расчетов поглощения CO₂ биомассой управляемых лесов России двумя способами:

- 1) расчета в целом по России с едиными коэффициентами пересчета запаса в общую биомассу, который использовался в настоящем кадастре;
- 2) расчет по лесным районам с региональными коэффициентами пересчета запаса в общую биомассу.

Таблица П.3.4.3

Годичные изменения запасов углерода в фитомассе управляемых лесов РФ по лесным районам, тыс. т С/год

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1. Район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги Европейско-Уральской части Российской Федерации												
Сосна	-2267,1	106,0	41,1	-50,5	-155,2	-50,6	790,0	-91,3	28,6	-66,7	-49,6	681,1
Ель	-4533,3	-2252,1	33,3	-1,5	-868,6	-163,2	16,5	-102,5	-76,6	-45,5	-43,7	1667,8
Пихта	17,6	-17,5	0,9	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Лиственница	-619,8	-223,3	-4,9	-1,2	-10,1	-0,4	-2,6	-0,5	-0,1	0,0	-0,1	0,0
Сосна кедровая	-6,0	0,0	1,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-7408,6	-2386,9	71,4	-53,2	-1033,8	-213,9	804,2	-194,4	-48,1	-112,3	-93,4	2349,5
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	-1339,8	78,8	8,6	-51,7	-105,4	-30,6	756,8	-32,2	440,8	-52,4	-37,8	274,6
Осина	-296,5	6,5	6,3	-13,6	-5,8	-4,9	-2,4	-5,5	-5,7	-7,1	-5,8	-2,1
Прочие мягколиственные	22,5	-1,4	0,0	0,1	-0,4	0,1	0,1	0,0	0,1	-0,1	0,1	29,7
Итого мягколиственные	-1613,7	83,9	14,9	-65,2	-111,6	-35,4	754,5	-37,7	435,2	-59,6	-43,5	302,1
Итого основные породы	-9022,3	-2303,1	86,4	-118,5	-1145,4	-249,3	1558,6	-232,1	387,1	-171,9	-136,9	2651,6
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого кустарники	-17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого покрытых лесом земель	-9039,8	-2303,1	86,4	-118,5	-1145,4	-249,3	1558,6	-232,1	387,1	-171,9	-136,9	2651,6
2. Западно-Сибирский район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги												
Сосна	-3176,6	-85,6	-36,4	-29,3	-23,1	-106,4	1645,0	14793,4	2234,5	-12,4	-14,1	-14,4
Ель	-1342,3	-4,2	-5,0	-3,2	-7,6	-5,2	1476,5	-593,5	-1257,5	-1,6	-5,1	-0,7

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пихта	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	-0,5	0,0	0,0	0,0
Лиственница	-2231,9	-38,2	-18,6	-19,4	-38,3	-28,3	-20,9	14149,1	3775,8	-9,9	-31,8	-5,1
Сосна кедровая	-4162,3	136,5	-6,4	-4,0	-14,9	-9,9	-6,5	13138,7	-34,1	-1,1	-12,9	-2,6
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-10913,4	8,5	-66,4	-55,8	-83,9	-149,7	3094,0	41500,5	4718,2	-25,0	-63,8	-22,9
Дуб высокоствольный	5,2	88,2	0,0	0,0	3,3	-3,3	3,0	-3,0	25,1	24,7	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	2,3	195,0	0,0	0,0	179,0	-179,0	0,0	0,0	268,7	71,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	-7,3	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	154,8	2843,7	0,2	0,0	31,9	-31,9	55,4	-55,4	1676,6	22,8	0,0	0,0
Итого твердолиственные	162,3	3126,9	0,2	0,0	214,2	-214,2	58,4	-58,4	1977,7	111,2	0,0	0,0
Береза	-41,6	90,0	-12,1	-7,6	137,0	-171,1	2962,9	17532,2	128,6	275,9	-3,6	-3,5
Осина	3,1	9,7	-0,1	0,0	197,6	-197,6	1042,5	-376,4	90,5	74,7	-0,2	0,0
Прочие мягколиственные	42,2	120,9	0,0	0,0	169,3	-169,3	1100,8	-1066,9	-27,5	201,8	0,0	0,0
Итого мягколиственные	3,7	220,5	-12,3	-7,6	503,8	-538,0	5106,2	16089,0	191,6	552,3	-3,8	-3,5
Итого основные породы	-10747,4	3356,0	-78,5	-63,4	634,2	-902,0	8258,6	57531,1	6887,5	638,6	-67,6	-26,4
Прочие породы	0,2	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	11,3	0,0	0,0
Кедровый стланник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	49,2	-2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	635,1	4,3	3,0	0,0	0,0
Итого кустарники	49,2	-2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	635,1	4,3	3,0	0,0	0,0
Итого покрытых лесом земель	-10698,0	3368,4	-78,5	-63,4	634,1	-902,0	8258,9	58166,2	6909,3	653,0	-67,6	-26,4
3. Среднесибирский район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги												
Сосна	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ель	952637,7	0,0	0,0	0,0	-17062,5	-857333,5	456363,5	515,3	-37,5	0,0	0,0	0,0
Пихта	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Лиственница	6815338,9	0,0	0,0	0,0	-73639,5	-1669265,7	997772,9	1430,1	-281,2	0,0	0,0	1150,6
Сосна кедровая	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	7767976,6	0,0	0,0	0,0	-90702,0	-2526599,1	1454136,4	1945,5	-318,7	0,0	0,0	1150,6
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	194072,6	0,0	0,0	0,0	-13097,5	-923196,6	507310,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Осина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие мягколиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого мягколиственные	194072,6	0,0	0,0	0,0	-13097,5	-923196,6	507310,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого основные породы	7962049,2	0,0	0,0	0,0	-103799,5	-3449795,7	1961447,1	1945,5	-318,7	0,0	0,0	1150,6
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	365622,8	0,0	0,0	0,0	-800,1	-36576,0	36004,5	0,0	-114,3	0,0	0,0	0,0
Итого кустарники	365622,8	0,0	0,0	0,0	-800,1	-36576,0	36004,5	0,0	-114,3	0,0	0,0	0,0
Итого покрытых лесом земель	8327672,0	0,0	0,0	0,0	-104599,6	-3486371,6	1997451,6	1945,5	-433,0	0,0	0,0	1150,6
4. Восточно-Сибирский район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги												
Сосна	-1,3	-7,0	-46,8	-0,2	1,7	-292,6	1,2	0,7	0,0	0,0	1,7	-130,5
Ель	0,0	-84,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-361,9
Пихта	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Лиственница	-19744,1	-24250,1	-12,8	-188,1	177,7	-190,6	1144,0	-65,8	-41,8	-518,7	-58,9	-6892,0
Сосна кедровая	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-19745,4	-24341,6	-59,5	-188,4	179,5	-483,2	1145,2	-65,1	-41,8	-518,7	-57,2	-7384,4
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	0,0	-2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-219,0
Осина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Прочие мягколиственные	-41,2	-11,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
Итого мягколиственные	-41,2	-14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-216,0
Итого основные породы	-19786,6	-24356,3	-59,5	-188,4	179,5	-483,2	1145,2	-65,1	-41,8	-518,7	-57,2	-7600,4
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	-2436,1	-606,3	-25,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-6413,5
Прочие кустарники	141,2	1733,3	-1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2984,8
Итого кустарники	-2294,9	1127,0	-27,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-3428,8
Итого покрытых лесом земель	-22081,6	-23229,2	-86,6	-188,4	179,5	-483,2	1145,2	-65,1	-41,8	-518,7	-57,2	-11029,2
5. Дальневосточный район притундровых лесов лесотундры и редкостойной тайги												
Сосна	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ель	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Пихта	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Лиственница	-228,8	25,3	104,6	3343,4	-22749,1	-1380,4	-5,9	1165,3	11,3	1909,1	686,8	-4,5
Сосна кедровая	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-228,8	25,3	104,6	3343,4	-22749,1	-1380,4	-5,9	1165,3	11,3	1909,2	686,9	-4,5
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	-1,4	-0,4	-2,8	0,0	-1,0	-0,5	-4,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-1,2
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	-1,4	-0,4	-2,8	0,0	-1,0	-0,5	-4,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-1,2
Береза	-0,2	-5,0	0,2	14,6	31,5	-2,9	0,0	240,8	0,0	3,0	0,0	0,0
Осина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0
Прочие мягколиственные	-3,9	31,0	16,7	391,6	-325,7	-238,2	0,4	-1884,3	0,0	462,3	50,1	-0,1
Итого мягколиственные	-4,1	26,0	16,9	406,2	-293,8	-241,1	0,4	-1643,5	0,0	471,7	50,1	-0,1
Итого основные породы	-234,3	50,9	118,7	3749,7	-23043,9	-1622,1	-10,2	-478,3	11,2	2380,8	736,9	-5,8
Прочие породы	5,0	-5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	-95,0	-55,1	-373,4	-88,3	-16539,2	-1235,1	-724,5	13936,2	-182,5	17267,4	3579,8	-87,3
Прочие кустарники	-7,5	46,4	-12,8	-11,7	1860,8	139,9	-46,8	110,7	-11,0	296,5	76,2	-0,3

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Итого кустарники	-102,4	-8,7	-386,2	-100,0	-14678,4	-1095,1	-771,3	14046,9	-193,5	17563,8	3655,9	-87,6
Итого покрытых лесом земель	-331,8	37,2	-267,5	3649,6	-37722,3	-2717,2	-781,5	13568,6	-182,4	19944,7	4392,8	-93,4
6. Средне-таежный район европейской части Российской Федерации												
Сосна	4390,0	4416,4	-1614,7	2296,2	2520,9	-1160,3	9183,1	4433,4	2649,1	-1091,9	10,5	10907,4
Ель	302,2	-125,0	-1709,0	-2651,5	26,2	-1834,7	-1310,1	33,9	-3092,7	-2078,1	-973,4	2331,1
Пихта	0,1	-2,2	-0,1	3,7	0,0	0,0	0,1	-0,7	0,0	0,0	-0,1	1,6
Лиственница	-34,3	-19,6	33,3	-1,8	-13,0	-2,2	-3,8	17,1	-10,9	-0,4	0,5	27,2
Сосна кедровая	0,6	0,8	-0,1	0,6	1,5	0,7	1,4	3,4	-0,5	-0,1	0,3	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	4658,7	4270,4	-3290,6	-352,8	2535,6	-2996,5	7870,7	4487,0	-455,1	-3170,4	-962,1	13267,1
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	1721,4	4010,4	668,1	2576,3	4074,1	-288,9	2268,7	6085,0	-74,5	-176,3	209,7	5630,9
Осина	388,1	-115,9	-2,5	228,7	456,8	-12,8	132,3	130,9	-18,7	-30,9	128,1	496,3
Прочие мягколиственные	2,6	0,2	0,8	61,7	3,0	-0,1	2,6	1,3	0,0	16,9	-5,6	1145,1
Итого мягколиственные	2112,1	3894,7	666,4	2866,7	4534,0	-301,8	2403,6	6217,1	-93,2	-190,2	332,2	7272,3
Итого основные породы	6770,8	8165,1	-2624,1	2513,9	7069,5	-3298,3	10274,3	10704,1	-548,3	-3360,7	-629,9	20539,4
Прочие породы	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4
Итого кустарники	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4
Итого покрытых лесом земель	6770,3	8165,1	-2624,1	2514,3	7069,5	-3298,3	10274,3	10704,1	-548,3	-3360,7	-629,9	20539,0
7. Средне-таежный район европейской части Российской Федерации												
Сосна	3573,0	2334,3	2135,8	-1025,3	128,6	-1590,4	1702,5	4824,2	5214,0	6959,4	3882,0	20923,4
Ель	2975,5	-309,9	102,4	597,0	821,4	-3929,9	1223,8	1523,8	2548,6	2204,2	-2609,2	12265,6

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пихта	-1,9	-3,8	0,0	-0,1	0,1	-1,1	-1,3	11,5	1,2	1,3	-1,3	24,6
Лиственница	53,7	-11,6	-9,0	-3,7	-52,6	-4,3	-2,7	-20,5	12,5	9,0	4,7	18,3
Сосна кедровая	1,1	2,2	0,3	2,3	0,3	0,9	1,5	40,2	9,3	14,2	0,4	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	6601,5	2011,2	2229,6	-429,7	897,9	-5524,8	2923,8	6379,1	7785,6	9188,3	1276,7	33231,9
Дуб высокоствольный	5,3	-4,6	0,0	-0,2	-0,2	0,1	-0,9	0,0	0,1	6,3	-0,1	0,3
Дуб низкоствольный	8,4	-8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,2	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,0	1,1	0,1
Итого твердолиственные	13,9	-13,1	0,2	-0,2	-0,2	0,0	-0,7	0,0	0,1	7,4	1,1	0,4
Береза	10015,9	2689,1	5517,2	9964,4	10866,1	-1910,6	10038,2	6333,8	11043,9	19473,8	5709,8	10823,1
Осина	1793,2	706,9	1253,8	1579,0	1541,8	-709,9	1116,1	1202,2	1569,3	2612,2	906,6	2374,6
Прочие мягколиственные	27,1	9,8	19,3	-4,3	-14,8	-12,8	10,9	-51,0	-34,4	-4,0	9,3	832,0
Итого мягколиственные	11836,2	3405,8	6790,3	11539,0	12393,1	-2633,3	11165,1	7485,0	12578,8	22082,0	6625,8	14029,7
Итого основные породы	18451,6	5403,9	9020,1	11109,1	13290,7	-8158,1	14088,2	13864,1	20364,5	31277,6	7903,5	47262,0
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	30,1
Итого кустарники	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	30,1
Итого покрытых лесом земель	18451,7	5403,9	9020,1	11109,1	13290,7	-8158,1	14088,2	13864,1	20364,6	31277,6	7903,5	47292,1
8. Южно-таежный район европейской части Российской Федерации												
Сосна	3384,6	2961,1	2317,7	3825,2	750,9	3124,1	611,3	1123,5	2369,8	325,4	642,9	12311,1
Ель	1393,9	2380,0	8827,7	1650,0	32,1	6009,8	974,1	1017,1	783,1	-534,6	-170,5	14946,1
Пихта	-10,1	13,4	-39,2	-30,5	-3,2	19,9	-2,7	-7,5	395,0	-152,3	-38,1	19,8
Лиственница	-2,5	1,5	-0,3	1,1	-0,2	-1,9	7,8	1,5	3,0	-0,5	3,2	0,5
Сосна кедровая	-1,7	0,5	0,2	0,1	18,8	-1,9	3,6	-2,1	-0,2	0,0	0,0	-0,5
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	4764,1	5356,5	11106,1	5445,8	798,3	9150,0	1594,1	2132,5	3550,7	-362,0	437,6	27277,1
Дуб высокоствольный	4,6	9,4	21,8	0,8	8,6	-7,4	1,1	2,5	-7,1	-0,4	-1,5	4,3

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Дуб низкоствольный	-1,7	6,7	-0,1	0,0	0,0	-2,0	2,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	13,6
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,3	-3,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	-6,6	1,9	0,9	0,0	0,9
Итого твердолиственные	3,2	13,0	21,7	0,8	8,6	-9,0	3,3	-4,4	-5,2	0,5	-1,5	18,8
Береза	6132,8	7527,0	11692,5	5667,4	1002,8	7543,2	2112,5	3917,4	7044,0	-1022,0	4856,6	23638,8
Осина	1276,7	2914,8	2996,4	1448,8	286,2	1284,0	1273,4	1711,4	2720,4	-178,5	2778,9	3466,2
Прочие мягколиственные	0,9	247,0	1148,8	496,0	161,6	432,0	75,4	7,3	-105,1	62,5	32,2	2003,9
Итого мягколиственные	7410,4	10688,8	15837,6	7612,2	1450,6	9259,2	3461,2	5636,1	9659,3	-1138,0	7667,6	29108,9
Итого основные породы	12177,7	16058,3	26965,5	13058,8	2257,5	18400,1	5058,6	7764,1	13204,9	-1499,4	8103,7	56404,8
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	0,0	-0,3	10,7	5,0	-14,4	3,2	0,0	1,5	1,3	0,5	-0,4	0,0
Итого кустарники	0,0	-0,3	10,7	5,0	-14,4	3,2	0,0	1,5	1,3	0,5	-0,4	0,0
Итого покрытых лесом земель	12177,7	16058,1	26976,2	13063,8	2243,1	18403,3	5058,6	7765,7	13206,2	-1499,0	8103,3	56404,8
9. Северо-Уральский район												
Сосна	-4059,4	103,1	10979,3	15606,9	-89,1	1256,4	-178,7	-126,1	1269,2	-3202,1	1134,7	-211,4
Ель	-3274,4	1618,0	3980,1	11639,5	-96,0	-1539,2	-70,2	-53,6	-1024,4	-5094,1	948,9	-38545,6
Пихта	-109,7	22,7	191,3	-19,8	0,0	17,2	0,0	0,0	110,8	0,0	-513,9	-305,0
Лиственница	4199,7	105,9	99,6	5770,1	-9,6	-6,7	-14,8	-10,7	-20,7	-226,6	-0,1	-1491,9
Сосна кедровая	-10994,0	107,5	5670,4	354,1	-15,2	160,0	-3,4	-1,1	2666,6	-4282,9	133,6	-7,4
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-14237,6	1957,3	20920,8	33350,9	-209,9	-112,2	-267,2	-191,5	3001,4	-12805,7	1703,2	-40561,1
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	-459,9	729,4	1754,5	1534,2	-35,3	1487,4	-30,9	-20,2	1601,7	2903,8	832,9	-3654,5
Осина	-70,5	36,4	59,7	261,0	-10,0	-34,7	-1,5	-5,5	-20,6	20,0	-11,8	-68,9

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Прочие мягколиственные	1,0	1,9	5,9	121,0	0,0	1,8	0,2	-0,2	1,6	4,8	-17,1	-7,9
Итого мягколиственные	-529,4	767,7	1820,1	1916,2	-45,3	1454,6	-32,3	-25,9	1582,8	2928,6	803,9	-3731,4
Итого основные породы	-14767,0	2725,0	22740,9	35267,1	-255,2	1342,5	-299,4	-217,4	4584,1	-9877,1	2507,1	-44292,5
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	225,8	0,0	1,6	139,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,2	-41,6	0,0	-16,3
Итого кустарники	225,8	0,0	1,6	139,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,2	-41,6	0,0	-16,3
Итого покрытых лесом земель	-14541,2	2725,0	22742,5	35406,2	-255,2	1342,5	-299,4	-217,5	4581,9	-9918,6	2507,1	-44308,8
10. Средне-Уральский район												
Сосна	1604,3	-643,7	4734,3	-272,5	1131,2	729,8	406,3	-49,7	3152,1	-1529,8	-852,6	-2271,8
Ель	-4978,5	-1982,4	5608,9	-330,5	1537,6	130,2	1585,3	574,3	572,4	-335,6	-670,2	179,1
Пихта	-179,8	-117,5	285,7	95,7	221,5	-53,3	-173,3	-125,0	-232,3	-51,5	-108,7	-35,7
Лиственница	2,8	-16,4	-73,9	2,7	-71,1	-54,3	-14,1	-2,9	29,1	-4,8	5,6	-2,7
Сосна кедровая	427,6	457,3	485,4	7,6	414,6	325,1	27,4	95,7	539,1	2,5	-2,3	30,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-3123,6	-2302,7	11040,3	-497,0	3233,8	1077,6	1831,6	492,5	4060,4	-1919,1	-1628,1	-2101,1
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,1	0,0	0,1	-1,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	-3,0	-1,7	0,5	0,0	0,0	-0,1	0,1	-4,6	-0,1	-0,3	0,2	0,0
Итого твердолиственные	-3,0	-1,7	0,8	-1,2	-0,1	-0,1	0,1	-4,6	-0,1	-0,3	0,2	0,0
Береза	8872,4	3877,6	9872,4	-240,2	8692,5	10713,8	8546,9	5629,5	13924,0	1473,7	2376,3	-234,9
Осина	1456,0	168,1	1639,0	14,5	890,4	1570,6	2336,4	1572,4	2462,6	37,7	295,3	316,3
Прочие мягколиственные	338,9	56,2	681,7	271,2	470,6	83,0	251,9	735,3	279,3	220,2	591,4	-12,5
Итого мягколиственные	10667,4	4101,9	12193,1	45,4	10053,5	12367,4	11135,2	7937,3	16665,9	1731,6	3263,0	68,9
Итого основные породы	7540,8	1797,6	23234,1	-452,8	13287,2	13444,8	12966,9	8425,2	20726,3	-187,9	1635,0	-2032,2
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-0,4	0,0	0,4	0,0	-0,2	0,6	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,1

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Итого кустарники	-0,4	0,0	0,4	0,0	-0,2	0,6	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,1
Итого покрытых лесом земель	7540,4	1797,6	23234,5	-452,8	13287,1	13445,4	12966,9	8425,5	20726,6	-187,9	1635,0	-2032,1
11. Западно-Сибирский равнинный таежный район												
Сосна	5323,1	-4725,6	-6582,6	2121,6	-6937,1	5371,7	42440,9	556,4	1365,4	-1898,4	445,0	-1346,2
Ель	-1662,6	-1825,1	-3576,5	338,3	-3697,0	414,5	-9148,7	-422,8	100,5	-275,0	-385,9	-246,4
Пихта	1744,4	-669,4	-277,8	395,8	-416,0	-281,0	-14109,7	393,7	478,5	117,5	32,5	-92,6
Лиственница	-2088,9	-492,8	-37,3	2041,3	-3243,8	3,5	-2102,9	-26,4	-51,8	-5,9	-28,5	-31,2
Сосна кедровая	-1599,3	-9796,1	-6573,4	-534,2	-7622,9	1451,1	25029,6	-1047,4	-1420,9	-1125,1	-683,0	-211,6
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	1716,7	-17509,0	-17047,6	4362,8	-21916,8	6959,8	42109,3	-546,5	471,7	-3186,9	-620,0	-1928,0
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	250,0	-3312,9	385,8	5197,1	3254,2	1671,6	4609,9	2898,0	7734,8	429,1	3276,3	-855,1
Осина	-3575,0	-1595,3	1303,4	839,4	-1107,5	-2094,4	-1083,8	1222,6	1636,4	621,9	1438,2	-340,9
Прочие мягколиственные	-9,4	9,8	5,3	-22,3	1,7	-10,1	-7,9	-7,9	164,2	36,0	50,9	-0,1
Итого мягколиственные	-3334,5	-4898,4	1694,5	6014,2	2148,4	-432,9	3518,3	4112,7	9535,4	1086,9	4765,5	-1196,0
Итого основные породы	-1617,8	-22407,4	-15353,1	10377,0	-19768,4	6526,9	45627,5	3566,2	10007,1	-2100,0	4145,4	-3124,0
Прочие породы	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-10,7	-0,6	-0,6	-3,8	2,0	-1,3	-23,4	5,8	0,0	0,2	0,0	0,0
Итого кустарники	-10,7	-0,6	-0,6	-3,8	2,0	-1,3	-23,4	5,8	0,0	0,2	0,0	0,0
Итого покрытых лесом земель	-1628,5	-22408,0	-15353,8	10373,2	-19766,4	6525,5	45604,1	3572,0	10007,0	-2099,9	4145,4	-3124,1
12. Среднесибирский плоскогорный таежный район												
Сосна	19307,7	-490,8	-3889,0	-89,8	-109,4	859,7	-274,9	-361,1	-860,8	-299,5	-2272,7	-1414,4
Ель	-7533,1	751,4	4042,8	5,5	-1,9	85,3	-2,0	-19,1	-5,7	-4,5	-15,0	-212,1

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пихта	1068,2	1558,3	-3780,4	0,0	0,0	0,9	-0,8	0,8	-0,7	-0,2	-0,7	-166,4
Лиственница	-32139,5	7400,1	64,2	-156,2	-61,7	374,1	-158,4	-128,5	-215,3	-103,8	-82,9	-7422,6
Сосна кедровая	14937,5	2740,8	-45457,5	-1,7	-4,8	-2,7	-1,9	-5,0	-51,6	0,1	-28,4	-6965,1
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-4359,2	11959,8	-49020,0	-242,1	-177,8	1317,3	-438,0	-512,9	-1134,0	-408,0	-2399,7	-16180,6
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	1602,1	1825,0	16,3	11,0	11,0	253,9	2,2	-4,8	-4,9	4,8	-5,9	-593,3
Осина	1751,3	-240,0	9,8	20,0	-0,1	258,8	0,1	-2,1	8,8	-7,9	-7,9	-261,1
Прочие мягколиственные	-194,4	14,6	-187,6	0,0	-47,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого мягколиственные	3159,0	1599,5	-161,6	31,0	-36,8	512,7	2,3	-6,9	3,9	-3,1	-13,8	-854,5
Итого основные породы	-1200,2	13559,3	-49181,6	-211,2	-214,6	1830,0	-435,7	-519,8	-1130,1	-411,1	-2413,5	-17035,0
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланник	1266,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	202,9	18,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-16,0	0,0	0,0	-0,4
Итого кустарники	1469,5	18,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-16,0	0,0	0,0	-0,4
Итого покрытых лесом земель	269,4	13578,0	-49180,1	-211,2	-214,6	1830,0	-435,7	-519,8	-1146,1	-411,1	-2413,5	-17035,4
13. Приангарский район												
Сосна	17909,3	-5344,6	-907,4	-4579,7	-9476,0	-6269,0	-9407,3	-4938,8	-5329,9	-25082,2	-5569,7	7632,1
Ель	2240,7	-1174,2	40,5	-567,6	-1136,1	128,9	1,4	345,7	84,8	-7422,4	-204,7	2354,6
Пихта	1615,9	-250,8	-188,5	-447,6	-826,2	-163,2	-2400,8	207,5	-641,5	-7375,1	-1993,1	-322,2
Лиственница	17662,4	263,6	-677,8	-3217,3	-5183,8	-474,1	-2911,8	156,9	-1322,5	-10435,0	-517,1	16153,4
Сосна кедровая	18777,8	-2059,2	1021,2	-1400,9	-283,9	14,9	-1105,5	4507,5	129,0	3493,0	1892,1	2524,1
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	58206,2	-8565,2	-712,0	-10213,1	-16905,9	-6762,5	-15824,0	278,8	-7080,0	-46821,7	-6392,4	28342,0
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	11643,9	2611,2	1703,7	-899,8	153,4	807,4	1558,1	2357,2	203,5	-1903,9	4705,2	6043,2
Осина	5888,2	2349,8	875,3	-164,9	-307,9	714,1	869,9	266,9	-310,9	2492,9	2901,1	3394,9
Прочие мягколиственные	3,6	-2,3	-13,8	0,0	-0,3	1,4	0,0	-0,5	0,4	3,1	0,0	-0,4
Итого мягколиственные	17535,8	4958,7	2565,1	-1064,7	-154,8	1522,9	2428,0	2623,6	-107,0	592,1	7606,3	9437,7
Итого основные породы	75741,9	-3606,5	1853,1	-11277,8	-17060,7	-5239,6	-13396,0	2902,3	-7187,1	-46229,6	1213,9	37779,7
Прочие породы	0,3	11,1	-1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	153,1	407,7	1104,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	18,4	9,3	8,3	0,0	-1,0	0,1	24,0	22,6	14,6	-6,6	2,7	90,8
Итого кустарники	171,6	417,0	1112,7	0,0	-1,0	0,1	24,0	22,6	14,6	-6,6	2,7	90,8
Итого покрытых лесом земель	75913,8	-3178,4	2964,5	-11277,8	-17061,7	-5239,5	-13372,0	2924,9	-7172,4	-46236,2	1216,6	37870,5
14. Восточно-Сибирский таежный мерзлотный район												
Сосна	8237,8	-1628,2	-30,8	89,5	-108,3	-710,0	-83,7	-41,1	-10,7	-176,3	1128,9	-617,9
Ель	1658,1	-42,6	-1,0	1,6	-2,0	-0,6	10,8	9,9	-0,9	-5,6	817,7	-12,6
Пихта	496,6	0,7	0,8	0,0	0,0	0,1	0,1	4,4	2,7	-0,6	-84,3	-1,7
Лиственница	54027,1	-4925,5	-878,0	548,4	3720,8	-2157,2	-3592,6	27074,0	-105,6	-76,0	-39875,3	-5920,3
Сосна кедровая	1978,5	84,2	-4,5	-6,2	-18,1	-2,8	7,5	4,9	0,0	-56,6	-856,7	23,9
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	66398,2	-6511,3	-913,5	633,2	3592,3	-2870,5	-3657,9	27052,2	-114,4	-315,1	-38869,8	-6528,6
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	658,9	-16,1	-12,1	0,2	-24,8	-0,7	44,5	6,8	-4,1	-9,8	2478,2	641,6
Осина	128,8	3,6	-0,4	-0,4	-0,5	0,0	0,8	0,9	0,3	1,6	68,5	-7,8

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Прочие мягколиственные	0,0	-4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	55,0	0,0
Итого мягколиственные	787,7	-16,5	-12,5	-0,2	-25,2	-0,7	45,3	7,6	-3,9	-8,2	2601,7	633,8
Итого основные породы	67185,9	-6527,8	-926,0	633,0	3567,1	-2871,2	-3612,5	27059,9	-118,4	-323,3	-36268,1	-5894,8
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	6726,6	5155,3	8,4	4,9	-5732,1	2,1	8,3	20,2	6,7	-45,8	-1837,0	-154,1
Прочие кустарники	279,8	658,5	-4,7	-1,9	-1118,6	0,1	2,9	0,1	-0,7	0,2	-277,9	-88,0
Итого кустарники	7006,4	5813,8	3,7	3,0	-6850,7	2,2	11,2	20,3	6,0	-45,6	-2114,9	-242,1
Итого покрытых лесом земель	74192,3	-713,9	-922,3	636,0	-3283,6	-2869,0	-3601,4	27080,1	-112,4	-368,9	-38383,0	-6136,8
15. Камчатский район												
Сосна	3,1	1,1	0,0	0,0	0,0	-0,4	183,4	-3,2	9,2	0,0	0,0	0,0
Ель	-471,1	-10,7	-372,4	0,5	-18,9	-41,7	-553,7	-362,4	-4,8	-5,9	-10,1	-5,5
Пихта	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Лиственница	-554,6	-323,5	-130,5	-10,7	-40,3	-72,1	673,5	-119,0	-316,2	-38,6	-42,7	-38,9
Сосна кедровая	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-1022,6	-333,1	-503,0	-10,2	-59,2	-114,3	303,2	-484,5	-311,8	-44,6	-52,8	-44,4
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	-3760,8	191,2	-7,4	-1244,3	-7,5	-28,4	1314,1	-64,8	463,5	69,4	3,6	-23,4
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	-3760,8	191,2	-7,4	-1244,3	-7,5	-28,4	1314,1	-64,8	463,5	69,4	3,6	-23,4
Береза	73,1	30,6	-43,5	-1,9	-16,5	-3,2	1455,0	-38,7	685,3	-1,9	0,8	-1,6
Осина	3,9	0,2	-3,9	0,0	-1,4	0,0	-113,7	0,0	-48,9	0,1	0,0	0,0
Прочие мягколиственные	188,6	60,0	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	16,3	-0,1	39,0	125,5	0,0	-0,5
Итого мягколиственные	265,7	90,8	-47,6	-2,0	-18,0	-3,5	1357,6	-38,8	675,4	123,7	0,7	-2,1
Итого основные породы	-4517,8	-51,1	-558,0	-1256,5	-84,7	-146,2	2974,9	-588,0	827,0	148,5	-48,5	-69,9
Прочие породы	530,1	368,6	0,0	0,0	0,0	0,0	-162,6	0,0	-234,5	-413,5	0,0	0,0
Кедровый стланик	-121,0	98,9	-1,5	-181,9	0,0	-82,8	140,8	-60,7	83,1	209,8	-4,3	-130,6
Прочие кустарники	-514,3	-296,7	0,0	0,0	0,0	0,0	109,7	0,0	218,8	316,3	-0,1	-30,0

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Итого кустарники	-635,3	-197,7	-1,5	-181,9	0,0	-82,8	250,4	-60,7	301,9	526,0	-4,4	-160,6
Итого покрытых лесом земель	-4623,0	119,7	-559,5	-1438,4	-84,7	-228,9	3062,7	-648,7	894,4	261,1	-52,9	-230,5
16. Дальневосточный таежный район												
Сосна	-4349,7	-582,4	-65,8	7,7	144,9	-12,3	-192,1	43,7	1812,9	-284,4	-238,4	4,6
Ель	-8656,1	-864,1	-23771,5	-2391,2	-1957,1	-653,2	-2000,0	-2795,2	-436,2	-1506,8	-5262,1	-413,0
Пихта	360,9	341,6	-1321,4	1555,2	1112,8	48,7	1582,6	45,3	-21,6	461,7	1111,4	-29,6
Лиственница	-32224,9	-1034,5	-7305,8	-1780,9	-1830,1	-4411,0	-1244,2	-4345,9	15249,1	7398,8	243,5	-3548,2
Сосна кедровая	-1920,9	-262,7	-114,4	-567,2	-0,9	65,1	-56,5	-90,8	-276,9	209,2	-44,8	-1,8
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-46790,7	-2402,1	-32578,8	-3176,4	-2530,4	-4962,6	-1910,2	-7142,9	16327,3	6278,5	-4190,5	-3988,0
Дуб высокоствольный	-536,5	-768,9	45,9	444,4	-7,6	-28,0	-28,4	352,0	146,5	-232,7	-23,2	-8,8
Дуб низкоствольный	-6,4	2030,0	134,5	-19,0	-9,9	15,1	-10,8	-9,1	-5,7	49,5	-6,1	-2,8
Каменная береза	446,2	682,5	-241,0	288,8	1081,5	131,7	404,3	1585,1	408,0	35,6	107,8	-2,5
Прочие твердолиственные	-124,5	106,0	-36,2	-19,6	-2,0	21,6	-40,2	7,6	-19,1	23,7	-2,4	0,0
Итого твердолиственные	-221,2	2049,6	-96,8	694,6	1062,0	140,4	324,9	1935,6	529,7	-123,9	76,1	-14,2
Береза	414,9	4625,5	1013,7	188,3	-463,0	-270,5	4188,1	1150,8	2598,3	1855,4	4567,7	-195,5
Осина	238,3	330,1	221,6	78,4	-52,9	89,6	285,8	481,8	736,2	91,7	15,8	-18,5
Прочие мягколиственные	-212,1	296,7	-293,3	45,3	-72,5	-30,8	-116,3	-90,3	757,0	89,6	65,7	-6,5
Итого мягколиственные	441,2	5252,4	941,9	312,1	-588,4	-211,6	4357,6	1542,3	4091,5	2036,7	4649,2	-220,5
Итого основные породы	-46570,8	4899,9	-31733,7	-2169,8	-2056,7	-5033,9	2772,2	-3665,0	20948,4	8191,2	534,7	-4222,7
Прочие породы	-0,2	0,0	-0,5	0,0	-0,3	0,0	0,0	-1,2	-14,4	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	-5742,6	-2464,3	-890,3	-19,6	5,0	11,8	187,8	-115,3	2023,9	3707,6	-443,3	-0,4
Прочие кустарники	-48,5	32,3	32,8	0,0	10,5	-0,3	13,8	0,0	-1,6	12,2	-87,9	-1,4
Итого кустарники	-5791,1	-2432,0	-857,5	-19,6	15,4	11,6	201,6	-115,3	2022,3	3719,8	-531,2	-1,9
Итого покрытых лесом земель	-52362,1	2467,9	-32591,7	-2189,4	-2041,6	-5022,3	2973,8	-3781,5	22956,3	11911,0	3,6	-4224,6
17. Хвойно-широколиственный район европейской части Российской Федерации (район хвойно-широколиственных лесов)												
Сосна	0,0	6144,8	336,8	1626,6	-1111,2	-1245,1	-1040,2	4940,5	5654,8	5913,0	4798,4	25835,8
Ель	-732,1	2477,2	491,7	7477,7	-999,1	-447,5	-1125,5	2583,7	336,5	4378,3	865,3	17858,8

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пихта	-65,2	-32,9	-4,8	3,7	-32,6	-69,4	-83,3	-38,2	190,5	17,8	-13,5	270,3
Лиственница	20,2	31,1	1,0	21,4	8,5	-3,6	42,2	31,1	27,1	41,0	6,6	17,8
Сосна кедровая	0,8	0,3	0,0	0,2	0,0	-0,5	1,0	0,7	1,3	0,3	-0,2	0,7
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-776,3	8620,5	824,7	9129,6	-2134,5	-1766,1	-2205,6	7517,8	6210,3	10350,5	5656,6	43983,5
Дуб высокоствольный	140,6	-519,2	71,3	680,8	51,5	-39,8	23,9	444,7	285,6	-47,0	-43,5	1031,3
Дуб низкоствольный	-204,4	-154,3	695,9	-297,5	-23,1	-153,2	-57,3	-430,8	-42,3	140,7	-84,3	2878,2
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	65,9	70,9	52,6	275,8	42,1	-24,9	61,6	284,9	99,3	61,1	-17,8	-97,9
Итого твердолиственные	2,1	-602,6	819,8	659,1	70,5	-217,9	28,2	298,8	342,6	154,8	-145,6	3811,6
Береза	517,0	11212,0	3005,8	15531,7	-1209,2	1373,7	2847,7	6635,7	8128,6	5329,3	2943,5	62079,4
Осина	-1027,4	3712,4	456,4	4111,8	-562,8	550,8	1556,3	2274,5	1464,4	1232,5	547,9	9277,9
Прочие мягколиственные	1010,2	2036,1	2390,9	6077,0	492,6	195,9	689,1	3083,2	1935,2	1361,9	161,9	13228,5
Итого мягколиственные	499,8	16960,6	5853,1	25720,5	-1279,4	2120,4	5093,2	11993,5	11528,3	7923,7	3653,3	84585,9
Итого основные породы	-274,5	24978,5	7497,5	35509,2	-3343,4	136,4	2915,8	19810,0	18081,2	18428,9	9164,3	132381,0
Прочие породы	0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,8	0,0	0,1	0,0	-0,1
Кедровый стланник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	0,4	9,4	15,7	0,0	14,8	-7,0	6,1	-20,3	-7,1	-4,0	-22,2	-2,4
Итого кустарники	0,4	9,4	15,7	0,0	14,8	-7,0	6,1	-20,3	-7,1	-4,0	-22,2	-2,4
Итого покрытых лесом земель	-273,9	24987,7	7513,2	35509,2	-3328,7	129,5	2921,9	19789,0	18074,1	18424,9	9142,0	132378,4
18. Приамурско-Приморский хвойно-широколиственный район												
Сосна	-0,3	6,4	0,1	0,0	-0,7	-1,5	0,8	0,0	2,8	0,2	0,2	0,0
Ель	318,1	-3049,6	-7655,6	-568,6	-4836,7	-627,2	428,3	-585,1	289,4	458,4	575,3	-1019,2
Пихта	1299,5	187,5	-435,5	-159,4	428,9	-22,6	-191,2	-194,8	-64,9	192,2	-123,6	108,3
Лиственница	1953,7	-1637,5	-2850,4	-132,4	-1721,5	-90,4	-770,2	-75,4	144,0	-69,2	-128,2	-21,2
Сосна кедровая	-6216,2	-1790,1	-214,3	-578,5	-2992,3	-266,4	-1034,0	-105,7	-548,8	1103,4	523,4	-95,4
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-2645,4	-6283,4	-11155,7	-1438,9	-9122,2	-1008,1	-1566,3	-961,0	-177,5	1685,0	847,1	-1027,5
Дуб высокоствольный	1108,3	434,0	-198,5	-80,5	-621,6	-16,9	594,1	-46,1	251,3	514,0	592,4	1401,1

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Дуб низкоствольный	-4,3	526,5	-12,5	-14,3	-19,0	-35,8	-9,7	-1,3	-5,8	-29,0	-18,7	-2133,4
Каменная береза	1500,1	1605,7	-204,6	-135,2	1786,1	-237,8	249,1	-170,9	4,1	106,4	277,0	-256,9
Прочие твердолиственные	-78,8	124,8	-104,7	-47,2	-640,2	-141,1	113,6	-60,3	19,8	179,8	76,5	-441,7
Итого твердолиственные	2525,3	2691,1	-520,2	-277,3	505,3	-431,5	947,1	-278,5	269,3	771,3	927,2	-1430,9
Береза	1841,0	-815,0	-1160,4	-99,3	899,1	2,9	710,8	-121,0	461,2	-0,9	-248,4	-35,4
Осина	84,0	82,5	-113,3	-28,0	-40,4	25,8	-53,1	-29,2	368,3	-15,8	-74,0	-16,5
Прочие мягколиственные	500,7	363,4	-252,3	-27,5	266,3	331,1	105,6	-32,3	-8,4	99,3	-390,6	-71,8
Итого мягколиственные	2425,7	-369,1	-1526,0	-154,7	1125,0	359,8	763,2	-182,6	821,1	82,6	-713,0	-123,6
Итого основные породы	2305,6	-3961,5	-13201,8	-1870,9	-7491,8	-1079,8	144,0	-1422,1	912,9	2538,8	1061,3	-2582,1
Прочие породы	-47,3	8,7	-9,7	-0,5	-16,9	-5,1	5,6	-0,9	-2,6	17,2	-7,4	-15,9
Кедровый стланик	97,1	-138,4	-7,7	0,0	46,8	-0,7	19,1	0,0	18,8	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого кустарники	96,7	-138,4	-7,7	0,0	46,8	-0,7	19,1	0,0	18,8	0,0	0,0	0,0
Итого покрытых лесом земель	2355,0	-4091,1	-13219,3	-1871,5	-7461,9	-1085,6	168,7	-1423,0	929,1	2556,1	1053,9	-2597,9
19. Лесостепной район европейской части Российской Федерации												
Сосна	1482,1	1203,5	-186,1	-147,3	-333,9	-165,2	1687,1	241,4	1259,8	4093,8	2312,9	-1308,6
Ель	66,9	179,2	29,8	61,2	25,0	51,2	71,9	283,9	93,5	331,6	180,7	-209,2
Пихта	-0,8	-1,7	0,0	-0,1	-2,7	0,0	-0,3	-13,9	0,0	0,0	0,0	-3,4
Лиственница	18,4	37,0	2,2	10,5	-14,3	4,2	4,2	25,6	10,7	11,2	10,0	-3,1
Сосна кедровая	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	-0,3	0,3	-0,2
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	1566,7	1418,0	-154,0	-75,6	-325,9	-109,7	1763,0	537,1	1364,0	4436,3	2503,8	-1524,6
Дуб высокоствольный	1552,7	728,1	-55,2	176,1	12,9	-35,9	60,7	337,9	-133,7	-150,2	68,2	358,8
Дуб низкоствольный	-1653,2	-1736,9	442,4	-83,5	-538,8	-356,6	2033,4	-153,4	1428,7	-144,2	692,9	-1019,4
Каменная береза	0,0	0,4	-2,0	0,0	2,0	0,0	-2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	82,8	260,6	61,9	67,8	-41,2	752,9	265,3	21,8	214,3	-40,4	203,3	-33,3
Итого твердолиственные	-17,6	-747,8	447,0	160,4	-565,0	360,4	2357,4	206,4	1509,3	-334,8	964,4	-693,9
Береза	1039,3	1841,9	309,1	-104,9	-613,6	68,4	823,9	910,7	342,7	1869,0	1047,5	-502,7
Осина	95,3	995,4	-202,2	33,4	-629,9	-423,5	833,2	707,5	642,4	1935,9	1681,4	-356,7

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Прочие мягколиственные	1173,0	1369,0	413,4	205,8	-894,3	-1478,9	2347,9	517,2	698,6	297,7	942,9	-1629,2
Итого мягколиственные	2307,6	4206,3	520,2	134,3	-2137,8	-1834,0	4005,0	2135,4	1683,6	4102,6	3671,8	-2488,6
Итого основные породы	3856,7	4876,5	813,2	219,1	-3028,7	-1583,3	8125,4	2878,9	4556,9	8204,1	7140,0	-4707,1
Прочие породы	-1,1	0,8	0,0	0,1	0,1	3,2	9,2	0,0	6,0	-0,6	0,0	0,3
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	2,7	-4,1	7,5	0,1	-0,3	1,2	-6,1	-5,1	-5,7	-8,0	1,3	-1,6
Итого кустарники	2,7	-4,1	7,5	0,1	-0,3	1,2	-6,1	-5,1	-5,7	-8,0	1,3	-1,6
Итого покрытых лесом земель	3858,3	4873,3	820,7	219,3	-3028,9	-1578,8	8128,5	2873,9	4557,3	8195,6	7141,3	-4708,5
20. Южно-Уральский район												
Сосна	544,9	523,0	1328,6	29,0	1344,4	1105,3	516,3	802,9	-771,6	1817,2	876,1	-2295,4
Ель	-137,2	-12,7	-31,1	3,1	-81,1	241,3	308,7	5,6	-43,1	87,0	80,8	-6607,9
Пихта	2,4	-75,1	-34,5	-4,0	-81,9	10,7	-207,2	-11,4	-94,8	-20,0	-13,5	-2515,8
Лиственница	70,3	15,8	3,8	5,6	36,7	46,0	-26,3	53,6	-3,3	74,5	65,1	-245,4
Сосна кедровая	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	-3,6	2,0	0,4	0,0	0,1	0,6	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	480,8	451,2	1266,8	33,7	1218,1	1399,7	593,6	851,1	-912,8	1958,8	1009,2	-11664,5
Дуб высокоствольный	-5,5	-24,6	6,9	-0,6	-187,4	3,9	9,5	0,8	-91,1	0,0	-0,5	-0,2
Дуб низкоствольный	-559,7	-44,0	-5,0	-8,8	120,3	51,7	-39,8	-42,4	-3,9	-381,7	-62,9	-409,3
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	-163,4	-63,7	5,3	-6,2	75,5	68,9	50,8	-82,9	-397,2	176,8	56,5	-505,2
Итого твердолиственные	-728,6	-132,4	7,2	-15,6	8,4	124,5	20,5	-124,5	-492,1	-204,8	-7,0	-914,7
Береза	1076,5	1906,9	5921,4	1546,7	3757,4	2174,2	2842,7	-103,9	594,2	1494,8	658,8	-4327,0
Осина	-46,2	97,7	411,5	-73,2	420,3	332,0	1983,8	-78,0	889,0	-78,5	-163,4	-2926,5
Прочие мягколиственные	630,2	301,1	95,2	-41,3	914,0	852,1	1231,4	112,2	993,4	951,0	125,7	-2936,4
Итого мягколиственные	1660,5	2305,7	6428,1	1432,2	5091,7	3358,3	6057,9	-69,7	2476,6	2367,3	621,1	-10189,9
Итого основные породы	1412,7	2624,6	7702,2	1450,3	6318,2	4882,5	6672,0	656,9	1071,7	4121,3	1623,4	-22769,1
Прочие породы	-0,3	-2,9	-2,2	0,2	0,0	-4,9	4,9	0,0	0,0	0,0	0,3	-0,5
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-0,8	-0,8	0,9	-21,3	1,0	-2,2	3,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	1,1

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Итого кустарники	-0,8	-0,8	0,9	-21,3	1,0	-2,2	3,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	1,1
Итого покрытых лесом земель	1411,6	2620,9	7700,8	1429,2	6319,2	4875,4	6680,0	656,9	1071,6	4121,2	1623,8	-22768,5
21. Западно-Сибирский подтаежно-лесостепной район												
Сосна	-8648,3	2721,2	-352,8	-381,4	1238,9	2568,4	826,0	4394,1	-2440,5	1386,5	1243,1	4200,1
Ель	-1158,9	826,3	4,5	25,9	46,1	55,8	42,4	902,6	-119,8	46,4	-184,3	1950,4
Пихта	-153,0	-170,2	-378,8	311,1	-167,4	24,7	-928,6	787,9	-349,4	493,3	9,1	2674,7
Лиственница	-7825,9	2,4	7,0	0,6	-3,5	-15,5	-1,4	1,4	-17,2	13,9	3,3	41,4
Сосна кедровая	-3449,4	935,2	17,5	9,0	17,4	50,6	28,4	493,8	-301,7	-113,8	-1324,4	147,4
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-21235,7	4314,8	-702,6	-34,8	1131,5	2684,0	-33,1	6579,8	-3228,6	1826,3	-253,2	9014,0
Дуб высокоствольный	0,1	0,0	-0,5	0,5	0,5	0,1	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,1
Дуб низкоствольный	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,4	0,1	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,2	2,4	-1,0	3,6	0,5	4,5	-0,1	0,1	0,2	0,9	1,2	-0,2
Итого твердолиственные	0,2	2,4	-1,5	4,0	0,7	4,6	0,1	0,2	0,2	1,1	1,2	-0,1
Береза	888,7	8432,8	11154,3	908,5	2161,2	2138,4	246,1	6203,7	417,5	2546,1	8068,3	66647,9
Осина	878,7	1380,4	446,7	343,1	189,9	353,0	141,9	3403,7	2808,3	3870,1	2181,4	20063,2
Прочие мягколиственные	35,5	56,3	15,7	-2,3	5,9	40,6	15,4	40,9	-2,1	33,3	79,5	1503,3
Итого мягколиственные	1803,0	9869,5	11616,7	1249,3	2357,0	2532,0	403,3	9648,3	3223,7	6449,6	10329,3	88214,4
Итого основные породы	-19432,5	14186,7	10912,6	1218,6	3489,2	5220,6	370,3	16228,3	-4,7	8277,1	10077,3	97228,3
Прочие породы	0,7	0,4	0,1	0,0	-2,7	1,8	4,3	0,0	0,7	-1,9	-2,0	-0,3
Кедровый стланик	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-25,9	16,3	7,4	0,0	30,1	5,1	-8,2	0,5	-0,2	7,2	-2,5	175,6
Итого кустарники	-25,9	16,3	7,4	0,0	30,1	5,1	-8,2	0,5	-0,2	7,2	-2,5	175,6
Итого покрытых лесом земель	-19457,7	14203,4	10920,1	1218,5	3516,6	5227,6	366,3	16228,9	-4,1	8282,4	10072,8	97403,6
22. Среднесибирский подтаежно-лесостепной район												
Сосна	-13896,0	4622,8	-489,2	-500,7	2067,9	-1215,0	-402,5	-943,8	146,0	-592,0	-782,1	10004,1
Ель	-3542,3	-80,8	-83,9	-62,9	-257,9	1664,9	-117,4	-534,9	39,3	-220,9	-179,4	-1662,8

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пихта	-1151,0	-679,7	-152,7	-49,8	683,9	-1238,7	-191,5	880,2	-33,0	688,8	-193,5	-170,5
Лиственница	-7734,6	1523,9	-535,6	-71,7	233,4	3210,4	-142,0	143,6	-170,3	-89,2	-174,0	-7548,6
Сосна кедровая	5217,9	3398,5	41,9	-8,9	1233,9	-3734,0	-26,8	986,5	754,9	1267,4	17,0	-6659,5
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-21105,9	8784,6	-1219,4	-694,0	3961,2	-1312,4	-880,3	531,5	736,9	1054,2	-1312,0	-6037,4
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	-513,9	3414,7	1590,5	30,8	2425,1	2151,3	-15,4	783,8	1215,4	3011,6	-221,1	8194,9
Осина	-598,2	986,2	438,7	-31,1	562,8	698,1	96,7	190,8	636,4	501,8	-56,3	-350,6
Прочие мягколиственные	7,4	7,8	1,8	0,0	-2,8	-0,7	0,1	8,2	0,1	11,7	0,0	0,0
Итого мягколиственные	-1104,8	4408,6	2031,0	-0,3	2985,2	2848,7	81,3	982,8	1852,0	3525,1	-277,4	7844,2
Итого основные породы	-22210,7	13193,4	811,6	-694,2	6946,4	1536,3	-798,9	1514,3	2588,9	4579,3	-1589,4	1806,9
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланник	40,2	287,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	58,4	-29,3	21,5	-0,1	1,6	13,0	0,0	4,1	0,3	11,1	0,0	-41,1
Итого кустарники	98,6	258,2	21,5	-0,1	1,6	13,0	0,0	40,2	0,3	11,1	0,0	-41,1
Итого покрытых лесом земель	-22112,1	13451,6	833,1	-694,3	6947,9	1549,4	-798,9	1554,5	2589,2	4590,4	-1589,4	1765,8
23. Забайкальский лесостепной район												
Сосна	628,5	-61,0	-77,2	5,3	-28,9	-1046,5	-41,1	701,4	-9,9	15,7	97,7	-1052,0
Ель	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Пихта	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Лиственница	2796,3	-8,2	-141,0	-6,4	-171,9	-4336,2	66,8	3114,4	-34,0	-68,1	353,1	1379,3
Сосна кедровая	197,8	9,8	0,0	0,0	0,0	-15,4	-0,1	54,3	0,0	0,0	66,7	-154,3
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	3622,6	-59,4	-218,3	-1,1	-200,8	-5398,1	25,6	3870,1	-43,9	-52,5	517,6	173,0
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	976,6	-25,8	-33,7	-14,2	-25,4	-61,4	-11,5	436,4	-28,1	-48,9	26,4	4464,9
Осина	220,2	6,7	-0,5	0,3	0,0	54,3	14,8	77,8	-0,2	-0,5	25,4	602,4
Прочие мягколиственные	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,2	0,0	0,0	0,0	-0,6	-0,6
Итого мягколиственные	1196,0	-19,1	-34,2	-13,9	-25,3	-6,8	11,5	514,2	-28,3	-49,4	51,2	5066,7
Итого основные породы	4818,7	-78,5	-252,5	-15,1	-226,1	-5404,9	40,1	4384,3	-72,2	-101,8	568,8	5239,7
Прочие породы	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	254,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-428,1	3,5	0,0	0,0	0,0	1,9
Прочие кустарники	127,0	-10,7	0,1	-0,6	-0,7	-6,1	151,1	291,9	36,3	-0,2	0,3	125,5
Итого кустарники	381,2	-10,7	0,1	-0,6	-0,7	-6,1	-277,0	295,5	36,3	-0,2	0,3	127,4
Итого покрытых лесом земель	5199,9	-89,1	-252,2	-15,6	-226,8	-5411,1	-236,5	4679,7	-35,9	-102,0	569,0	5367,2
24. Дальневосточный лесостепной район												
Сосна	-8,0	17,0	104,9	-23,6	127,1	-6,3	374,5	-84,4	-7,3	-68,6	-50,1	-13,2
Ель	-3470,4	-245,7	-52,3	-92,6	739,9	-5121,1	-105,9	-7600,5	-17,6	-39,7	-307,8	-15,5
Пихта	-212,6	-159,3	-8,3	250,4	-10,2	332,5	-33,8	759,5	-39,3	-16,8	150,4	-20,6
Лиственница	-739,5	-583,8	-102,2	98,6	3368,5	103,7	210,9	-496,1	-42,6	143,3	-173,2	-209,5
Сосна кедровая	-980,9	-172,7	-72,1	-105,3	-2,0	-3629,7	67,8	-1495,3	7,5	11,6	-110,8	-93,2
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-5411,3	-1144,4	-130,0	127,5	4223,2	-8321,0	513,6	-8916,8	-99,3	29,8	-491,6	-351,9
Дуб высокоствольный	761,9	-401,5	124,8	515,6	-19,0	273,3	-36,4	1460,1	-31,8	-43,1	365,4	3650,4
Дуб низкоствольный	119,8	147,8	379,4	-5,1	187,2	-12,7	927,0	-561,6	-21,6	194,3	1357,6	-4532,7
Каменная береза	-175,2	-243,0	98,6	-28,4	179,7	6484,4	51,1	4531,6	14,9	58,0	-56,9	-134,2
Прочие твердолиственные	-108,1	-89,2	-12,8	-22,5	-6,2	24,8	-20,4	-78,3	-12,4	-23,5	-212,7	33,1
Итого твердолиственные	598,5	-585,9	590,0	459,7	341,8	6769,7	921,2	5351,8	-50,9	185,7	1453,3	-983,4
Береза	134,1	745,0	296,6	252,2	4426,3	-41,5	342,0	1841,1	-83,5	662,1	-184,6	-4,6
Осина	91,4	74,8	-36,4	159,6	216,1	-76,6	-3,6	338,1	-47,0	-60,8	27,3	-7,8

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Прочие мягколиственные	-27,4	-337,0	81,8	68,8	0,3	2074,4	-9,4	126,7	-8,9	-15,5	-198,9	-18,5
Итого мягколиственные	198,2	482,7	342,0	480,6	4642,7	1956,3	329,0	2306,0	-139,3	585,8	-356,2	-31,0
Итого основные породы	-4614,7	-1247,6	802,0	1067,7	9207,7	405,0	1763,8	-1259,0	-289,5	801,3	605,5	-1366,3
Прочие породы	13,9	0,5	-13,6	0,8	-0,6	-27,9	-0,1	-40,3	0,1	0,0	-36,8	-2,1
Кедровый стланик	-0,1	-1,0	0,0	0,0	0,0	80,3	0,0	-1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-0,2	-77,2	1,4	-0,3	103,4	-0,1	9,1	51,8	0,0	120,8	0,0	0,0
Итого кустарники	-0,3	-78,2	1,4	-0,3	103,4	80,2	9,1	50,5	0,0	120,8	0,0	0,0
Итого покрытых лесом земель	-4601,1	-1325,3	789,8	1068,3	9310,5	457,3	1772,8	-1248,8	-289,4	922,1	568,7	-1368,3
25. Район степей европейской части Российской Федерации.												
Сосна	466,5	223,3	-86,5	64,3	63,6	-117,9	-81,5	593,4	1563,3	0,0	570,8	-312,1
Ель	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	-0,2	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0
Пихта	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Лиственница	0,5	2,5	0,6	0,9	11,2	0,1	-0,1	0,3	0,6	0,1	-0,4	0,3
Сосна кедровая	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	467,0	226,0	-85,9	65,2	75,1	-117,6	-81,8	594,1	1563,9	0,1	570,4	-311,8
Дуб высокоствольный	221,3	165,1	95,0	-0,2	-4,6	-99,6	-113,0	-298,7	-74,0	-63,2	7,7	70,0
Дуб низкоствольный	-74,7	190,8	-20,5	146,8	260,3	300,7	222,9	1033,5	162,3	-24,2	30,7	-689,9
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	-5,1	-848,6	161,8	148,5	61,5	75,8	263,4	225,0	149,9	46,6	305,1	164,3
Итого твердолиственные	141,6	-492,6	236,3	295,1	317,3	276,9	373,2	959,9	238,2	-40,8	343,5	-455,6
Береза	-4,2	95,8	-19,6	3,1	222,4	-2,9	4,7	51,3	107,1	-4,5	-7,1	-35,2
Осина	70,6	187,3	-16,1	-8,2	114,5	-11,2	-20,3	178,9	127,5	-17,0	1,3	47,0
Прочие мягколиственные	82,5	453,5	29,0	301,4	766,7	-9,5	279,8	120,2	275,7	-3,1	135,0	-298,6
Итого мягколиственные	148,9	736,7	-6,7	296,3	1103,6	-23,6	264,3	350,4	510,3	-24,5	129,2	-286,9
Итого основные породы	757,5	470,0	143,7	656,6	1495,9	135,7	555,8	1904,4	2312,4	-65,3	1043,1	-1054,2
Прочие породы	-23,0	-11,5	4,7	13,3	-0,2	2,9	7,6	18,7	18,7	6,0	30,6	18,7
Кедровый стланик	0,1	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-1,5	-18,6	-0,3	-14,4	0,6	0,7	-5,9	-7,2	0,3	4,5	-4,4	-3,1

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Итого кустарники	-1,5	-18,7	-0,3	-14,4	0,6	0,7	-5,9	-7,2	0,3	4,5	-4,4	-3,1
Итого покрытых лесом земель	733,0	439,8	148,2	655,4	1496,4	139,3	557,5	1915,9	2331,3	-54,8	1069,3	-1038,6
26. Район полупустынь и пустынь европейской части Российской Федерации.												
Сосна	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ель	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Пихта	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Лиственница	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сосна кедровая	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб высокоствольный	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,2	-0,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	-0,5	0,6	0,0	0,1	-10,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,2	1,5	-6,8	5,4	-3,3	35,0	53,1	-0,3	0,0	-0,5	-0,1	-0,3
Итого твердолиственные	-0,3	2,0	-6,9	5,4	-14,0	34,7	54,4	-0,3	0,0	-0,5	-0,1	-0,3
Береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Осина	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие мягколиственные	-2,8	1,4	-7,2	0,4	54,0	93,5	60,2	0,1	0,3	0,4	0,3	0,5
Итого мягколиственные	-2,8	1,4	-7,2	0,4	54,0	93,5	60,2	0,1	0,3	0,4	0,3	0,5
Итого основные породы	-3,1	3,4	-14,1	5,9	40,0	128,2	114,6	-0,2	0,2	-0,1	0,2	0,2
Прочие породы	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-0,4	1,5	-4,2	4,7	1,5	8,6	8,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Итого кустарники	-0,4	1,5	-4,2	4,7	1,5	8,6	8,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Итого покрытых лесом земель	-3,5	5,0	-18,5	10,5	41,5	137,9	123,0	-0,2	0,3	-0,1	0,2	0,2
27. Северо-Кавказский горный район												
Сосна	-38,6	108,7	-22,2	8,3	102,2	12,5	160,1	124,9	-9,8	-3,4	-363,1	-300,4
Ель	-0,2	-67,6	-16,7	-0,1	46,8	-0,2	-15,3	-2,0	-2,7	-3,0	-4,9	-5,2

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пихта	-15,0	159,0	226,2	13,8	38,5	-2,9	-31,3	-24,7	-18,4	-19,9	-23,7	-2458,0
Лиственница	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сосна кедровая	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-53,9	200,1	187,4	22,0	187,5	9,5	113,4	98,2	-30,8	-26,3	-391,7	-2763,6
Дуб высокоствольный	-225,3	-429,6	-3674,6	1904,8	-3715,0	1600,8	46,6	-9,7	-14,9	-15,4	-170,2	-2403,3
Дуб низкоствольный	-94,5	425,2	5110,9	1541,8	6877,8	876,0	109,6	-14,4	-33,9	-21,7	358,2	-623,4
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	-89,1	-608,7	-134,9	2963,7	306,8	200,4	377,2	80,3	-52,2	-36,9	284,8	-8058,4
Итого твердолиственные	-408,9	-613,1	1301,4	6410,3	3469,6	2677,1	533,4	56,3	-101,1	-74,0	472,9	-11085,0
Береза	-21,3	29,3	-0,4	33,0	39,1	-36,6	244,7	42,6	-1,4	6,4	-2,0	-40,2
Осина	-14,9	49,9	-4,2	101,4	58,5	5,7	116,2	-10,8	-13,9	-11,2	4,9	67,0
Прочие мягколиственные	-66,0	108,7	81,4	260,5	88,0	-12,3	83,8	48,2	-7,0	-5,3	118,7	-52,6
Итого мягколиственные	-102,2	187,9	76,7	394,9	185,6	-43,3	444,7	79,9	-22,3	-10,1	121,6	-25,8
Итого основные породы	-564,9	-225,1	1565,5	6827,2	3842,7	2643,3	1091,5	234,4	-154,2	-110,4	202,8	-13874,5
Прочие породы	-789,3	786,6	361,0	96,3	-15,1	60,7	46,3	-3,4	11,5	6,1	32,7	-3888,0
Кедровый стланник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	678,4	-653,5	-18,4	-77,8	-8,1	-1,0	-20,5	-3,5	-1,3	0,7	9,6	11,1
Итого кустарники	678,4	-653,5	-18,4	-77,8	-8,1	-1,0	-20,6	-3,5	-1,3	0,7	9,6	11,1
Итого покрытых лесом земель	-675,8	-91,9	1908,1	6845,8	3819,6	2703,0	1117,2	227,6	-143,9	-103,7	245,0	-17751,4
28. Алтае-Саянский горнотаежный район												
Сосна	-834,6	-1277,6	719,0	-234,2	343,1	-66,3	365,4	217,3	854,6	-217,7	-130,8	8223,5
Ель	-345,1	489,1	283,0	-262,3	-8,2	-8,1	2,5	84,0	43,4	-340,0	25,9	443,4
Пихта	-1483,0	765,4	1948,4	-893,7	-128,8	-351,2	138,5	-536,0	161,1	-526,1	-568,3	-3086,5
Лиственница	-5694,7	8968,4	550,6	-529,8	-601,4	-291,0	-174,8	67,5	1972,2	1416,7	-109,1	2432,6
Сосна кедровая	-2067,0	7877,0	4207,8	-475,2	900,5	828,3	4115,8	2010,4	953,7	1016,9	40,8	-13556,3
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-10424,5	16822,2	7708,8	-2395,0	505,2	111,7	4447,4	1843,1	3985,0	1349,8	-741,5	-5543,3
Дуб высокоствольный	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Дуб низкоствольный	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,9	0,0	0,2	0,0
Итого твердолиственные	0,7	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	-2,9	0,0	0,2	0,0
Береза	2033,3	3153,5	2786,6	-241,7	693,6	991,6	2013,4	1876,0	3435,3	2192,1	397,9	8859,6
Осина	584,5	1319,5	1923,0	-719,9	6,4	248,2	2084,2	1604,1	87,6	909,0	-296,6	5295,9
Прочие мягколиственные	28,6	19,6	-0,8	0,0	4,1	-0,8	77,9	41,1	-26,2	6,9	-138,4	62,9
Итого мягколиственные	2646,4	4492,7	4708,8	-961,7	704,1	1238,9	4175,5	3521,2	3496,8	3108,0	-37,1	14218,5
Итого основные породы	-7777,4	21314,9	12417,6	-3356,7	1209,4	1350,7	8623,0	5364,3	7478,9	4457,8	-778,4	8675,2
Прочие породы	0,0	0,2	64,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	-0,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	-8,8	55,3	-17,0	-0,4	7,9	-4,6	0,2	-12,9	-11,1	-35,8	7,4	3,4
Итого кустарники	-9,0	58,0	-17,0	-0,4	7,9	-4,6	0,2	-12,9	-11,1	-35,8	7,4	3,4
Итого покрытых лесом земель	-7786,4	21373,1	12465,4	-3357,1	1217,2	1346,1	8623,3	5351,4	7467,9	4422,0	-771,1	8678,6
29. Алтай-Саянский горнолесостепной район												
Сосна	164,3	-105,4	-104,5	-30,2	-7,7	-6,6	-7,1	-18,8	496,8	-20,6	-16,6	-569,2
Ель	13,9	13,7	-0,6	-1,1	-0,5	5,9	-0,3	-0,7	2,3	0,5	133,3	352,8
Пихта	-154,8	-97,8	-0,8	1,0	-8,7	-2,2	-0,5	-0,9	-92,6	-33,6	-3,5	-100,7
Лиственница	161,8	1191,8	-9,4	-99,1	-7,3	-4,0	-96,2	-79,5	-13,3	-51,8	654,4	7154,6
Сосна кедровая	211,7	414,5	11,5	4,9	2,4	0,7	-54,5	-6,0	0,3	5,5	-327,1	3808,2
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	396,9	1416,9	-103,8	-124,4	-21,8	-6,2	-158,6	-105,9	393,6	-99,9	440,5	10645,8
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	262,0	-22,7	-2,3	-7,2	-5,3	-6,4	-53,5	-14,3	53,7	-20,1	-0,6	1258,8
Осина	525,1	-147,7	-9,9	-2,1	-10,0	-6,5	-8,4	-5,9	11,0	-10,8	-8,8	-2050,8

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Прочие мягколиственные	8,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,4	0,0	7,9	33,5
Итого мягколиственные	795,1	-171,4	-12,2	-9,2	-15,3	-12,8	-61,9	-20,3	64,3	-30,9	-1,4	-758,5
Итого основные породы	1192,0	1245,4	-116,0	-133,7	-37,1	-19,0	-220,6	-126,2	457,9	-130,8	439,1	9887,3
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие кустарники	7,6	6,4	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-9,9	60,5
Итого кустарники	7,6	6,4	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	-9,9	60,5
Итого покрытых лесом земель	1199,6	1251,8	-116,1	-133,7	-37,1	-19,0	-220,6	-126,2	457,3	-130,8	429,2	9947,8
30. Байкальский горный лесной район												
Сосна	507,3	-149,7	1026,7	-530,7	-990,0	-325,8	1194,0	-981,8	286,5	-402,5	-309,5	-13630,8
Ель	-119,0	43,4	17,6	-2,6	-0,4	0,3	13,0	-4,4	18,3	-37,3	0,6	-519,8
Пихта	6,6	6,8	-2,8	-1,1	-1,8	0,2	2,9	-7,1	-1,5	-53,0	1,0	-156,7
Лиственница	-166,7	803,9	-166,6	572,8	-137,3	-103,7	4362,8	992,6	333,5	446,6	451,4	-14851,1
Сосна кедровая	-1887,2	758,9	355,3	830,8	-37,5	15,6	2831,5	-264,5	1075,5	22,2	246,9	-24673,7
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-1659,0	1463,4	1230,2	869,1	-1167,0	-413,4	8404,1	-265,2	1712,4	-24,0	390,4	-53832,2
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Береза	1176,3	385,2	167,5	115,0	-35,3	-12,1	2228,2	701,0	720,7	206,0	190,3	-5493,9
Осина	881,2	141,6	49,7	18,4	-9,0	-15,3	292,1	-21,9	51,3	-120,6	0,8	-2032,3
Прочие мягколиственные	-2,3	10,9	-0,1	0,0	0,0	0,0	-3,8	0,3	0,3	0,0	0,0	-54,2
Итого мягколиственные	2055,2	537,7	217,1	133,5	-44,3	-27,4	2516,5	679,3	772,3	85,4	191,1	-7580,3
Итого основные породы	396,2	2001,1	1447,2	1002,6	-1211,3	-440,8	10920,7	414,1	2484,6	61,4	581,5	-61412,6
Прочие породы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	-70,2	129,0	-117,5	82,1	1,9	-1,4	390,4	-133,8	130,7	1,1	-5,6	-439,7
Прочие кустарники	25,8	75,1	53,5	-19,9	0,2	1,3	409,5	133,3	39,7	16,6	0,6	-43,3

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Итого кустарники	-44,4	204,1	-64,0	62,2	2,1	-0,1	799,9	-0,5	170,4	17,7	-5,0	-483,0
Итого покрытых лесом земель	351,9	2205,2	1383,2	1064,8	-1209,2	-440,9	11720,6	413,6	2655,0	79,1	576,5	-61895,6
31. Забайкальский горномерзлотный район												
Сосна	-1869,5	56,1	-899,7	-81,6	-353,8	-123,4	-136,6	-750,7	1,5	-83,0	203,9	-4671,1
Ель	-6,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-4,2
Пихта	-24,0	-1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-311,0
Лиственница	-3735,7	6224,3	-694,5	-107,8	-542,5	-58,1	-168,3	-357,3	2360,9	-57,3	440,7	-3066,2
Сосна кедровая	-170,1	318,2	-476,5	0,1	-12,7	0,1	0,0	-11,0	0,1	0,0	52,2	-1969,9
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-5806,0	6597,7	-2070,7	-189,4	-908,9	-181,4	-304,9	-1118,9	2362,5	-140,3	696,8	-10022,4
Дуб высокоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дуб низкоствольный	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Каменная береза	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Прочие твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Итого твердолиственные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Береза	801,2	1200,2	-275,9	-63,5	-155,4	-56,5	-106,7	-185,3	-114,3	-23,6	162,4	-609,5
Осина	81,5	227,1	-280,0	-0,2	-16,7	-0,8	0,0	-2,0	1,7	9,0	27,8	-420,5
Прочие мягколиственные	2,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	1,4	-0,5	1,1	-2,2	0,1	-13,8
Итого мягколиственные	884,9	1427,5	-555,8	-63,6	-172,1	-57,1	-105,3	-187,8	-111,5	-16,8	190,3	-1043,9
Итого основные породы	-4921,1	8025,2	-2626,5	-253,0	-1081,0	-238,5	-410,2	-1306,7	2251,0	-157,0	887,1	-11066,2
Прочие породы	-102,6	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кедровый стланик	3,3	220,6	0,0	1,6	0,0	0,0	3586,4	-3536,5	5453,4	-1,8	-5161,1	3298,0
Прочие кустарники	10,0	326,2	-0,6	-0,5	-0,6	-0,3	1422,1	-1293,3	4075,8	-2010,5	-448,8	1329,5
Итого кустарники	13,3	546,8	-0,6	1,1	-0,6	-0,3	5008,5	-4829,8	9529,2	-2012,2	-5609,9	4627,5
Итого покрытых лесом земель	-5010,4	8571,9	-2627,1	-251,9	-1081,6	-238,8	4598,7	-6136,5	11780,2	-2169,3	-4722,8	-6438,7
Сумма по лесным районам России												
Сосна	28376,9	10447,0	8332,5	17703,6	-9758,9	516,4	50242,0	29400,2	20930,3	-14520,0	6699,6	70564,0
Ель	-32041,7	-3352,2	-13813,3	14864,6	-10711,0	-6440,9	-7837,7	-5711,3	-1169,8	-10444,1	-7397,7	4508,3

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Пихта	3051,2	776,2	-3972,3	1024,6	806,2	-1730,5	-16632,0	2143,3	-250,6	-6276,3	-2375,5	-6676,8
Лиственница	-27983,9	-6967,6	-12781,6	6090,7	-29020,1	-11613,4	-3943,9	41267,3	21564,1	-291,8	-38293,4	-24076,1
Сосна кедровая	8296,9	3162,0	-41106,6	-2472,3	-8415,6	-4753,5	29828,7	18307,6	3502,8	1566,4	-416,4	-47857,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-20300,6	4065,4	-63341,2	37211,2	-57099,3	-24021,9	51657,0	85407,1	44576,8	-29965,8	-41783,3	-3537,6
Дуб высокоствольный	3033,0	-723,6	-3562,9	3641,6	-4478,7	1646,9	561,4	2240,8	356,0	-7,1	794,7	4104,1
Дуб низкоствольный	-2469,0	1578,8	6725,2	1259,2	7023,0	504,2	3177,6	-179,7	1746,4	-145,0	2267,4	-6519,1
Каменная береза	-1991,1	2236,3	-359,2	-1119,1	3040,7	6349,3	2011,9	5880,9	897,6	262,1	331,3	-418,2
Прочие твердолиственные	-266,8	1795,1	-14,0	3369,1	-174,4	986,2	1183,1	331,4	1678,2	412,2	696,0	-8938,6
Итого твердолиственные	-1693,9	4886,6	2789,1	7150,8	5410,6	9486,7	6933,9	8273,4	4678,2	522,2	4089,4	-11771,8
Береза	49944,5	56311,7	56304,7	41842,7	40144,5	27558,9	51137,1	65113,3	60570,6	40472,5	41797,5	181751,7
Осина	10811,3	13688,6	11421,7	8196,1	2187,0	2596,7	12889,9	14827,0	15846,7	13878,0	12406,1	36540,7
Прочие мягколиственные	3545,8	5218,6	4232,4	8203,1	2039,6	2142,5	6222,1	1708,0	4926,1	3954,8	1675,5	13738,6
Итого мягколиственные	64301,7	75219,0	71958,8	58241,8	44371,2	32298,0	70249,0	81648,3	81343,4	58305,3	55879,1	232031,0
Итого основные породы	42307,1	84171,0	11406,6	102603,8	-7317,5	17762,8	128840,0	175328,8	130598,5	28861,7	18185,2	216721,5
Прочие породы	-414,0	1172,5	403,3	110,4	-35,8	32,1	-84,1	-27,7	-197,1	-375,3	17,4	-3887,8
Кедровый стланник	76,0	3036,7	-303,5	-201,2	-22217,7	-1225,6	3179,9	10148,4	7534,0	21138,2	-3871,5	-3925,8
Прочие кустарники	1556,4	1894,4	103,3	-3,6	889,6	114,3	2085,4	-84,6	4334,3	-1316,9	-756,2	4584,1
Итого кустарники	1632,5	4931,0	-200,2	-204,8	-21328,2	-1111,4	5265,3	10063,8	11868,3	19821,3	-4627,7	658,3
Итого покрытых лесом земель	43525,6	90274,6	11609,7	102509,3	-28681,4	16683,6	134021,2	185364,9	142269,7	48307,7	13574,8	213492,0
Расчет по управляемым лесам России в целом (без деления на лесные районы) с едиными коэффициентами пересчета запаса												
Сосна	31083,1	9791,9	8140,7	17681,2	-10095,2	99,6	51344,0	29570,1	20980,4	-15182,9	6161,1	71641,5
Ель	-33108,0	-4385,1	-15342,0	13939,7	-10907,6	-9638,2	-8853,3	-6598,0	-1213,5	-12244,9	-8666,1	10504,9
Пихта	3057,2	780,1	-4078,4	1100,0	824,3	-3797,5	-16614,7	2145,1	-256,4	-6291,1	-2355,8	-4602,7
Лиственница	-35620,2	-2349,8	-12838,0	4926,1	-27415,3	-11447,6	-4077,5	36414,4	22878,1	-210,1	-33063,0	-23066,3
Сосна кедровая	8298,6	3160,2	-41162,8	-2470,4	-8397,7	-4748,0	29836,0	18276,6	3502,8	1594,7	-423,7	-47829,0
Можжевельник	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого хвойные	-26289,2	6997,2	-65280,5	35176,6	-55991,5	-29531,7	51634,4	79808,2	45891,4	-32334,3	-38347,6	6648,3
Дуб высокоствольный	3056,4	-739,9	-3530,2	3595,9	-4496,1	1673,2	540,1	2172,4	398,8	25,6	800,0	4013,7

Преобладающая порода	Изменение запаса углерода в фитомассе по годам, тыс. т С/год											
	среднее за 1990-1993 г.	среднее за 1993-1998 г.	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Дуб низкоствольный	-2468,9	1546,7	6779,1	1262,6	7013,6	506,5	3192,9	-206,0	1709,2	-158,7	2301,3	-6496,1
Каменная береза	-1989,8	2234,7	-338,2	-1124,2	3039,1	6347,7	2033,6	5854,2	914,0	260,5	324,5	-425,1
Прочие твердолиственные	-241,0	1796,6	-8,0	3372,5	-220,7	912,9	1209,6	332,4	1760,8	282,7	743,3	-8757,3
Итого твердолиственные	-1643,3	4838,1	2902,7	7106,7	5335,9	9440,4	6976,3	8153,1	4782,8	410,1	4169,0	-11664,7
Береза	51420,3	58008,6	58265,3	42862,8	41055,9	24724,9	51607,8	64724,5	61221,7	41521,4	42908,5	193625,2
Осина	10811,4	13692,1	11259,5	8422,9	2190,5	161,2	12860,9	14839,3	15874,7	13798,8	12427,3	38935,0
Прочие мягколиственные	3459,6	5219,4	4267,5	8217,0	2051,2	1893,7	6357,3	1688,5	4939,8	3886,1	1725,2	14042,6
Итого мягколиственные	65691,2	76920,2	73792,3	59502,7	45297,6	26779,8	70825,9	81252,3	82036,2	59206,3	57061,0	246602,7
Итого основные породы	37758,7	88755,5	11414,5	101786,0	-5358,0	6688,5	129436,6	169213,6	132710,4	27282,2	22882,4	241586,4
Прочие породы	365,4	387,1	398,8	137,1	-12,9	32,0	-116,0	-19,0	-237,3	-348,6	21,6	-3763,9
Кедровый стланик	75,6	3033,8	-303,3	-214,3	-22219,9	-1221,8	3203,3	10158,3	7492,5	21130,8	-3839,9	-3895,4
Прочие кустарники	883,2	2574,8	99,1	0,0	910,6	125,7	2030,7	-80,0	4312,9	-1291,6	-769,6	4651,8
Итого кустарники	958,8	5608,6	-204,3	-214,3	-21309,3	-1096,1	5234,0	10078,3	11805,4	19839,3	-4609,5	756,4
Итого покрытых лесом земель	39082,9	94751,3	11609,1	101708,8	-26680,2	5624,5	134554,6	179272,9	144278,5	46772,9	18294,6	238578,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Сравнение результатов базового и секторного подхода к оценке выбросов CO₂

В 2007 г. общее расхождение между выбросами CO₂ от сжигания топлива, определенными с помощью базового и секторного подходов МГЭИК, составило 52 547,97 Гг или 3,82% общего выброса CO₂ в данной категории. Суммарный выброс, определенный с помощью базового подхода, превышает рассчитанный с помощью секторного подхода, хотя для индивидуальных видов топлива расхождение может быть как положительным, так и отрицательным (табл. П.4.1).

Таблица П.4.1

*Сравнение выбросов CO₂ за 2007 г., полученных на основе
базового и секторного подхода*

Вид топлива	Базовый подход		Секторный подход		Расхождение
	Кажущееся потребление, ПДж	Выброс CO ₂ , Гг	Кажущееся потребление, ПДж	Выброс CO ₂ , Гг	Выброс CO ₂ , %
Жидкое	4 914,01	318 248,74	4 008,18	285 894,09	11,32
Твердое	3 831,87	272 240,13	3 234,76	293 914,94	-7,37
Газовое	15 322,79	836 684,05	14 025,75	777 862,82	7,56
Прочее	-0,04	-6,28	119,20	16 946,83	-100,04
Всего	24 068,62	1 427 166,64	21 387,89	1 374 618,67	3,82

Вероятными причинами отмеченного расхождения являются:

- Неполный учет в оценках, выполненных по базовому подходу, захоронения углерода в результате использования топлив в качестве сырья и материалов в неэнергетических целях. Для тех видов топлива, для которых в руководствах МГЭИК отсутствуют коэффициенты захоронения углерода при их нетопливном использовании, количества топлив, использованные в качестве сырья и материалов при расчете выбросов по базовому подходу не вычитались из общего количества сжигаемого топлива, следствием чего является завышение выбросов.
- Наличие неопределенности коэффициентов захоронения углерода, приведенных в руководствах МГЭИК и использованных в кадастре «по умолчанию».
- Наличие потерь топлив на стадии переработки (преобразования) из одних видов топлива в другие (в частности, при переработке первичных (природных топлив). Базовый подход МГЭИК игнорирует наличие таких потерь, т.е. по умолчанию предполагает потерянное топливо сожженным (использованным). Секторный подход, наоборот, учитывает только действительно использованное топливо. (Согласно методике МГЭИК потери при переработке, происходящие в форме выбросов парниковых газов в атмосферу, оцениваются в подразделе 1В – выбросы от утечек и испарения топлив).
- Принципиальная особенность базового подхода МГЭИК, заключающаяся в оценке выбросов CO₂ на основе расчетного «кажущегося» потребления топлив, в результате чего для условий России количество потребленного первичного (природного) жидкого топлива оказывается завышенным, а вторичного – заниженным. Учитывая, что к первичным и вторичным топливам применяются различающиеся расчетные параметры (например, содержание углерода) это приводит к дополнительным расхождениям при сравнении с результатами секторного подхода.

Информация о национальном энергетическом балансе включена в приложение 2 настоящего доклада.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Количественная оценка неопределенности национального кадастра

В Национальном кадастре парниковых газов 2009 года выполнены оценки неопределенности выбросов и абсорбции парниковых газов для большей части категорий источников. Эти оценки приведены в соответствующих разделах доклада о кадастре. В настоящем приложении представлена общая оценка неопределенности национального кадастра парниковых газов, выполненная в соответствии с Руководящими указаниями МГЭИК по эффективной практике (МГЭИК, 2000).

Приведенная ниже таблица П.5.1 в целом соответствует принципам оценки неопределенностей по Уровню 1 методологии МГЭИК. В таблицу включены оценки для укрупненных категорий и основных парниковых газов. По всей вероятности, полученная в результате расчетов достаточно высокая величина общей неопределенности кадастра обусловлена использованием укрупненных категорий выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов. Большая детализация категорий источников по секторам и включение всех парниковых газов позволят снизить величину общей неопределенности национального кадастра парниковых газов.

Улучшение оценок неопределенности в части повышения охвата категорий источников и парниковых газов и представление полученных результатов в полном соответствии с требованиями методологии МГЭИК входят в число приоритетных задач по совершенствованию национального кадастра парниковых газов Российской Федерации. Предполагается, что эти работы будут выполнены при подготовке национального кадастра в 2010 году.

Литература и источники данных

1. МГЭИК, 2000. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. МГЭИК-ОЭСР-МЭА. Хайяма, 2000.

Таблица П5.1

Оценка неопределенности национального кадастра парниковых газов

Категория источника МГЭИК	Газ	Выбросы в базовый год, Гг CO ₂ -экв.,	Выбросы в 2007 году, Гг CO ₂ -экв.,	Неопределенность данных о производственной деятельности, %	Неопределенность коэффициентов выбросов, %	Объединенная неопределенность, %	Объединенная неопределенность от суммарных национальных выбросов в 2007 г., %
Энергетика (1)							
Сжигание топлива (1.A)	CO ₂	2264626,43	1374618,67	7	5	8,60	6,11
	CH ₄	11211,84	3148,81	7	78,5	78,81	0,13
	N ₂ O	6469,50	3065,58	7	88	88,28	0,14
Утечки при обращении с твердыми топливами (1.B.1)	CH ₄	67234,80	47526,41	20	100	101,98	2,50
Утечки при использовании нефти и газа (1.B.2)	CO ₂	22479,07	35544,78	5	25	25,50	0,47
	CH ₄	335073,64	321648,43	5	25	25,50	4,24
	N ₂ O	79,48	126,09	5	25	25,50	0,00
Выбросы от между- народного бункерного топлива (1.C.1)	CO ₂	11954,44	9326,17	50	3	50,09	0,24
	CH ₄	15,36	3,91	50	50	70,71	0,00
	N ₂ O	99,88	80,20	50	90	102,96	0,00
Промышленные процессы (2)							
Продукция из мине- рального сырья (2.A)	CO ₂	83683,44	54529,48	30	5,4	30,48	0,86
Химическая промышленность (2.B)	CO ₂	19825,66	20302,52	3	5	5,83	0,06
	CH ₄	423,83	413,65	2	57,5	57,53	0,01
	N ₂ O	3566,70	3426,09	10	10	14,14	0,03
Металлургия (2.C)	CO ₂	108482,95	94827,43	3	5	5,83	0,29
	CH ₄	412,65	355,95	3	37,5	37,62	0,01

Категория источника МГЭИК	Газ	Выбросы в базовый год, Гг CO ₂ -экв.,	Выбросы в 2007 году, Гг CO ₂ -экв.,	Неопределенность данных о производственной деятельности, %	Неопределенность коэффициентов выбросов, %	Объединенная неопределенность, %	Объединенная неопределенность от суммарных национальных выбросов в 2007 г., %
Производство галоидоуглеродов и гексафторида серы (2.E)	PFC	15753,84	16829,84	3	10	10,44	0,09
	HFC	6921,92	12569,49	50	100	111,80	0,73
	SF ₆	76794,52	1050920,30	50	100	111,80	60,72
Использование растворителей и иной продукции (3)							
Использование растворителей и иной продукции	N ₂ O	561,61	541,40	5	20	20,62	0,01
Сельское хозяйство (4)							
Внутренняя ферментация с/х животных (4.A)	CH ₄	95266,92	37884,68	5	30	30,41	0,60
Системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4.B)	CH ₄	7412,85	3216,18	10	39	40,26	0,07
	N ₂ O	48429,95	19583,88	5		5,00	0,05
Рисоводство (4.C)	CH ₄	1627,29	821,52	5	25	25,50	0,01
Сельскохозяйственные земли (4.D)	N ₂ O	157235,39	73202,72	5	500	500,02	18,92
Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (5)							
Лесные земли (5.A)	CO ₂	-220403,77	-1418656,32	20	13	23,85	-17,49
	CH ₄	3632,58	2337,09	20	70	72,80	0,09
	N ₂ O	368,9	238,70	20	70	72,80	0,01

Категория источника МГЭИК	Газ	Выбросы в базовый год, Гг CO ₂ -экв.,	Выбросы в 2007 году, Гг CO ₂ -экв.,	Неопределенность данных о производственной деятельности, %	Неопределенность коэффициентов выбросов, %	Объединенная неопределенность, %	Объединенная неопределенность от суммарных национальных выбросов в 2007 г., %
Пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (5.B)	CO ₂	266161,24	104465,74	5	75	75,17	4,06
Сенокосы и пастбища (5.C)	CO ₂	-9518,56	-1794,40	5	75	75,17	-0,07
Отходы (6)							
Твердые бытовые отходы (6.A)	CH ₄	24423,71	37578,95	5	30	30,41	0,59
Очистка сточных вод (6.B)	CH ₄	25023,82	22282,11	5	30	30,41	0,35
	N ₂ O	5420,38	3957,24	5	30	30,41	0,06