Р О С С И Й С К А Я Ф Е Д Е Р А Ц И Я

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД

О КАДАСТРЕ

антропогенных выбросов из источников
и абсорбции поглотителями
парниковых газов
не регулируемых Монреальским протоколом

за 1990 – 2009 гг.

Часть 1

Москва 2011

Национальный доклад о кадастре разрабатывается 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 транспорта Российской Федерации (Минтранс России);
Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России);
Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз)
Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация);
Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр);
Федеральная служба государственной статистики (Росстат);
Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор)
Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор);
Федеральная таможенная служба.

Организационное руководство разработкой доклада осуществлялось Управлением научных программ, международного сотрудничества и информационных ресурсов Росгидромета. Методическое руководство, подготовка и редактирование доклада осуществлялось ФГБУ «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.,
Зеленов А.С, к.г.н., Карабань Р.Т., к.с-х.н., Гинзбург В.А., к.г.н., Грабар В.А., к.б.н.,
Коротков В.Н., к.б.н., Говор И.Л., Имшенник Е.В., Смирнов Н.С., Уварова Н.Е.

Научный руководитель - Израэль Ю.А., д.ф-м.н., проф., академик РАН.

В докладе использованы материалы, предоставленные следующими организациями: ФГУП «Федеральный центр геоэкологических систем», ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации», Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Институт угля Сибирского отделения РАН, Российский государственный гидрометеорологический университет, Объединенная компания РУСАЛ, ОАО «Концерн Энергоатом», ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», ООО «Азотэкон-плюс», ООО «Литвинчук Маркетинг».

Контактные данные
уполномоченных федеральных органов власти и организаций

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

Москва, Д-242, ГСП-5, 123995, Нововаганьковский переулок, д. 12
Тел.: +7 499 795-1467; +7 499 252-0708
Факс: +7 499 795-2216
Электронная почта: Head@mecom.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Российской академии наук» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)

107258, Москва, ул. Глебовская, д. 20-Б
Тел.: +7 499 169-2411; +7 499 169-2430
Факс: +7 499 160-0831
Электронная почта: Yu.Izrael@g23.relcom.ru

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Резюме **5**

1. Введение **10**

1.1 Национальные условия, имеющие отношение к разработке кадастра парниковых газов Российской Федерации 10

1.2 Организация и разработка национального кадастра Российской Федерации. Национальная система оценки. Методология и источники данных 13

1.3 Обеспечение и контроль качества 16

1.4 Ключевые категории 19

1.5 Состав доклада о кадастре 23

1.6. Общая оценка неопределенности 23

Литература и источники данных 24

2. Тенденции изменения выбросов и абсорбции парниковых газов **25**

2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов 25

2.2 Тенденции выбросов по секторам 27

2.3 Тенденции выбросов по газам 30

Литература и источники данных 30

3. Энергетика (сектор 1 ОФД) **31**

3.1 Обзор по сектору 31

3.2 Сжигание топлива (1.A) 33

3.3 Выбросы от утечек и испарения топлив (1.B) 66

3.4 Выбросы от международного бункерного топлива (1.C1) 91

Литература и источники данных 99

4. Промышленные процессы (сектор 2 ОФД) **101**

4.1 Обзор по сектору 101

4.2 Продукция, производимая из минерального сырья (2.A) 102

4.3 Химическая промышленность (2.B) 114

4.4 Металлургия (2.C) 126

4.5 Другие производства (2.D) 138

4.6 Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.E) 141

Литература и источники данных 158

5. Использование растворителей и другой продукции (сектор 3 ОФД) **160**

5.1 Обзор по сектору 160

5.2 Использование красителей (3.A) 160

5.3 Обезжиривание и химическая чистка (3.B) 160

5.4 Полиграфическая промышленность, использование клеев и адгезивов, бытовое использование растворителей и прочие виды использования растворителей (3.C) 162

5.5 Прочие (3.D) 162

Литература и источники данных 162

6. Сельское хозяйство (сектор 4 ОФД) 164
6.1 Обзор по сектору 164
6.2 Методология сбора данных о деятельности по сектору сельского хозяйства 166
6.3 Выбросы CH_4 при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (4A) 167
6.4 Выбросы CH_4 от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Ba) 176
6.5 Выбросы N_2O от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Bb) 180
6.6 Рисоводство (4C) 184
6.7 Прямые выбросы N_2O от сельскохозяйственных земель (4D1) 186
6.8 Навоз пастбищ и огороженных выпасов (4D2) 191
6.9 Косвенный выброс N_2O от сельскохозяйственных земель (4D3) 191
6.10 Неопределенность оценок выбросов 191
6.11 Обеспечение и контроль качества 193
6.12 Пересчеты и планируемые усовершенствования 199
Литература и источники данных 200

7. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (Сектор 5 ОФД) 203
7.1 Обзор по сектору 203
7.2 Характеристика источников и поглотителей парниковых газов 213
7.3 Методология сбора данных о деятельности в секторе лесного хозяйства 217
7.4 Методика расчетов, данные о деятельности, параметры и величины выбросов и их верификация 219
7.5 Неопределенность оценок выбросов и абсорбции и последовательность временных рядов 307
7.6 Обеспечение и контроль качества, пересчеты и планируемые усовершенствования 311
Литература и источники данных 315

8. Отходы (сектор 6 ОФД) 322
8.1 Обзор по сектору 322
8.2 Захоронение твердых бытовых отходов на свалках и полигонах (6.A) 323
8.3 Очистка сточных вод (6.B) 331
Литература и источники данных 344

9. Пересчеты и усовершенствования 346
Литература и источники данных 347

10. Дополнительная информация согласно пункту 1 статьи 7 Киотского протокола 348
10.1 Информация о российской системе оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов 348
10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2010 году 348
10.3 Расчет резерва периода выполнения обязательств Киотского протокола 360
10.4 Дополнительная информация о деятельности в области землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства согласно статьям 3.3. и 3.4 360
10.5 Сведение к минимуму неблагоприятных последствий в соответствии с пунктом 14 статьи 3 383
Литература и источники данных 386

Р Е З Ю М Е

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 ООН[2]. В результате ратификации Россией условия вступления протокола в силу, предусмотренные его статьей 25, были выполнены и 16 февраля 2005 г. Киотский протокол вступил в действие 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 единиц[3] 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 заинтересованными федеральными органами исполнительной власти разработал порядок формирования и функционирования системы оценки 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 указанным порядком[4], 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 года[5].

В соответствии со статьей 12, пункт 1а РКИК ООН, российский Национальный кадастр включает информацию о следующих парниковых газах: диоксид углерода (CO_2), метан

---

[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 Минюстом России 29 сентября 2006 г., рег. № 8335.

[5] Российской Федерацией в качестве базового года для выбросов CO_2, CH_4 и N_2O выбран 1990 г., в качестве базового года для выбросов ГФУ, ПФУ и SF_6 выбран 1995 г.

(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, 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 диоксиду серы (SO_2).

При разработке Национального кадастра учитывались требования «Руководящих принципов для подготовки национальных сообщений Сторон, включенных в приложение I к Конвенции, часть I: руководящие принципы РКИК ООН для представления информации о годовых кадастрах» в том виде, как они содержатся в документе Вспомогательного органа РКИК ООН для консультирования по научным и техническим аспектам[6], а также требования к дополнительной информации, представление которой предусмотрено статьей 7 Киотского протокола.

Настоящий Национальный доклад о кадастре (НДК) включает материалы, характеризующие кадастровые данные за 1990-2009 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 согласно классификации 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 происходил спад выбросов, затронувший все секторы, и связанный с общей динамикой экономической ситуации в стране (рис. Р.1). В последующие годы, в период роста экономики, наметилось устойчивое увеличение выбросов. В 2009 г. совокупный выброс парниковых газов возрос на 6,22 % по сравнению с 1998 г. – годом с наименьшей величиной выброса.

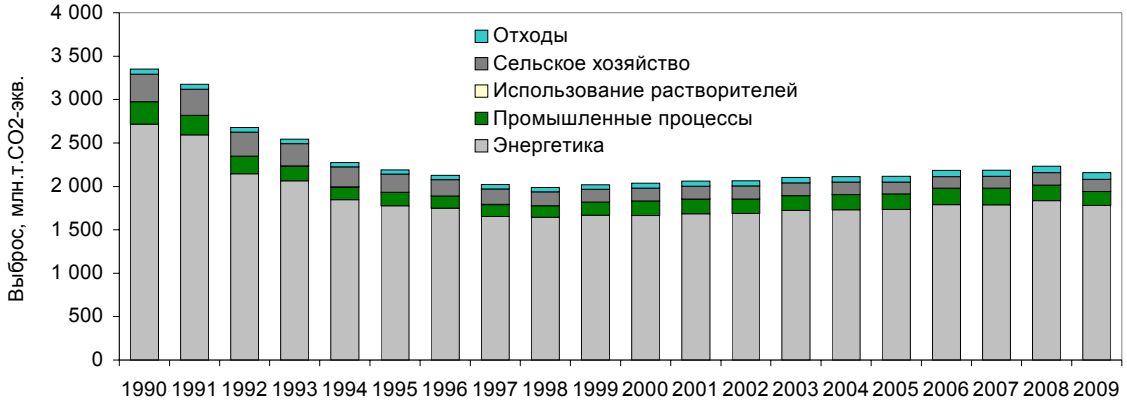


Рис. Р.1. Антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

[6] Документ РКИК ООН FCCC/SBSTA/2006/9.

[7] Данный сектор не подпадает под действие Киотского протокола.

Таблица Р.1

Выбросы парниковых газов Российской Федерации по секторам МГЭИК (млн. т. CO_2-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Энергетика																			
2717,15	2593,55	2144,84	2066,09	1848,70	1777,33	1752,50	1653,15	1643,89	1668,20	1665,82	1684,77	1688,37	1725,74	1731,06	1735,66	1792,46	1788,77	1830,44	1737,01
Промышленные процессы																			
257,52	224,15	202,58	168,71	144,03	154,36	140,18	139,85	134,17	151,12	166,77	167,86	166,22	168,00	176,83	178,77	187,70	191,00	180,69	158,25
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	0,54	0,56
Сельское хозяйство																			
317,29	303,02	278,58	258,19	233,88	210,16	191,77	178,19	158,38	145,64	149,06	150,11	150,30	146,11	142,59	136,81	133,85	137,66	142,83	142,37
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство																			
80,29	74,48	-26,85	-113,36	-183,91	-224,97	-293,12	-391,53	-387,66	-420,89	-461,34	-536,92	-566,23	-556,66	-541,91	-537,52	-531,78	-561,33	-592,47	-649,60
Отходы																			
58,62	56,39	52,73	50,47	48,62	50,05	49,04	49,94	50,92	53,29	55,55	57,04	58,72	60,65	62,73	65,03	67,25	68,98	69,83	73,31
Всего[1)]																			
3431,43	3252,11	2652,41	2430,65	2091,82	1967,44	1840,90	1630,11	1600,22	1597,88	1576,38	1523,39	1497,91	1544,37	1571,84	1579,29	1650,03	1625,62	1631,88	1461,90

[1)] Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.

Однако, в отличие от предыдущих лет, в 2009 г. рост выбросов сменился их уменьшением (кроме секторов «Отходы» и «Использовании растворителей и другой продукции»). Наибольшее падение объемов выбросов было зафиксировано в промышленном секторе – на 5,1% по сравнению с предыдущим годом.

Распределение выбросов по секторам в течение 1990-2009 гг. изменилось не очень значительно. По абсолютной величине доминируют выбросы энергетического сектора (в 1990 и 2009 гг. их доля составила соответственно 81,1% и 82,3%). Уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора, в котором на протяжении 1998-2009 гг., в отличие от других секторов, роста выбросов не происходило (9,5% и 6,7% соответственно в 1990 и 2009 гг.). В противоположность другим секторам, выбросы, связанные с отходами, превысили уровень базового года, достигнув в 2009 году величины 125,1% от выбросов 1990 г.

Совокупный выброс парниковых газов в энергетическом, промышленном и аграрном секторе, а также при использовании растворителей и другой продукции и при обращении с отходами в 2009 году составил 2 111,50 млн.т. CO_2-экв. и оставался значительно (на 37,0%) более низким, чем выброс 1990 года. Следует отметить, что, в целом, темпы наблюдавшегося в последние годы роста выбросов были относительно невысокими и значительно отставали от темпов роста ВВП, что связано как с повышением общей энергоэффективности экономики, так и с происходившими в этот период структурными экономическими изменениями, в частности, с увеличением доли непроизводственного сектора в экономике Российской Федерации.

Динамика выбросов при землепользовании, изменении в землепользовании и в лесном хозяйстве характеризуется четким трендом увеличения поглощения и снижения выбросов в течение периода с 1990 по 2009 год, которая связана:

– с уменьшением выброса от пахотных земель (обусловленным сокращением площадей пахотных земель, увеличением средней урожайности большинства культурных растений в последние годы, и, в основном, снижением уровня микробного дыхания пахотных почв в результате низких доз внесения органических удобрений);

– с аккумуляцией почвенного органического углерода на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья, в связи с ростом их площадей за указанный период.

На рисунке Р.2 представлен результирующий тренд выбросов парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство», который складывается из выбросов от пахотных земель, осушения органических почв, лесных пожаров, лесозаготовок, торфоразработок, деятельности по сведению лесов (обезлесение), а также поглощением диоксида углерода биомассой и другими пулами углерода управляемых лесов, противоэрозионными и полезащитными насаждениями, кормовых угодий и землями, переведенными из пахотных в кормовые. На рисунке выбросы имеют положительный знак, а абсорбция (поглощение) – отрицательный.

Выбросы парниковых газов с разбивкой по газам в период 1990-2009 гг. представлены в таблице Р.2.

Величина резерва первого периода выполнения Киотского протокола (неснижаемый остаток единиц в национальном реестре, рассчитываемый ежегодно) составляет 10 796 350 900 т. CO_2-экв.

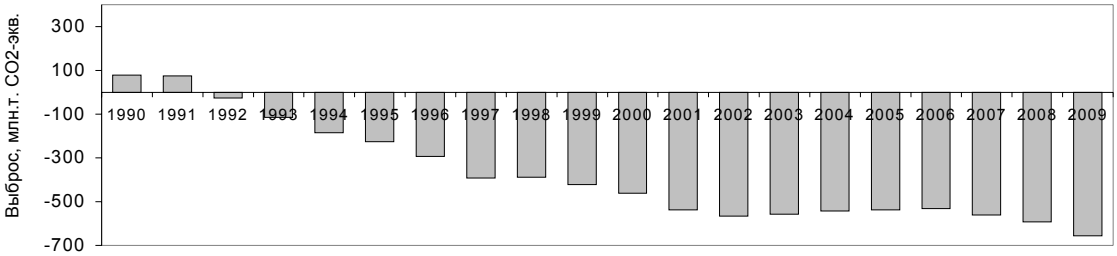


Рис. Р.2. Динамика антропогенной эмиссии и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»

Таблица Р.2

Динамика выбросов парниковых газов в Российской Федерации (млн. т. CO_2-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CO_2, с учетом ЗИЗЛХ[1)]																			
2559,89	2409,29	1886,57	1703,19	1421,85	1331,88	1220,75	1050,74	1019,60	1031,95	990,97	935,16	904,69	941,16	964,58	969,09	1030,26	999,13	995,98	855,12
CO_2, без учета ЗИЗЛХ[1)]																			
2498,58	2352,23	1931,08	1834,30	1622,41	1572,64	1533,92	1458,40	1432,78	1469,80	1471,33	1490,39	1491,34	1521,28	1523,52	1524,77	1581,85	1578,88	1609,16	1526,75
Метан (CH_4), с учетом ЗИЗЛХ																			
601,68	586,16	534,29	520,23	484,59	464,96	459,44	425,07	432,79	427,33	438,79	442,75	451,33	466,87	472,05	475,83	487,31	492,44	495,86	471,87
Метан (CH_4), без учета ЗИЗЛХ																			
591,50	576,85	524,86	510,72	475,67	456,50	448,68	416,44	419,05	418,25	428,62	432,94	440,39	454,32	462,87	466,05	476,71	482,55	484,68	459,98
Закись азота (N_2O), с учетом ЗИЗЛХ																			
228,57	216,09	197,80	181,82	162,56	147,94	140,08	131,50	122,48	112,83	117,49	117,94	120,04	118,57	114,36	112,63	112,64	115,03	120,75	121,20
Закись азота (N_2O), без учета ЗИЗЛХ																			
219,77	207,97	189,58	173,54	154,83	140,60	130,78	124,00	110,70	104,96	108,65	109,45	110,57	107,67	106,50	104,24	103,42	106,50	111,21	111,06
Гидрофторуглероды (ГФУ)																			
28,41	27,06	22,29	14,45	12,24	12,23	10,79	14,28	17,32	18,03	21,13	20,04	15,37	11,65	14,62	15,69	14,28	13,83	14,73	10,47
Перфторуглероды (ПФУ)																			
11,68	12,42	11,10	10,80	10,49	10,02	8,79	7,47	7,18	7,05	7,30	6,63	5,52	5,01	5,01	4,72	4,18	3,80	3,73	2,45
Гексафторид серы (SF_6)																			
1,20	1,09	0,35	0,17	0,10	0,42	1,05	1,05	0,85	0,68	0,70	0,87	0,94	1,10	1,24	1,34	1,36	1,39	0,83	0,79
Всего, с учетом ЗИЗЛХ[1,2)]																			
3431,43	3252,11	2652,41	2430,65	2091,82	1967,44	1840,90	1630,11	1600,22	1597,88	1576,38	1523,39	1497,91	1544,37	1571,84	1579,29	1650,03	1625,62	1631,87	1461,90
Всего, без учета ЗИЗЛХ[1,2)]																			
3351,14	3177,63	2679,26	2543,97	2275,73	2192,41	2134,01	2021,64	1987,87	2018,77	2037,72	2060,31	2064,14	2101,04	2113,75	2116,81	2181,80	2186,95	2224,34	2111,50

[1)] Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

[2)] Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы 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 ООН[9]. В результате ратификации Россией условия вступления протокола в силу, предусмотренные его статьей 25, были выполнены и 16 февраля 2005 г. Киотский протокол вступил в действие, 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 единиц[10] Функции уполномоченного национального органа по системе оценки выполняет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Функции администратора российского реестра углеродных единиц выполняет Федеральное государственное унитарное предприятие «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).

---

[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.

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 непревышение в период 2008-2012 гг. совокупным антропогенным выбросом парниковых газов, включенных в Приложение А Киотского протокола, пятикратного выброса базового года. Установленное количество выбросов на первый период действия Киотского протокола составляет для Российской Федерации 16 617 095 319 тонн CO_2-экв. (Уточнение…, 2008).

Российская Федерация занимает большую часть Восточной Европы и Северную Азию. Площадь ее территории составляет 17 098,2 тыс. км^2 (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). По данным Рослесхоза, площадь земель, покрытых лесной растительностью составляет 797 млн. га или 46,6% территории страны. Сельскохозяйственные угодья занимают 13% территории.

В период 2000-2008 гг. происходил устойчивый рост российской экономики практически по всем ее основным показателям, пришедший на смену экономическому спаду начала и середины 1990-х гг. (Четвертое национальное сообщение, 2006; Российский статистический ежегодник, 2008; Российский статистический ежегодник, 2009; Пятое национальное сообщение, 2010; и др.). ВВП Российской Федерации в период 2000-2008 гг. увеличился на 65,6% (табл. 1.1). Начавшийся в 2008 г. мировой кризис привел к падению в 2009 г. ВВП на 7,9% и промышленного производства на 9,3% по сравнению с 2008 г. (табл. 1.1; Российский статистический ежегодник, 2010).

Рост производства первичных энергоресурсов и производства электроэнергии электростанциями в Российской Федерации показаны в таблицах 1.2 и 1.3.

Таблица 1.1

Численность населения и темпы роста основных экономических показателей

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ВВП (в постоянных ценах), % к предыдущему году	110,0	105,1	104,7	107,3	107,2	106,4	108,2	108,5	105,2	92,2
Промышленное производство (в сопоставимых ценах), % к предыдущему году	108,7	102,9	103,1	108,9	108,0	105,1	106,3	106,8	100,6	90,7
Продукция сельского хозяйства (в сопоставимых ценах), % к предыдущему году	106,2	106,9	100,9	99,9	102,4	101,6	103,0	103,3	110,8	101,4
Численность населения (на конец года), млн. чел.	146,3	145,6	145,0	144,2	143,5	142,8	142,2	142,0	141,9	141,9

Таблица 1.2

Производство первичных энергоресурсов (млн.т условного топлива)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Всего, в том числе:	1 408	1 455	1 505	1 607	1 687	1 722	1 765	1 781	1 796	1 706
нефть, включая газовый конденсат	463	498	543	603	657	672	687	702	698	707
естественный газ	674	671	687	716	730	739	757	752	766	674
уголь	163	171	164	177	183	193	201	204	212	202
топливный торф (условной влажности)	0,7	1,0	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3
сланцы	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,1	-	0,2	0,2	0,1
дрова	5,4	5,2	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,2	4,4	4,2
электроэнергия, вырабатываемая гидростанциями, атомными, геотермальными и ветровыми электростанциями	102	108	105	106	111	112	114	117	114	118

Таблица 1.3

Производство электроэнергии электростанциями (млрд. кВт-ч.)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Все электростанции, в том числе:	878	891	891	916	932	953	996	1015	1040	992
тепловые	582	578	585	608	609	629	664	676	710	652
гидроэлектростанции	165	176	164	158	178	175	175	179	167	176
атомные	131	137	142	150	145	149	156	160	163	164

Одним из наиболее активно развивающихся секторов в стране является транспорт. Так, в период 2000-2009 гг. интенсивно развивались грузоперевозки, грузооборот транспорта за этот период возрос на 22,2%. Сокращение объемов грузоперевозок произошло в 2009 г. – на 10% по сравнению с 2008 г. Одновременно с увеличением количества частного парка автомашин пассажирооборот всех видов транспорта общего пользования в 2009 г. по сравнению с 2000 г. уменьшился на 7%. Увеличивается протяженность эксплуатационной длины путей сообщения общего пользования, которая в конце 2009 г. составляла 86 тыс. км для железных дорог и 776 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием (включая дороги необщего пользования). Значительный вклад в общие выбросы парниковых газов в РФ вносит транспортировка нефти и газа, объемы которых в 2009 г. составили 505,0 млн. т. и 780,0 млн. т. соответственно. Протяженность магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов в 2009 году равнялась 65 тыс. км.

В 2000-2009 гг. существенно возрос объем продукции сельского хозяйства. В 2009 г. урожайность некоторых сельскохозяйственных культур была наибольшей за период 2000-2009 гг. (урожайность – овощей – 199 ц/га; картофеля – 143 ц/га). В то же время по ряду культур урожайность в 2009 г. несколько снизилась и составила: для зерновых и зернобобовых культур в целом 22,7 ц/га; масличных – 11,5 ц/га; для сена однолетних трав – 16,5 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 пункта 1 статьи 5, Распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. № 278-р была создана российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой. Система оценки создана для:

– оценки объемов антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов;

– представления ежегодно, в соответствии с РКИК и Киотским протоколом, соответствующих данных в форме кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов;

– подготовки сообщений, представляемых Российской Федерацией в соответствии с РКИК и Киотским протоколом;

– информирования органов государственной власти и органов местного самоуправления, организаций и населения об объемах антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов;

– разработки мероприятий, направленных на ограничение (снижение) антропогенных выбросов из источников и (или) абсорбции поглотителями парниковых газов[11].

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

Росгидромет совместно с Минэкономразвития России, МПР России, Минпромэнерго России, Минтрансом России, Минсельхозом России, Минрегионом России, Росстатом и Ростехнадзором[12] 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.

В рамках системы на ГУ Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН (ИГКЭ) возложены сбор, обработка и хранения исходных данных, проведение оценок выбросов и абсорбции парниковых газов по категориям источников и секторам МГЭИК и подготовка 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 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, ведения и представления национального кадастра парниковых газов, хранения и архивирования данных и решения других необходимых в рамках этой работы задач.

В соответствии с решением третьей Конференции Сторон РКИК ООН и пунктом 2 Статьи 5 Киотского протокола, инвентаризация антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов должна осуществляться на основе рекомендаций и методологий,

---

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

[12] Названия федеральных органов исполнительной власти приводятся в соответствии с текстом Распоряжения Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. № 278-р.

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

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. Установлены источники данных и потоки информации, которые составляют основу для расчета выбросов и абсорбции парниковых газов в различных секторах экономики страны.

Схематическое описание процесса 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 результатов потребителям и органам РКИК ООН и Киотского протокола через секретариат РКИК ООН. 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 на постоянной основе в национальной системе. Запросы также посылаются компаниям и организациям различных форм собственности. Кроме того, ИГКЭ постоянно проводит анализ научно-технических и экономических публикаций с целью получения методической информации (коэффициенты выбросов парниковых газов, параметры технологических процессов), а также и дополнительных количественных данных о деятельности, приводящей к выбросам или абсорбции парниковых газов. В отдельных случаях для получения информации используются также экспертные оценки.

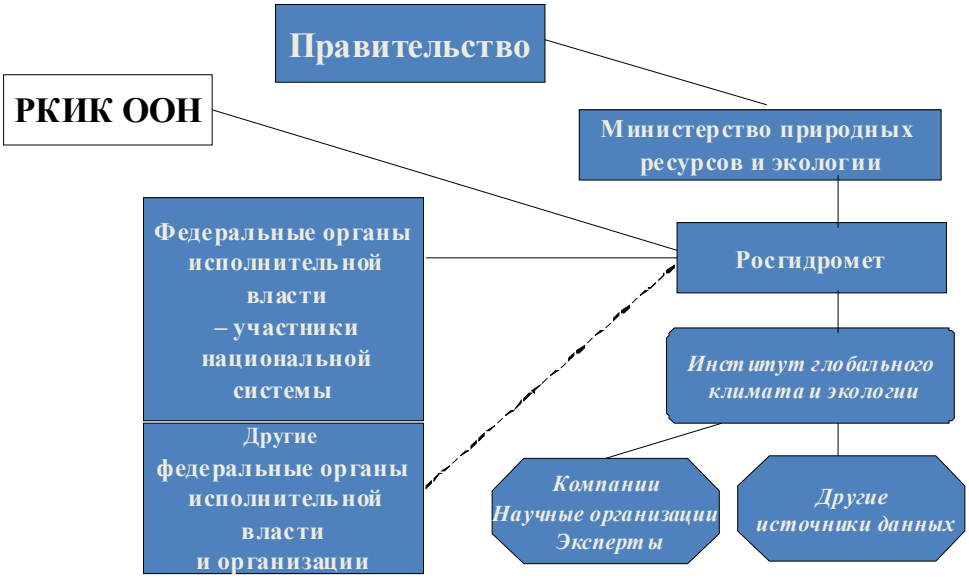


Рис. 1.1. Организация инвентаризации парниковых газов в Российской Федерации по состоянию на 1 января 2011 г.

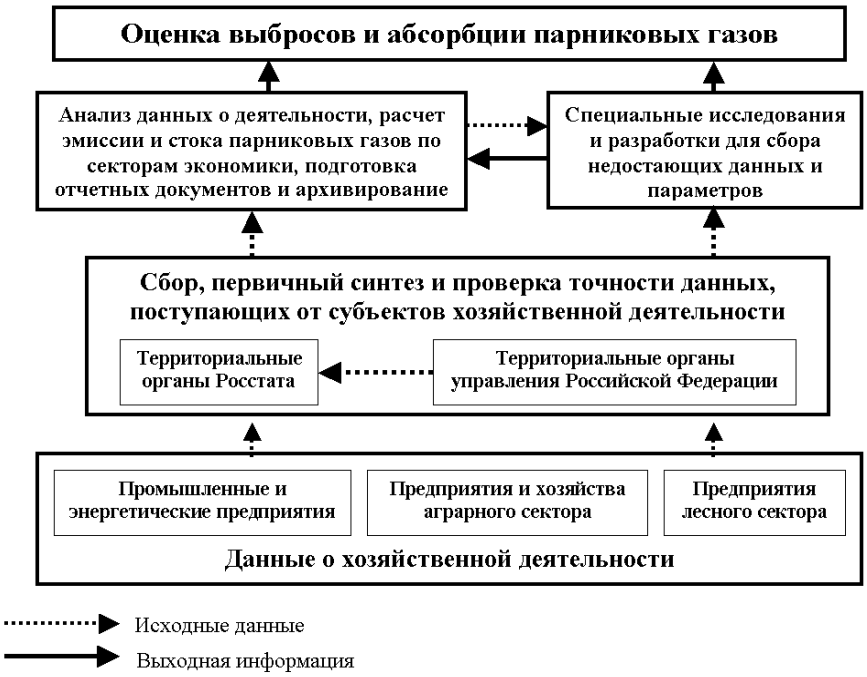


Рис. 1.2. Схема оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов в России

ИГКЭ 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. На постоянной основе происходит заполнение единой электронной базы исходных данных по деятельности, связанной с антропогенными выбросами и поглощением парниковых газов за последний год кадастра, а также коррекция данных за период 1990-2008 гг. в случае пересмотра и уточнения информации.

Методическую основу оценки выбросов и абсорбции парниковых газов составляют 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 выбросов и поглощения парниковых газов по отдельным секторам и категориям источников и поглотителей приведена в соответствующих разделах настоящего доклада.

Порядок хранения и архивирования исходных данных, материалов оценок выбросов и абсорбции и отчетных материалов (электронные таблицы Общего формата представления данных, Национальные доклады о кадастре и другая документация) определяется специальным 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 как в детализированном, так и 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 предоставленных 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 внутренней инструкцией «*Порядок обеспечения и контроля качества национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов РФ, подготавливаемого в ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН*» (Порядок…, 2007). Упомянутый документ (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.

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.

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 МГЭИК 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:

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

– рецензирование данных, параметров и другой фактической информации, содержащейся в Национальном докладе о кадастре парниковых газов Российской Федерации (аудит);
– 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 выбросов и абсорбции парниковых газов.

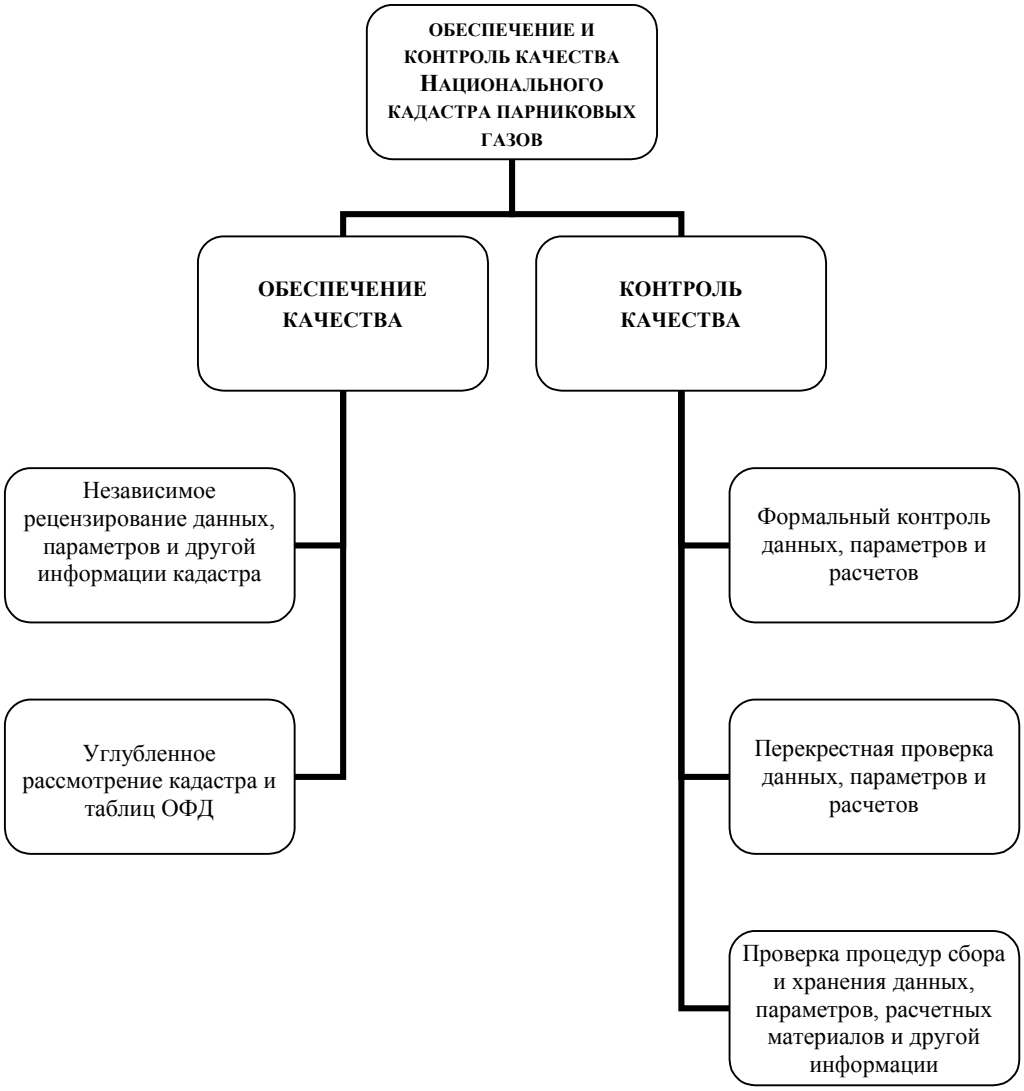


Рис. 1.3. Организационная диаграмма обеспечения и контроля качества Национального кадастра парниковых газов Российской Федерации

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 экспертов по обзору РКИК ООН. Результаты углубленного рассмотрения и рекомендации экспертов РКИК ООН используются для постоянного усовершенствования кадастра парниковых газов.

В Порядке представлены графики подготовки и обеспечения и контроля качества национального кадастра (график обеспечения и контроля качества приведен в Приложении 7 к кадастру). 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 год. Представленный в Приложении 7 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, 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. Информация об отдельных мероприятиях по обеспечению и контролю качества по категориям источников и по 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, 1.7 и 1.8. Более подробные данные по ключевым категориям приводятся в приложении 1 (часть 2 настоящего доклада). 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». В таблице 1.8 приводятся сводные результаты оценки ключевых категорий источников в 2008 г. Как видно из таблиц, добавление в анализ категорий источников, относящихся к данному сектору, в зависимости от использованного критерия, либо не приводит к изменению количества ключевых категорий, либо изменяет это количество на 2 - 3 единицы. Поскольку ключевыми для кадастра считаются категории, попадающие в 95 % хотя бы по одному из критериев (величина и тренд), то общее количество ключевых категорий на 2009 г. составляет 22 категории без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» и 25 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. В настоящее время наибольший вклад 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 1990-2009 гг. не был монотонным: падение выбросов, характерное для начала периода, сменилось их ростом в последующие годы. (Как следует из данных, приведенных в разделе 2 настоящего доклада, абсолютный минимум общего выброса парниковых газов в России, без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство», приходится на 1998 г.)

Таблица 1.6

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

Источник	Газ	Ранг источника по уровню		Ранг источника по тренду
		1990	2009	2009
Стационарное сжигание газового топлива	CO_2	1	1	2
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO_2	2	4	1
Стационарное сжигание твердого топлива	CO_2	3	2	4
1.B.2.B Фугитивные выбросы от газового топлива	CH_4	4	3	3
1.AA.3.B Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO_2	5	5	20
1.AA.3.E Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO_2	6	7	19
4.D.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N_2O	7	8	10
4.A Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH_4	8	11	6
2.C.1.2, 2.C.1.3 2.C.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO_2	9	6	14
1.B.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH_4	10	10	
4.D.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N_2O	11	18	7
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N_2O	12	16	15
2.A.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO_2	13	+	13
2.A.1 Производство цемента	CO_2	14	15	
2.E.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	15	+	9
6.A Захоронение твердых отходов	CH_4	16	9	5
1.B.2.C Утечки и сжигание	CO_2	17	12	8
1.B.2.C Утечки и сжигание	CH_4	18	14	16
1.AA.3.A Гражданская авиация, жидкое топливо	CO_2	19	+	+
1.B.2.A Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH_4	20	17	17
Стационарное сжигание - другие виды топлива	CO_2	21	13	11
1.AA.3.C Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO_2	22		18
2.B.1 Производство аммиака	CO_2	+	19	22
6.B.1 Очистка промышленных сточных вод	CH_4	+	20	+
1.AA.3.D Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO_2	+		12
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	CH_4	+		+
2.A.2 Производство извести	CO_2		+	
2.C.3 Производство алюминия	CO_2		+	
2.C.3 Производство алюминия	ПФУ			21
2.F.1 Использование фторированных заменителей ОРВ для кондиционирования воздуха и охлаждения	ГФУ			+
Количество ключевых источников		22	20	22

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	2009	2009
Стационарное сжигание газового топлива	CO_2	1	2	2
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO_2	2	5	4
Стационарное сжигание твердого топлива	CO_2	3	3	6
1.B.2.B Фугитивные выбросы от газового топлива	CH_4	4	4	3
5.B.1Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO_2	5	7	9
5.A.1 Лесные земли	CO_2	6	1	1
1.AA.3.B Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO_2	7	6	7
1.AA.3.E Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO_2	8	10	11
4.D.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N_2O	9	11	16
4.A Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH_4	10	14	
2.C.1.2, 2.C.1.3 2.C.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO_2	11	9	10
1.B.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH_4	12	13	13
4.D.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N_2O	13	22	
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N_2O	14	20	
5.E.2 Земли, переведенные в поселения	CO_2	15	16	+
2.A.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO_2	16	+	
2.A.1 Производство цемента	CO_2	17	19	+
2.E.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	18		+
6.A Захоронение твердых отходов	CH_4	19	12	8
1.B.2.C Утечки и сжигание	CO_2	20	15	12
1.B.2.C Утечки и сжигание	CH_4	21	18	15
1.AA.3.A Гражданская авиация, жидкое топливо	CO_2	22	+	
1.B.2.A Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH_4	23	21	17
Стационарное сжигание - другие виды топлива	CO_2	24	17	14
1.AA.3.C Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO_2	25		
2.B.1 Производство аммиака	CO_2	+	23	18
6.B.1 Очистка промышленных сточных вод	CH_4	+	+	19
1.AA.3.D Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO_2	+		+
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	CH_4	+		
2.A.2 Производство извести	CO_2	+		
5.C.2 Земли, переведенные в сенокосы и пастбища	CO_2		8	5
5.A.1 Лесные земли	CH_4		+	20
5.A.1 Лесные земли	N_2O		+	+
Количество ключевых источников		25	23	20

Знаком (+) отмечены категории, приближающиеся к ключевым.

Таблица 1.8

Сводная таблица ключевых категорий источников на 2009 г.

№ п./п.	Категория источника	Газ	Вклад в общий выброс, %	Кумулятивный вклад в общий выброс, %	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
1	5.A.1 Лесные земли	CO_2	23,0680	23,0680	35,1299	35,1299
2	Стационарное сжигание газового топлива	CO_2	22,0768	45,1447	22,1458	57,2756
3	Стационарное сжигание твердого топлива	CO_2	10,9741	56,1188	4,2976	61,5732
4	1.B.2.B Фугитивные выбросы от газового топлива	CH_4	8,5352	64,6540	7,6195	69,1927
5	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO_2	4,9015	69,5556	6,8822	76,0749
6	1.AA.3.B Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO_2	3,8590	73,4145	2,4258	78,5007
7	5.B.1Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO_2	2,7721	76,1866	1,8170	80,3177
8	5.C.2 Земли, переведенные в сенокосы и пастбища	CO_2	2,4879	78,6745	4,4045	84,7222
9	2.C.1.2, 2.C.1.3 2.C.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO_2	2,2215	80,8960	1,6112	86,3334
10	1.AA.3.E Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO_2	2,1329	83,0288	1,0152	87,3486
11	4.D.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N_2O	1,8111	84,8400	0,6511	87,9997
12	6.A Захоронение твердых отходов	CH_4	1,5744	86,4143	2,0859	90,0856
13	1.B.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH_4	1,5284	87,9427	0,8809	90,9665
14	4.A Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH_4	1,3231	89,2658	0,1242	91,0907
15	1.B.2.C Утечки и сжигание	CO_2	0,8595	90,1253	0,9674	92,0581
16	5.E.2 Земли, переведенные в поселения	CO_2	0,6963	90,8215	0,3285	92,3866
17	Стационарное сжигание других видов топлива	CO_2	0,6947	91,5163	0,7708	93,1574
18	1.B.2.C Утечки и сжигание	CH_4	0,6654	92,1816	0,6715	93,8289
19	2.A.1 Производство цемента	CO_2	0,6551	92,8367	0,2945	94,1234
20	4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N_2O	0,6532	93,4899	0,0712	94,1946
21	1.B.2.A Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH_4	0,5989	94,0889	0,5905	94,7851
22	4.D.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N_2O	0,5965	94,6854	0,1314	94,9165
23	2.B.1 Производство аммиака	CO_2	0,5320	95,2174	0,4995	95,416
24	6.B.1 Очистка промышленных сточных вод	CH_4	0,5097	95,7271	0,4716	95,8876
25	2.A.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO_2	0,4745	96,2016	0,06505	95,95265
26	5.A.1 Лесные земли	CH_4	0,3855	96,5871	0,4324	96,38505
27	2.E.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	0,2161	96,8032	0,3291	96,71415
28	1.AA.3.C Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO_2	0,1800	96,9832	0,14245	96,8566
29	2.C.3 Производство алюминия	ПФУ	0,0754	97,0586	0,1585	97,0151
30	1.AA.3.D Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO_2	0,0465	97,1051	0,3192	97,3343

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.) в соответствии с решениями Конференции Сторон РКИК ООН[15] использованы потенциалы глобального потепления (ПГП) МГЭИК 1995 г.[16], основанные на климатическом воздействии парниковых газов за 100-летний период. Природные (неантропогенные) выбросы и абсорбция парниковых газов в кадастр не включаются. Более подробная информация о полноте охвата отдельных категорий источников по секторам МГЭИК 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 1990-2008 гг.[17] Некоторые замечания и рекомендации Группы экспертов, требующие более глубокой методической проработки, будут учтены при разработке следующих ежегодных кадастров.

Детализированные оценки неопределенности выбросов и абсорбции парниковых газов приведены в приложении к настоящему докладу. Оценки выполнены как для отдельных категорий источников, так и для совокупного выброса парниковых газов. Кроме того, приложения к докладу содержат различную информацию справочного и методического характера.

Раздел 10 доклада содержит дополнительную информацию, представление которой в ежегодных кадастрах предусмотрено статьей 7 Киотского протокола и соответствующими решениями Совещаний Сторон протокола.

1.6. Общая оценка неопределенности

В Национальном кадастре парниковых газов 2011 года выполнены количественные оценки неопределенности для всех секторов и категорий источников выбросов и абсорбции парниковых газов. Расчеты основываются на Руководящих принципах РКИК ООН для представления информации о годовых кадастрах (после включения положений решения 14/CP.11)[18], и Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003). Использовались также Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 года (IPCC, 2006).

Для секторов «Энергетика», «Промышленные процессы», «Использование растворителей и другой продукции» и «Отходы» расчет неопределенностей для отдельных категорий источников выбросов выполнялся по Уровню 1 (МГЭИК, 2000; IPCC, 2006). Для секторов «Сельское хозяйство» и «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» расчет неопределенностей производили по Уровню 2 (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003). Все расчеты выполнены для доверительного интервала 95%. Количественные оценки неопределенности для отдельных секторов и категорий источников и поглотителей, а также их обсуждение приводятся в соответствующих разделах глав кадастра. Общая оценка неопределенности национального кадастра парниковых газов представлена в Приложении 5.

---

[15] См. документ Вспомогательного органа РКИК ООН 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/2009/RUS от 28. 01. 2010 г.

[18] Документ FCCC/SBSTA/2006/9

Выполненные расчеты показывают, что общая неопределенность выбросов национального кадастра парниковых газов Российской Федерации в 2009 году составляет 9,29 %, а неопределенность тенденции выбросов — 5,59 %. Наибольший вклад в неопределенность вносят оценки поглощения диоксида углерода на лесных землях, остающихся лесными землями (категория 5.А.1). Очевидно, это обусловлено высокой межгодовой изменчивостью величин абсорбции CO_2. Сравнение расчетных величин неопределенностей кадастров 2010 и 2011 годов показало, что общая неопределенность выбросов практически не изменилась, а неопределенность тенденции выбросов несколько снизилась. Незначительное уменьшение неопределенности тенденции выбросов, скорее всего, объясняется более подробной детализацией категорий источников и поглотителей в кадастре 2011 года.

Литература и источники данных

1. МГЭИК, 1997. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов 1996 г. Т. 1-3. МГЭИК-ОЭСР-МЭА. Париж, 1997.
2. МГЭИК, 2000. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. МГЭИК-ОЭСР-МЭА. Хайяма, 2000.
3. МГЭИК, 2003. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Хайяма, 2003.
4. 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.
5. Пятое национальное сообщение Российской Федерации. (Под ред. Ю.А. Израэля, А.И. Бедрицкого, А.В. Фролова, В.Г. Блинова и др.) М., 2010, -196 с. (http://unfccc.int/resource/docs/natc/rus_nc5_resubmit.pdf).
6. 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.
7. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. М., Росстат, 2006. -806 с.
8. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. М., Росстат, 2008. -847 с.
9. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. М., Росстат, 2009. - 795 с.
10. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. М., Росстат, 2010. - 813 с.
11. Уточнение к Национальному докладу Российской Федерации об установленном количестве выбросов. М., 2008.
12. 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.
13. IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

2. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫБРОСОВ И АБСОРБЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

В настоящий раздел включена информация об общей динамике антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) шести основных парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за период с 1990 г. по 2009 г. Оценки выбросов и поглощения парниковых газов были получены расчетным способом с использованием методологий МГЭИК и национальных методологий. Подробное описание использованных методов, данных и параметров расчетных оценок выбросов, применительно к отдельным категориям источников и поглотителей парниковых газов, приведено в разделах 3–8 настоящего доклада, в которых рассматриваются секторы кадастра[19].

2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов

Данные о совокупных антропогенных выбросах парниковых газов в Российской Федерации (в CO_2-экв.) за период с 1990 по 2009 гг. включительно представлены на рисунке 2.1 и в таблице 2.1. Как видно из рисунка 2.1, с 1990 года общий выброс значительно снизился (на 57,4%). Представленный на рисунке тренд, помимо техногенных выбросов, учитывает потоки CO_2 и других парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство», отличающиеся отчетливой тенденцией к сокращению выбросов и увеличению поглощения в период 1990-2009 гг. (вплоть до изменения направления общего потока).

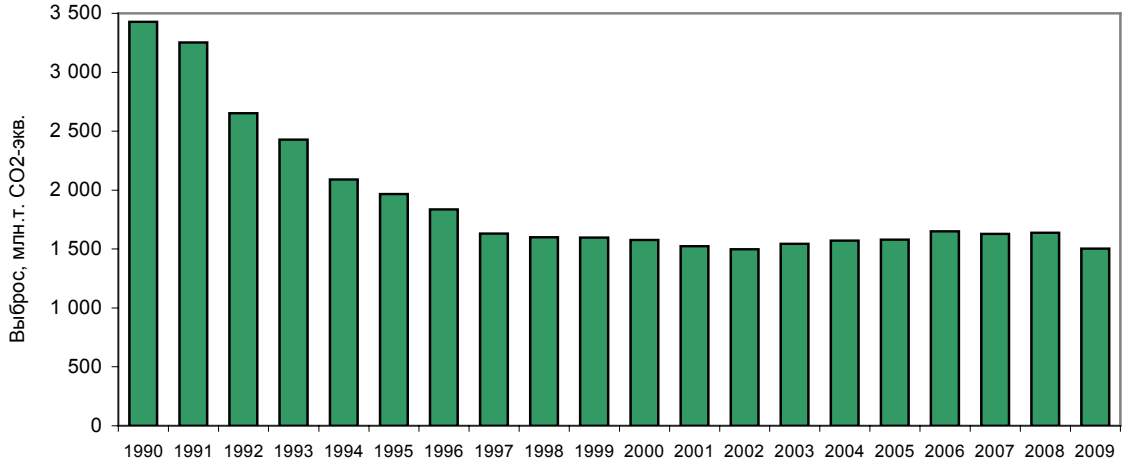


Рис. 2.1. Совокупные антропогенные выбросы парниковых газов в Российской Федерации, с учетом землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

[19] 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 Российской Федерации определениями секторов (отраслей) экономики. В частности, к энергетическому сектору МГЭИК относятся – независимо от того в каких отраслях экономики они происходят, – сжигание всех видов топлива, а также потери газообразных топливных продуктов в атмосферу в виде технологические выбросов, утечек и сжигания в факелах.

Таблица 2.1

Динамика совокупных выбросов парниковых газов с территории Российской Федерации (млн. т. CO_2-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CO_2, с учетом ЗИЗЛХ[1)]																			
2559,89	2409,29	1886,57	1703,19	1421,85	1331,88	1220,75	1050,74	1019,60	1031,95	990,97	935,16	904,69	941,16	964,58	969,09	1030,26	999,13	995,98	855,12
CO_2, без учета ЗИЗЛХ[1)]																			
2498,58	2352,23	1931,08	1834,30	1622,41	1572,64	1533,92	1458,40	1432,78	1469,80	1471,33	1490,39	1491,34	1521,28	1523,52	1524,77	1581,85	1578,88	1609,16	1526,75
Метан (CH_4), с учетом ЗИЗЛХ																			
601,68	586,16	534,29	520,23	484,59	464,96	459,44	425,07	432,79	427,33	438,79	442,75	451,33	466,87	472,05	475,83	487,31	492,44	495,86	471,87
Метан (CH_4), без учета ЗИЗЛХ																			
591,50	576,85	524,86	510,72	475,67	456,50	448,68	416,44	419,05	418,25	428,62	432,94	440,39	454,32	462,87	466,05	476,71	482,55	484,68	459,98
Закись азота (N_2O), с учетом ЗИЗЛХ																			
228,57	216,09	197,80	181,82	162,56	147,94	140,08	131,50	122,48	112,83	117,49	117,94	120,04	118,57	114,36	112,63	112,64	115,03	120,75	121,20
Закись азота (N_2O), без учета ЗИЗЛХ																			
219,77	207,97	189,58	173,54	154,83	140,60	130,78	124,00	110,70	104,96	108,65	109,45	110,57	107,67	106,50	104,24	103,42	106,50	111,21	111,06
Гидрофторуглероды (ГФУ)																			
28,41	27,06	22,29	14,45	12,24	12,23	10,79	14,28	17,32	18,03	21,13	20,04	15,37	11,65	14,62	15,69	14,28	13,83	14,73	10,47
Перфторуглероды (ПФУ)																			
11,68	12,42	11,10	10,80	10,49	10,02	8,79	7,47	7,18	7,05	7,30	6,63	5,52	5,01	5,01	4,72	4,18	3,80	3,73	2,45
Гексафторид серы (SF_6)																			
1,20	1,09	0,35	0,17	0,10	0,42	1,05	1,05	0,85	0,68	0,70	0,87	0,94	1,10	1,24	1,34	1,36	1,39	0,83	0,79
Всего, с учетом ЗИЗЛХ[1,2)]																			
3431,43	3252,11	2652,41	2430,65	2091,82	1967,44	1840,90	1630,11	1600,22	1597,88	1576,38	1523,39	1497,91	1544,37	1571,84	1579,29	1650,03	1625,62	1631,87	1461,90
Всего, без учета ЗИЗЛХ[1,2)]																			
3351,14	3177,63	2679,26	2543,97	2275,73	2192,41	2134,01	2021,64	1987,87	2018,77	2037,72	2060,31	2064,14	2101,04	2113,75	2116,81	2181,80	2186,95	2224,34	2111,50

[1)] Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

[2)] Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы 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 динамикой экономической ситуации в стране. В последующие годы, в период роста экономики, наблюдалось устойчивое увеличение выбросов парниковых газов. К 2008 г. их выброс возрос на 12,2% (без учета вклада сектора ЗИЗЛХ) и на 2,4% (с учетом вклада ЗИЗЛХ) по сравнению с 1998 г. – годом с наименьшей величиной совокупного выброса парниковых газов. Исключение из данной тенденции составил 2009 г., в течение которого выбросы в ведущих секторах экономики сократились по сравнению с уровнем предыдущего года (в энергетике на 5,2%, в промышленных процессах – на 12,4%, в сельском хозяйстве на 0,3%) под влиянием затронувшего Российскую Федерацию мирового кризиса. Однако выбросы от сектора обращения с отходами продолжали рост в и течение 2009 г., увеличившись на 5,0% по сравнению с 2008 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 2009 году составил 2 111,50 млн.т. CO_2-экв. и оставался на значительно (на 37,0%) более низком уровне по сравнению с 1990 г. Следует отметить, что в целом темпы наблюдавшегося в последние годы роста выбросов были относительно невысокими, что связано как с общим повышением энергоэффективности экономики, так и с происходившими в этот период структурными изменениями, в частности, с увеличением доли непроизводственного сектора в экономике Российской Федерации (Пятое…, 2010).

Распределение выбросов по секторам в течение 1990-2009 гг. изменилось не очень значительно. По абсолютной величине доминируют выбросы энергетического сектора (в 1990 и 2009 гг. их доля составила соответственно 81,1% и 82,3%). Уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора, в котором на протяжении 1998-2009 гг. роста выбросов не происходило (9,5% и 6,7% соответственно в 1990 и 2009 гг.). В отличие от других секторов, выбросы, связанные с отходами, превысили уровень базового года, достигнув в 2009 году 125,1% от выбросов 1990 г.

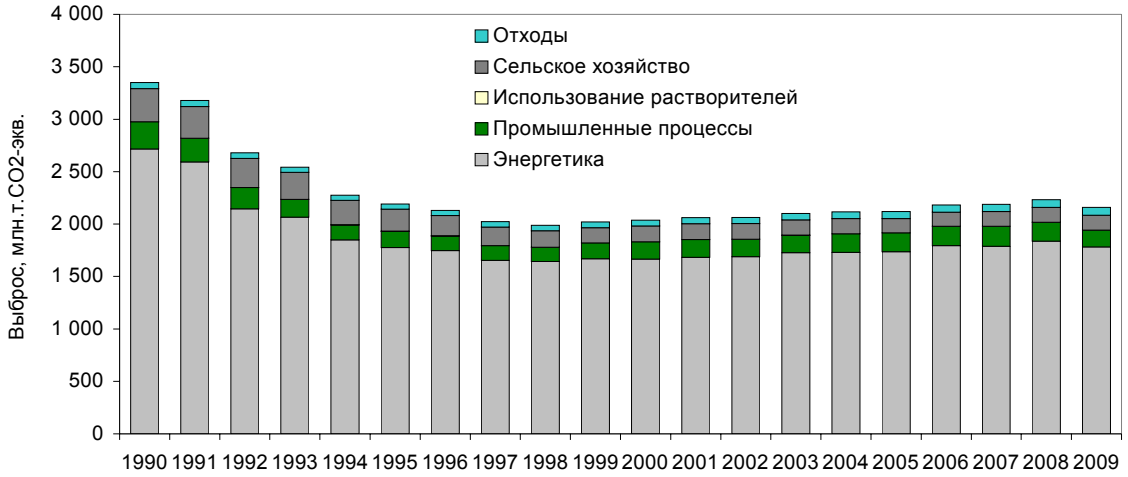


Рис. 2.2. Антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства

Таблица 2.2

Выбросы парниковых газов Российской Федерации по секторам МГЭИК (млн. т. CO_2-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Энергетика																			
2717,15	2593,55	2144,84	2066,09	1848,70	1777,33	1752,50	1653,15	1643,89	1668,20	1665,82	1684,77	1688,37	1725,74	1731,06	1735,66	1792,46	1788,77	1830,44	1737,01
Промышленные процессы																			
257,52	224,15	202,58	168,71	144,03	154,36	140,18	139,85	134,17	151,12	166,77	167,86	166,22	168,00	176,83	178,77	187,70	191,00	180,69	158,25
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	0,54	0,56
Сельское хозяйство																			
317,29	303,02	278,58	258,19	233,88	210,16	191,77	178,19	158,38	145,64	149,06	150,11	150,30	146,11	142,59	136,81	133,85	137,66	142,83	142,37
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство																			
80,29	74,48	-26,85	-113,36	-183,91	-224,97	-293,12	-391,53	-387,66	-420,89	-461,34	-536,92	-566,23	-556,66	-541,91	-537,52	-531,78	-561,33	-592,47	-649,60
Отходы																			
58,62	56,39	52,73	50,47	48,62	50,05	49,04	49,94	50,92	53,29	55,55	57,04	58,72	60,65	62,73	65,03	67,25	68,98	69,83	73,31
Всего[1)]																			
3431,43	3252, 11	2652,41	2430,65	2091,82	1967,44	1840,90	1630,11	1600,22	1597,88	1576, 38	1523,39	1497,91	1544, 37	1571,84	1579,29	1650,03	1625,62	1631,88	1461,90

[1)] Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.

Динамика выбросов при землепользовании, изменении в землепользовании и в лесном хозяйстве характеризуется четким трендом увеличения поглощения и снижения выбросов в период 1990-2009 гг., которая связана:

– с уменьшением выброса от пахотных земель (обусловленным сокращением площадей пахотных земель, увеличением средней урожайности большинства культурных растений в последние годы, и, в основном, снижением уровня микробного дыхания пахотных почв в результате низких доз внесения органических удобрений);

– с аккумуляцией почвенного органического углерода на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья, в связи с ростом их площадей за указанный период.

На рисунке 2.3 представлен результирующий тренд выбросов парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство», который складывается из выбросов от пахотных земель, органических почв, лесных пожаров, торфоразработок и деятельности по сведению лесов, а также поглощения диоксида углерода биомассой и другими пулами углерода управляемых лесов, кормовыми угодьями и землями, переведенными из пахотных в кормовые. На рисунке выбросы имеют положительный знак, а абсорбция (поглощение) – отрицательный.

Выбросы парниковых газов в данном секторе преобладали над поглощением в 1990-1992 гг., когда в стране происходило достаточно интенсивное использование сельскохозяйственных земель и лесных ресурсов. Прекращение возделывания и перевод значительных площадей пахотных почв в сенокосы и пастбища, а также снижение внесения удобрений в используемые пашни в течение последующих лет привело к сокращению выбросов и к накоплению углерода за счет стока CO_2 из атмосферы – главным образом, в почвах. В 2009 г. данный сектор являлся поглотителем парниковых газов из атмосферы с общей годовой величиной абсорбции 649,6 млн. т CO_2-экв.

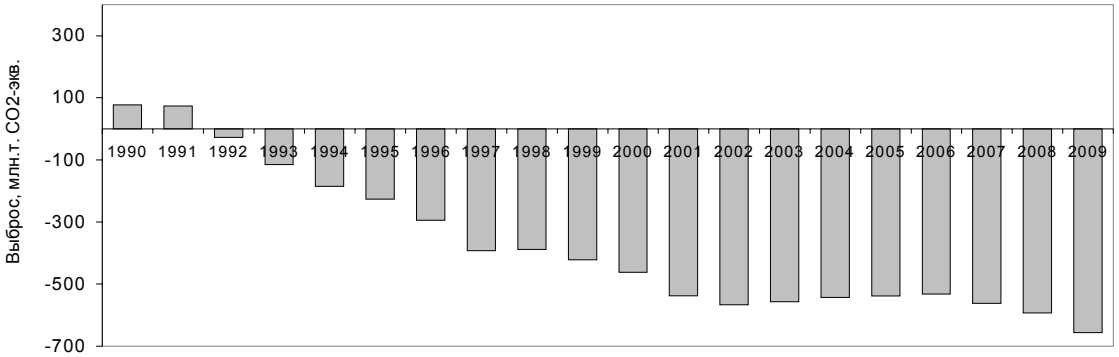


Рис. 2.3. Динамика антропогенной эмиссии и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»

2.3 Тенденции выбросов по газам

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

Как видно из рисунка, ведущая роль в эмиссии принадлежит CO_2, источником которого служит, главным образом, энергетический сектор – сжигание ископаемого топлива, а также землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство. На втором месте находится CH_4 (основные источники - нефтегазовая отрасль и добыча угля, относящиеся, согласно классификации МГЭИК, к энергетическому сектору, а также животноводство). Некоторое сокращение доли N_2O в совокупном выбросе, произошедшее на протяжении рассматриваемого периода, в основном связано с уменьшением использования азотных удобрений в сельском хозяйстве Вклад гидрофторуглеродов, перфторуглеродов и гексафторида серы в совокупный выброс парниковых газов, в целом, невелик.

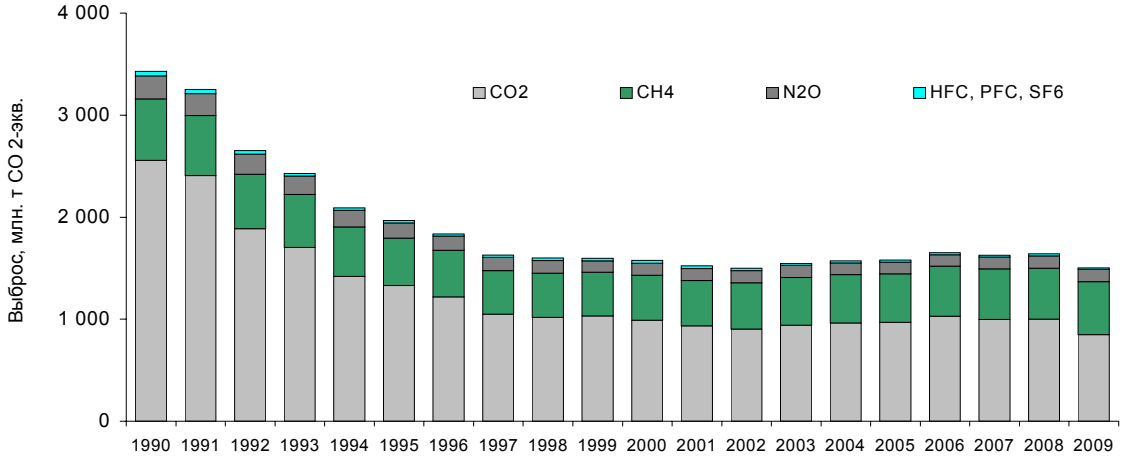


Рис. 2.4. Вклад отдельных парниковых газов в совокупный антропогенный выброс Российской Федерации, с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства

Литература и источники данных

1. Пятое национальное сообщение Российской Федерации. (Под ред. Ю.А. Израэля, А.И. Бедрицкого, А.В. Фролова, В.Г. Блинова и др.) М., 2010, -196 с. (http://unfccc.int/resource/docs/natc/rus_nc5_resubmit.pdf).

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 81,1%, а в 2009 г. он составил 82,3%. Основные выбросы в секторе связаны со сжиганием добываемых в России видов природного топлива (нефть, природный и нефтяной (попутный) газ, уголь и, в гораздо меньшей степени, торф и горючие сланцы), а также продуктов их переработки (рис. 3.1).

Энергетический сектор является источником выбросов парниковых газов диоксида углерода (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 2009 г. приходилось 79,8% всех выбросов по сектору. Вклады CH_4 и N_2O составляют 19,8% и 0,3% 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 в настоящее время 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 2009 году общие выбросы парниковых газов в эквиваленте CO_2 составили 1,7 млрд. т (1 737 012,05 Гг CO_2-экв.), что на 36,1% ниже уровня 1990 года. Результаты оценок выбросов парниковых газов по сектору «Энергетика» с 1990 по 2009 гг. включительно приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

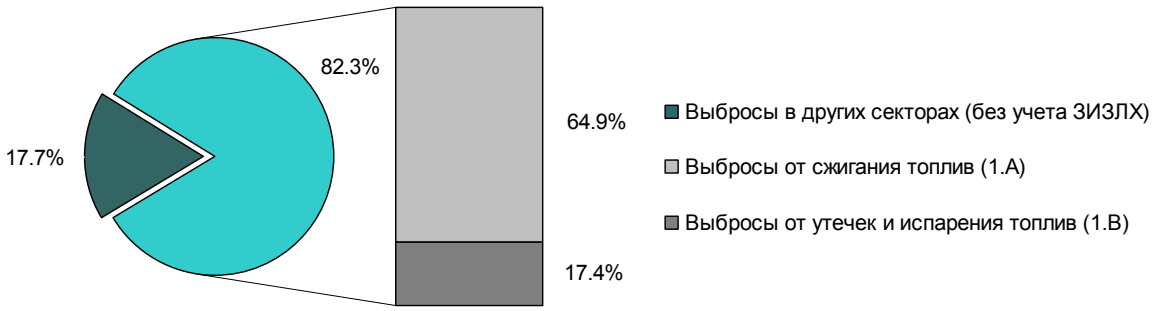


Рис. 3.1. Вклад энергетического сектора в совокупный выброс парниковых газов в 2009 г.

Таблица 3.1

Выбросы парниковых газов от основных категорий источников энергетического сектора с 1990 по 2009 гг. (Тг CO_2-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1.А Сжигание топлива 1.АА Подход по секторам																			
2282,4	2167,2	1758,6	1691,1	1500,1	1439,0	1411,4	1336,6	1318,4	1338,7	1327,3	1344,0	1334,1	1358,6	1352,2	1351,4	1397,6	1384,5	1435,8	1369,3
1.В Утечки и испарение топлив 1.В.1 Твердые топлива																			
73,0	61,2	61,2	55,8	50,5	48,8	45,9	42,9	38,7	41,2	42,0	43,8	39,9	42,2	43,8	45,4	47,8	47,9	48,4	46,1
1.В.2 Нефть и газ																			
361,8	365,1	325,1	319,2	298,1	289,6	295,1	273,7	286,8	288,3	296,5	296,9	314,4	324,9	335,1	338,8	347,1	356,3	346,2	321,6
Всего																			
2717,2	2593,5	2144,8	2066,1	1848,7	1777,3	1752,5	1653,2	1643,9	1668,2	1665,8	1684,8	1688,4	1725,7	1731,1	1735,7	1792,5	1788,8	1830,4	1737,0
Использование топлив в международных морских и авиационных перевозках(1)																			
12,2	11,5	10,3	9,5	8,5	7,9	8,2	7,5	7,3	6,7	7,0	7,3	7,2	7,4	8,3	7,9	8,4	9,4	10,1	9,3
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	15,7	15,6	15,7	16,9	14,7	13,7

(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 2009 гг. (Тг CO_2-экв.)

Газ	Год																			
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CO_2	2286,9	2173,2	1766,1	1694,1	1503,8	1443,8	1417,4	1344,1	1326,4	1347,2	1336,9	1353,5	1350,9	1374,9	1371,6	1372,1	1418,3	1411,5	1451,9	1386,8
CH_4	423,5	413,8	373,7	367,1	340,7	329,2	330,9	305,0	313,4	316,7	324,6	326,7	332,9	346,1	354,5	358,6	368,9	371,9	372,8	344,7
N_2O	6,7	6,5	5,0	4,8	4,2	4,3	4,2	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,6	4,7	4,9	5,0	5,3	5,4	5,7	5,5
Всего	2717,2	2593,5	2144,8	2066,1	1848,7	1777,3	1752,5	1653,2	1643,9	1668,2	1665,8	1684,8	1688,4	1725,7	1731,1	1735,7	1792,5	1788,8	1830,4	1737,0

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 с одной стороны тем, что общее потребление топлив еще пока не достигло уровня 1990 года, а с другой – ростом энергоэффективности экономики, совершенствованием систем газоочистки и усилением мероприятий по контролю качества окружающей среды.

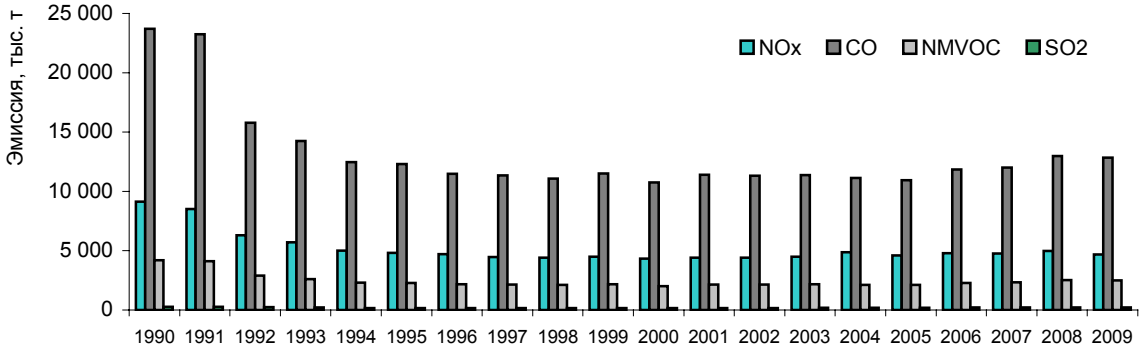


Рис. 3.2. Совокупные выбросы газов с косвенным парниковым эффектом в энергетическом секторе

3.2 Сжигание топлива (1.A)

3.2.1 Обзор подраздела

Расчеты выбросов CO_2 от сжигания топлива проведены для всего временного ряда с 1990 по 2009 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 соответствие со 2 рядом методов МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2006) с использованием национальных коэффициентов эмиссии. Эмиссия других, кроме CO_2, газов при сжигании топлива рассчитана по категориям источников так же для всего временного ряда с 1990 по 2009 гг. В кадастре 2011 года проведен ряд пересчетов выбросов ПГ при сжигание топлива, сделанных, в основном, в ответ на замечания и рекомендации экспертов МГЭИК, проводивших проверку кадастра в 2010 и 2009 годах.

Суммарные выбросы парниковых газов при сжигании топлива в 2009 году составляли 1369330.43 Гг в CO_2 эквиваленте, что на 40% меньше, чем в 1990 году и на 4,6% меньше, чем в 2008 году. На долю сжигания топлива в 1990 г. в России приходилось 68,1% общего для страны выброса парниковых газов (в CO_2-эквиваленте, без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство») и 84,0% общих выбросов в секторе «Энергетика», в 2009 г эти величины составили соответственно, 64,9% и 78,8%. Вклад выбросов ПГ от подсектора 1А-Сжигание топлива в суммарные выбросы от сектора «Энергетика» практически не изменился по сравнению с 2008 годом.

В 2009 году 49,9% выбросов от сектора «Энергетика» определяло сжигание топлива в энергетической промышленности, сжигание топлива на транспорте вносило 11,5% суммарных выбросов парниковых газов от сектора, сжигание топлива в других отраслях экономики внесло 8,2%, а в промышленности – 7,6% (рис. 3.3). По сравнению с предыдущим годом доли вклада основных подкатегорий источников в суммарные выбросы парниковых газов при сжигании топлива изменились незначительно.

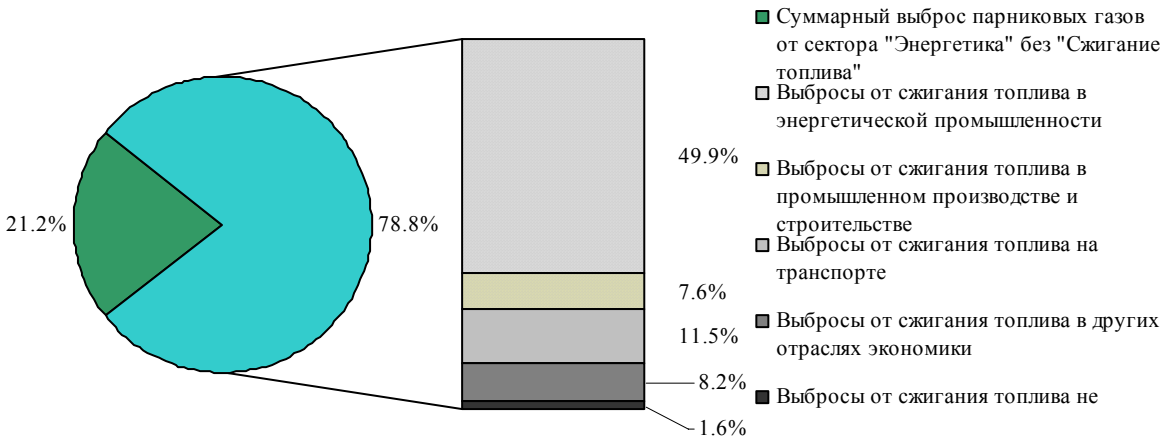


Рис. 3.3. Доля сжигания топлива в суммарном выбросе парниковых газов от сектора «Энергетика» в 2009 г.

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.

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 использование 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.

Как и в прошлом кадастре в кадастре 2011 расчет объемов авиационного топлива, затраченного на внутреннюю гражданскую авиацию, проведен с использованием подходов, аналогичных расчетам международного авиационного бункерного топлива. Детальные пояснения к расчетам объемов авиационного керосина, используемого для международных перевозок, дизельного топлива и мазута, используемого для морского бункера, приведены в главе 3.4.

Расхождение значений выбросов CO_2, для базового подхода МГЭИК и подхода по категориям источников (секторного подхода) в 2009 году составило 1,9%.

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

3.2.2.1 Обзор

В соответствии с Пересмотренными руководящими принципами МГЭИК (1996) для проведения расчетов выбросов CO_2 по базовой методики был использован метод уровня 1 – по типам топлива. Для каждого года за период с 1990 по 2009 гг. были оценены выбросы CO_2 при сжигании первичных и вторичных видов топлива. Оценки в основном базировались на данных национального топливного баланса, подготовленного Росстатом. В случае 1990 года, оценки выбросов проводились на основе топливного баланса СССР, в той части, которая относится к Российской Федерации.

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

Выбросы CO_2 в 2009 году от сжигания топлива, рассчитанные с использованием базового подхода по видам топлива, составили 1386713,20 Гг, что на 44,3% меньше, чем в 1990 году. Временной ряд выбросов углекислого газа при сжигании топлива с указанием выбросов по основным видам топлива приведен в таблице 3.3.

3.2.2.2 Методологические вопросы

Исходные данные

Для расчетной оценки выбросов CO_2 использовался базовый подход МГЭИК. В качестве исходной информации использовались данные о производстве, экспорте, импорте и изменении стока первичных видов топлив. Производство вторичных видов топлив в расчете не использовалось для того, что бы избежать двойного учета выброса CO_2 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 2000-2009 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 2009 г. приведен в Приложении 2 к настоящему докладу. Данные о потребление топлива по категориям источников с детализацией по видам топлива приведены в соответсвующих главах НДК. 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:

Фактическое потребление =
Производство + Импорт – Экспорт – Международный бункер – 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 (1C)).

Исходные данные за период с 1992 по 2004 год приведены в тысячах тонн, а за 1990, 1991 и 2005-2009 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 CO_2 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	2008	2009
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	1,48	1,39
Жидкое топливо	0,94	0,89	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	0,33	0,30
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	0,31	0,28
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	0,84	0,80

Таблица 3.4

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

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Всего, в том числе	96,69	77,08	73,58	64,04	62,02	60,96	58,76	57,44	58,55	59,06	59,24	58,94	60,63	60,72	60,95	62,06	62,32	63,75	59,92
Жидкое топливо	94,63	66,66	60,44	45,31	44,25	39,74	39,14	37,35	38,37	38,10	37,61	36,61	36,05	35,92	36,87	36,27	36,06	37,88	34,21
Твердое топливо	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	52,99	48,98
Газ	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	89,09	85,23

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	Крекинговый 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.

Выбросы CO_2, 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 включен в расчеты в секторе 1.А. – Сжигание топлива только для оценки выбросов CH_4 и N_2O.

Накопленный углерод и неэнергетическое использование топлив

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

Выбросы от использования кокса в черной металлургии учитываются в секторе 2.С.1. «Промышленные процессы, Черная металлургия». Для того, что бы избежать двойного учета весь кокс, отнесенный в национальной статистике к черной металлургии, в кадастре в секторе 1.А.1 – «Сжигание топлива, базовый подход» рассматривается как накопленный углерод. Таким образом, данные о накопленном углероде за счет использования кокса черной металлургии вычтены из расчетов эмиссии CO_2 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 2011 составил 55,6%. В таблице 3.6. приведены данные о количестве топлива, включенного в расчет накопленного углерода в кадастре 2011 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 о 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.

Таблица 3.6

Общее количество 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	6 398 332,36	4 181 411,24	65,4%
1991	НД	3 936 134,75	НД
1992	НД	2 588 620,85	НД
1993	НД	2 495 073,87	НД
1994	2 941 712,29	1 811 394,98	61,6%
1995	2 898 435,56	1 657 375,81	57,2%
1996	2 754 027,15	1 404 069,83	51,0%
1997	2 788 268,67	1 477 859,71	53,0%
1998	3 164 798,67	1 472 526,70	46,5%
1999	4 442 445,46	1 616 267,62	36,4%
2000	4 548 120,45	1 887 603,54	41,5%
2001	4 303 530,56	1 840 198,52	42,8%
2002	3 327 783,71	1 828 015,04	54,9%
2003	3 689 612,14	1 912 106,74	51,8%
2004	3 870 009,69	1 943 055,46	50,2%
2005	3 834 801,35	2 140 825,15	55,8%
2006	3 988 140,46	2 250 012,31	56,4%
2007	4 278 849,97	2 378 487,93	55,6%
2008	4 225 808,91	2 342 078,49	55,4%
2009	4 140 380,22	2 303 482,05	55,6%

НД – нет данных

В расчете по первому сценарию, выброс CO_2, оцененный по базовому подходу, сократился на 19592 Гг CO_2. Это привело к сокращению разницы между расчетами по секторному и базовому подходам в сумме до 2,4%, по жидким топливам до 5%. В расчете по второму сценарию, выброс CO_2, оцененный по базовому подходу, сократился на 39185 Гг CO_2. 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 2011 года, как и в предыдущих кадастрах, неэнергетическое использование топлива учтено только на 55,6% 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.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке кадастра была оценена возможность использования коэффициентов захоронения углерода, разработанных в национальных кадастрах других стран, в частности, в Национальных докладах о кадастре Германии, Великобритании и США. Проведенный анализ показал, что непосредственное применение коэффициентов захоронения углерода, используемых в кадастрах европейских стран и США, в российском кадастре невозможен в связи с несовпадением списка видов

топлива, используемых в неэнергетических целях, а также промышленных процессов и применяемых технологий.

Поэтому, начата работа по оценке национальных коэффициентов захоронения углерода при неэнергетическом использовании топлива на основе применения расчетных таблиц неэнергетического использования топлива (ТРЭНИТ-модели), являющихся реализацией системной модели, разработанной международной группой экспертов (Neelis, Patel, Gielen, 2003; Patel, 2004). Модель позволяет отследить специфичные для страны потоки распределения и использования топлива при его неэнергетическом использовании и, как следствие, более точно рассчитать количество захороненного углерода.

С помощью ТРЭНИТ-модели были подсчитаны выбросы CO_2 от сжигания топлива в России с учетом специфичных для страны потоков распределения топлива и его неэнергетического использования за 1997-2008 годы. Разница выбросов, оценённых согласно ТРЭНИТ-модели и Секторному подходу, составляет 0,1-3,8 % (причем с 2001 года разница составляет не более 1,5%). При этом разница между оценками выбросов, сделанными по Секторному и Базовому подходу согласно методологии МГЭИК (1996) и представленными в кадастре составляет – 3-7%.

ТРЭНИТ-модель позволяет так же рассчитать национальные коэффициенты захоронения углерода при неэнергетическом использование топлива. Тестовые расчеты, проведенные для 2007 и 2008 годов, показали значительное превышение национальных коэффициентов захоронения по отношению к принятым в МГЭИК (1996) и используемым в национальном кадастре РФ. Так, рассчитанный национальный коэффициент захоронения углерода для природного газа составил 63-65, при принятом в МГЭИК 33%; для сжиженного нефтяного газ (СНГ) – 95-98% против принятого в МГЭИК - 80%; для мазута и прочих нефтепродуктов - 95-98%, а для смазочных материалов - 67% при принятом в МГЭИК 50%.

В результате использования национальных коэффициентов захоронения разница между расчетами, проведенными по базовому и по секторному подходам может сократиться на 1,5-2%. При тестовом применение национальных коэффициентов для расчетов выбросов CO_2 за 2008 год разница между результатами базового и секторного подходов сократилась до 2,3%, вместо представленной в кадастре разницы в 3,5%. Все это говорят о перспективности использования ТРЭНИТ-модели в РФ. Работа в данном направлении будет продолжена, полученные результаты, после их уточнения и опробации, планируется применить при расчете накопленного углерода при неэнергетическом использовании топлива в будущих кадастрах. Пример расчета, произведенного с помощью ТРЭНИТ-модели и позволяющего детально проанализировать структуру неэнергетического использования топлива (на примере природного газа) приведен в таблице 3.7. В таблице так же указаны сектора кадастра, в которых учитываются выбросы углерода при использовании природного газа в качестве сырья.

3.2.2.3 Тренды выбросов углекислого газа

Динамика выбросов углекислого газа от сжигания топлива в Российской Федерации (табл. 3.7, рис. 3.4) определялась в основном изменением объемов потребления и компонентного состава топливного баланса. В период с 1990 по 1998 гг. в стране наблюдалось значительное снижение выбросов CO_2, выбросы 1998 года составили 55,4% от выбросов 1990 года. После 1998 года наметилась стабилизация объемов выбросов углекислого газа на уровне около 1,4 т CO_2. Оцененная с применением базового подхода эмиссия CO_2 в 2009 году составляет 1386713,20 Гг CO_2 или 55,8% от объема эмиссии 1990 г.

За период с 1990 по 2009 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. 3.8). В 2009 году по сравнению с 1990 годом на 21% выросла доля выбросов углекислого газа, обусловленная сжиганием природного газа, а доли выбросов, обусловленные сжиганием жидких и твердых топлив, сократились, соответственно на 16% и 5%.

Таблица 3.7

Распределение неэнергетическое использования природного газа в 2008 году.

	Доля от общего неэнергетическое использование ПГ, %	из них	
		Захоронено %	Выброшено, %
Производство аммиака (2B1)	22,1	0	100
Производство карбамида (2B1)	6	79,2	20,8
Использования природного газа для поддержания давления в скважинах	24,7	100	0
Производство базовых химических продуктов	44,1	69,2	30,8
Производство стали (2C1)	2,9	71	29
Общее нетопливное использование сырья согласно	100	63	37
Коэффициент захоронения, %	63±2		

Таблица 3.8

Временной тренд выбросов CO_2 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	94,61	95,64	99,80
1992	75,32	64,27	69,29	90,84
1993	71,81	57,92	67,94	88,75
1994	62,66	43,82	62,54	82,13
1995	60,62	43,43	58,80	79,55
1996	59,92	39,02	61,58	80,29
1997	57,18	38,47	54,38	78,37
1998	55,56	36,32	51,40	78,20
1999	56,39	37,45	51,78	79,03
2000	56,52	36,95	51,72	79,94
2001	56,41	36,71	49,33	81,54
2002	55,84	35,33	48,72	81,85
2003	57,19	34,55	49,09	86,06
2004	56,90	34,30	46,78	87,09
2005	56,91	35,28	44,95	87,38
2006	57,67	34,36	45,98	89,67
2007	57,37	33,76	43,29	91,34
2008	59,38	35,42	48,65	91,40
2009	55,75	32,26	45,12	87,21

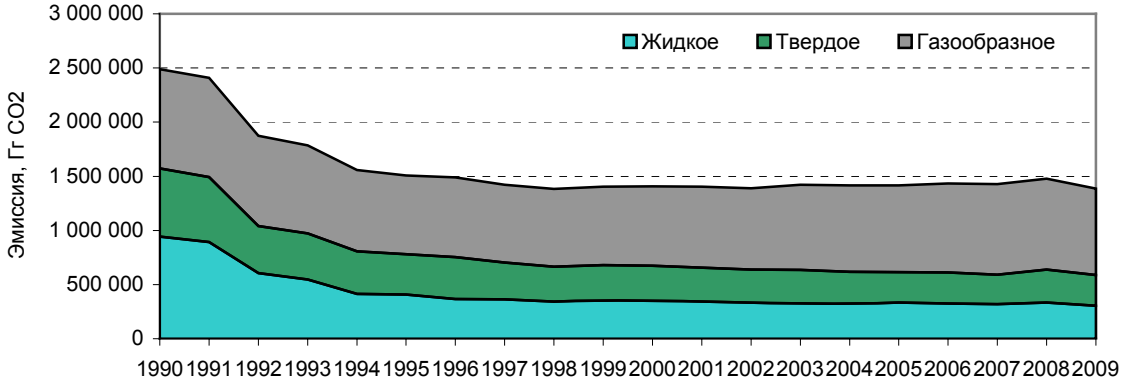


Рис. 3.4. Тренды выбросов углекислого газа от сжигания различных видов топлива с 1990 по 2009 гг., Гг

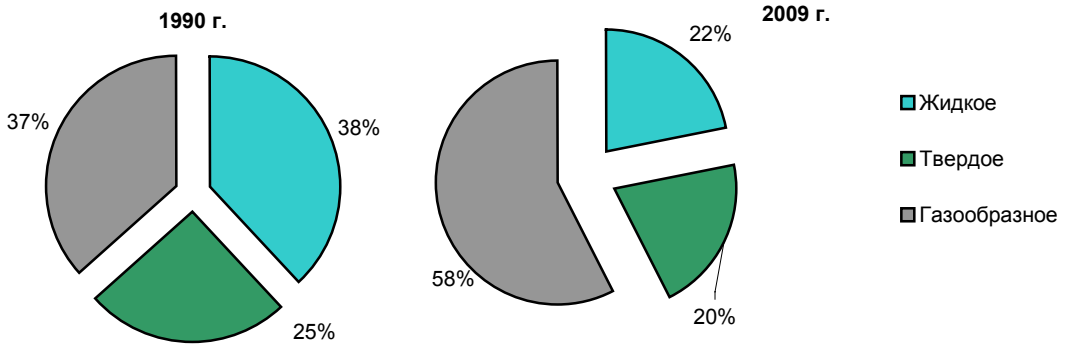


Рис. 3.5. Вклад различных видов топлив в суммарный выброс CO_2 от сжигания топлива в 1990 и 2009 годах

3.2.2.4 Оценка и контроль качества, перерасчеты и планируемые усовершенствования

В кадастре 2011 года при оценке выбросов парниковых газов от сжигания топлива с использованием базового подхода перерасчеты не проводились.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке было уточнено значение потерь, включенных в топливно-энергетический баланс для первичных топлив при добыче и на стадии потребления. Потери при добыче включают в себя потери нефти в процессе подготовки топлива (обессоливания, обезвоживания) и в процессе транспортировки по промысловым нефтепроводам, газа - при очистке, осушке и транспортировке по промысловым газопроводам. Потери на стадии потребления включают в себя все потери, возникшие при транспортировке и производстве продукции. Сюда относятся потери нефти и газа при транспортировке в магистральных нефте- и газопроводах; угля и других твердых углеводородов при перевозке их железнодорожным или другим транспортом, безвозвратные потери нефтяного сырья при производстве нефтепродуктов. Указанные потери не относятся к подсектору 1А – Сжигание топлива и никак не могут повлиять на инвентаризацию выбросов в этом подсекторе.

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.

При вводе исходных данных в расчетные таблицы разработана специальная система контроля качества, позволяющая избежать ошибок ввода данных, которая состоит из трех этапов:

– На первом этапе проводится сравнение рассчитанных значений общего объема топлив с учетом, добычи, импорта и изменения запасов с данными топливно-энергетического баланса для всех видов топлив, включая вторичные.

– Второй этап контроля качества состоит в сравнении расчетных данных об общем потреблении топлива в стране с учетом экспорта с данными топливно-энергетического баланса.

– На третьем этапе из расчетов удаляются данные о производстве вторичных топлив и производится расчет внутреннего потребления топлив в соответствие с Руководящими принципами МГЭИК, 1996.

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, 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.

Планируемые усовершенствования в расчете по базовому подходу связаны с выполнением рекомендаций группы экспертов по проверке в части более точного учета захоронения углерода при неэнергетическом потреблении топлива. Планируется проведение дальнейшего анализа возможности использования международного опыта в применении дополнительных к рекомендациям МГЭИК коэффициентов захоронения углерода, а так же, по возможности, разработка национальных коэффициентов захоронения углерода на основе модельных расчетов. Результаты тестовых расчетов национальных коэффициентов захоронения углерода при неэнергетическом использование топлива и полученных с использованием этих коэффициентов величин выбросов CO_2 приведены в части 3.2.2.2 Методические вопросы. *Накопленный углерод и неэнергетическое использование топлив.* Полученные результаты планируется применить при расчете накопленного углерода при неэнергетическом использовании топлива в последующих кадастрах.

3.2.3 Секторный подход (по категориям источников) – 1.AA

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.A1), промышленного производства и строительства (1.A2), транспорта (1.A3), других отраслей экономики (1.A4), включая коммерческое использование (1.A4a), использование в жилом секторе (1.A4b), сельское хозяйство, рыболовство и лесоводство (1.A4c), других видов сжигания топлива (1.A5).

Суммарная эмиссия парниковых газов от сжигания топлива при расчетах по категориям источников составила 1369330.435 Гг, CO_2-экв. что на 40% меньше, чем в 1990 году, и на 4,6% меньше, чем в 2008 году. Вклад отдельных подкатегорий в эмиссию парниковых газов для всего временного ряда с 1990 по 2009 гг. показан на рисунке 3.6.

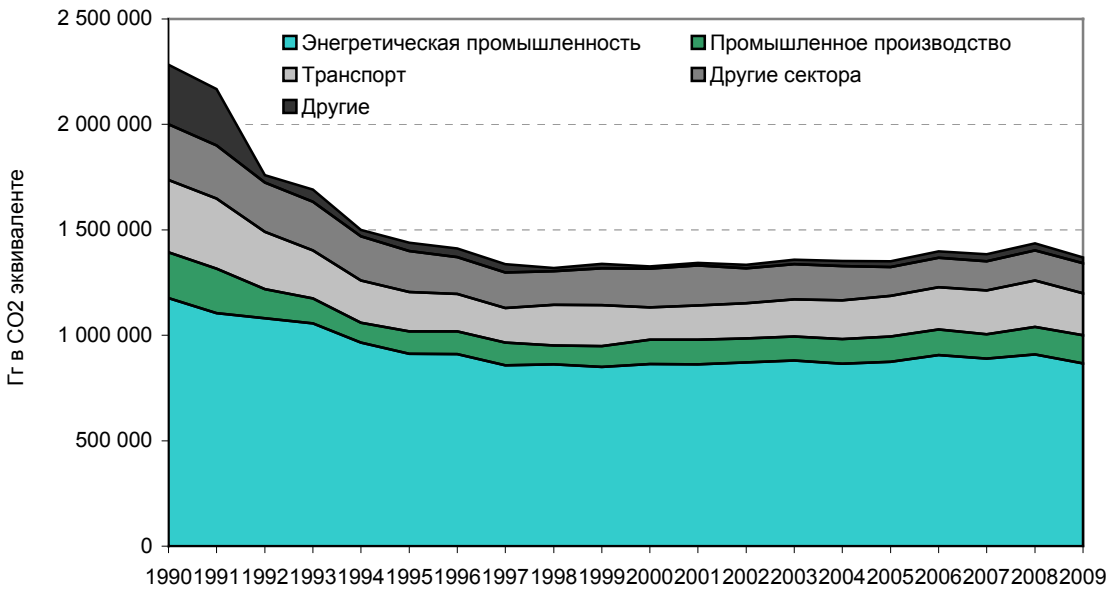


Рис. 3.6. Выбросы парниковых газов при сжигании топлива по категориям источников (Гг в CO2 эквиваленте)

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. В кадастре 2011 года впервые в соответствие с рекомендацией экспертов проведен расчет временного изменения национального коэффициента выбросов CO_2 при сжигание угля при выработке тепло- и электро- энергии на электростанциях с учетом изменения доли углей различных бассейнов.

Исходные данные о потребление топлива 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:

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

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.

Выбросы CO_2, 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 соответствие с рекомендациями Руководящих указаний по эффективной практике (МГЭИК, 2003, 3.1.3.1. Черная металлургия, Методологические вопросы, стр. 3.25). По рекомендации группы экспертов по проверке кадастра, доменный газ включен в расчеты в кадастре-2011 за все годы (1990-2009) для определения выбросов CH_4 и N_2O.

Временной ряд суммарных выбросов парниковых газов в эквиваленте CO_2 при сжигании топлива с указанием выбросов по основным категориям источников представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9

Эмиссия парниковых газов в эквиваленте CO_2 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	2008	2009
Всего	2,28	2,17	1,76	1,69	1,50	1,44	1,41	1,34	1,32	1,34	1,33	1,34	1,33	1,36	1,35	1,35	1,40	1,38	1,44	1,37
Энергетическая промышленность	1,18	1,11	1,08	1,06	0,97	0,91	0,91	0,86	0,86	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,87	0,87	0,91	0,89	0,91	0,87
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	0,13	0,13
Транспорт	0,34	0,33	0,27	0,23	0,20	0,19	0,18	0,16	0,19	0,20	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,20
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	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	0,03	0,03

3.2.3.1 Энергетическая промышленность (1.A1)

Обзор

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

Суммарная эмиссия парниковых газов от категории 1.A.1. «Энергетическая промышленность» в 2009 году составила 867244.87 Гг CO_2, из них 99,73% приходится на выбросы CO_2. Выбросы от сжигания топлива для энергетических целей определяет 63,57% выбросов CO_2 от всего сжигания топлива. Временной тренд выбросов CO_2 от сжигания топлива при добыче, переработке топлив и производстве энергии в России приведен на рисунке 3.7.

Методологические вопросы

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

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

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

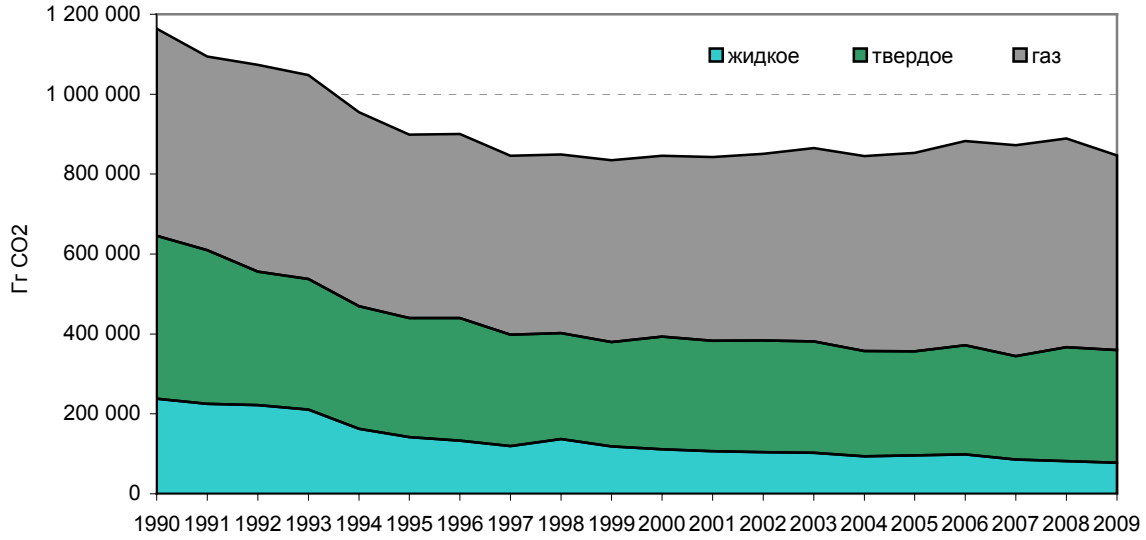


Рис. 3.7. Выбросы CO_2 при сжигании топлива в энергетической промышленность, Гг CO_2

Начиная с 2005 года в связи с приведением государственных статистических наблюдений в соответствие с общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД) появилась возможность выделения подкатегорий источников в категории 1.А.1. Энергетическая промышленность. Поэтому при оценке выбросов за 2005-2009 гг. 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 2009 году незначительно изменилось, по сравнению с предыдущими годами. Основной вклад (92,3%) в выбросы углекислого газа в категории 1.А.1. «Энергетическая промышленность» вносит сжигание топлива при производстве тепло- и электроэнергии (рис. 3.8). Подкатегория 1.b. – «Сжигание топлива при перегонке нефти» вносит 4,4% в выбросы CO_2, а вклад подкатегории 1.c. – «Производство твердых топлив и другие энергетические отрасли» составляет 3,3%.

Для оценки эмиссии CO_2 при сжигании топлива в энергетике страны в предыдущих кадастрах использовались национальные коэффициенты эмиссии, рассчитанные крупнейшей энергетической компанией России – РАО «ЕЭС России» на основе данных о физико-химических свойствах российских топлив и технологиях сжигания, используемых на российский ТЭС (РАО «ЕЭС России», 1999). Такой подход отвечает требованиям уровня 2 методов Руководящих принципов МГЭИК.

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

Коэффициент эмиссии при сжигании углей определены отдельно для каждого из бассейнов. Однако, статистические данные о потребление углей по секторам промышленности имеются только в целом для каменных углей и для бурого угля. Статистические данные отдельно для антрацита, коксового угля и каменного угля доступны только по добыче. Доля перечисленных углей в добыче используется для разделения общего количества каменного угля, потребляемого в секторах промышленности, на антрацит, коксовый уголь и каменный уголь. Поэтому, для расчета выбросов CO_2 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. Потери на неокисленный углерод при сжигании топлива уже включены в коэффициенты, представленные, рассчитанные в работе РАО «ЕЭС России». Для того, что бы расчеты соответствовали методике МГЭИК, доля неокисленного углерода была вычтена из коэффициентов эмиссии и рассчитана отдельно. Национальные параметры, используемые для оценки эмиссии CO_2 в энергетической промышленности, представленные, в соответствии с рекомендацией Группы экспертов РКИК ООН, с учетом национальных данных о доле неокисленного углерода приведены в таблице 3.10.

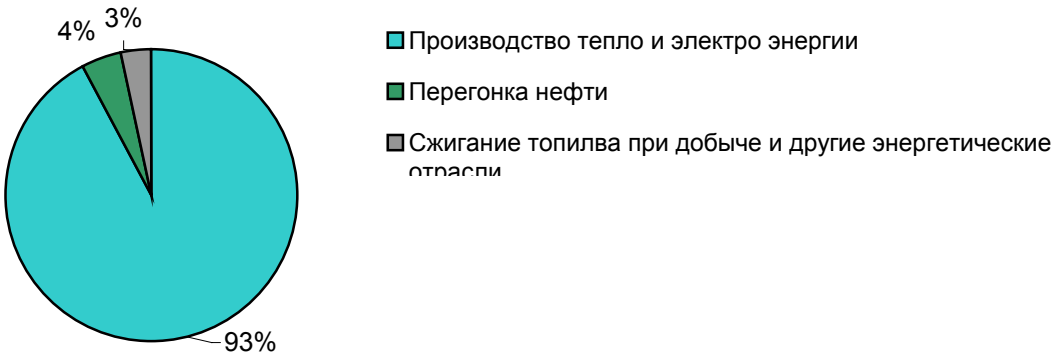


Рис. 3.8. Вклад подкатегорий 1.А.1а, 1.А.1.b, 1.А.1.с в выбросы CO2 при сжигании топлива в энергетической промышленности в 2009 г.

Таблица 3.10

Национальные параметры, используемые для оценки эмиссии CO_2 для энергетической промышленности

Топливо	Коэффициент эмиссии	
	тС/ТДж	Доля неокисленного углерода
Каменный уголь, бурый уголь	26,10	0,016
Природный газ	15,07	0
Дизельное топливо, мазут, нефтяной кокс	21,22	0

Таблица 3.11

Содержания углерода в углях различных угледобывающих бассейнов.

Тип угля	Коэффициент выброса CO_2/тут	Тип угля	Коэффициент выброса CO_2/тут
Уголь донецкий	2,645	Уголь канско-ачинский	2,874
Уголь кузнецкий	2,692	Уголь тувинский	2,760
Уголь подмосковный	2,785	Уголь тунгусский (котуйский)	2,760
Уголь воркутинский	2,714	Уголь райчихинский	2,760
Уголь интинский	2,728	Уголь ургальский	2,760
Уголь челябинский	2,781	Уголь сахалинский	2,730
Уголь свердловский	2,760	Уголь магаданский	2,730
Уголь башкирский	2,760	Уголь норильский	2,760
Уголь нерюнгринский	2,760	Уголь камчатский	2,730
Уголь якутский	2,760	Уголь Приморья	2,730
Уголь черемховский	2,754	Уголь прочих месторождений	2,760
Уголь азейский	2,753	Уголь карагандинский	2,760
Уголь читинский	2,899	Уголь экибастузский	2,773
Уголь гусиноозерский	2,782	Уголь импортный прочий	2,760
Уголь хакасский (минусинский)	2,768		

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке в кадастре 2011 года проведен перерасчет национальных коэффициентов выбросов CO_2 при сжигании углей на предприятиях тепло- электро- энергетики с учетом временных изменений структуры распределения углей по бассейнам. Содержание углерода в углях различных бассейнов рассчитано по данным РАО «ЕЭС России» (РАО «ЕЭС России», 1999). Для тех угольных бассейнов, для которых данные о содержание углерода отсутствуют, было принято среднее по стране значение (2,76 тCO_2/тут). Распределение коэффициентов выбросов диоксида углерода по различным типам углей представлено в таблице 3.11.

Расчет национального коэффициента выбросов CO_2 проводился на основание данных Росстата о сжигание углей различных бассейнов при производстве тепло- и электро-энергии. Средние для каждого года коэффициенты эмиссии CO_2 при сжигание углей рассчитывались как среднее взвешенное значение с учетом доли различных угольных бассейнов. Такие данные были предоставлены Росстатом за период с 1998 по 2009 год и за 1990 год. Так же для всего временного ряда с 1990 по 2009 годы имеется информация о суммарном потребление углей по бассейнам в экономике страны. Поэтому для периода с 1991 по 1997 годы среднее значение коэффициента выбросов CO_2 для энергетической

отрасли рассчитывались путем корреляции с суммарным потреблением углей в экономике страны. Полученные национальные коэффициенты выбросов CO_2 при сжигание углей для всего временного ряда, использующиеся в кадастре 2011 года представлены в таблице 3.12.

Вопрос об использовании коэффициентов эмиссии РАО ЕЭС России для всех стационарных источников выбросов так же прорабатывался в соответствии с рекомендациями группы экспертов, однако, в связи с тем, что на крупных ТЭС, для которых были разработаны коэффициенты, и на электростанция собственных нужд, работающих на промышленных предприятиях и в других отраслях экономики, используются различные технологии и оборудования, прямое распространение коэффициентов, разработанных для ТЭС, на все стационарные источники не представляется возможным.

Для оценки выбросов CO_2 при сжигании других топлив, а так же для оценки выбросов других парниковых газов использовались коэффициенты эмиссии, определенные МГЭИК.

Исходные данные

Временной тренд сжигания топлива при добыче, переработке топлив и производстве энергии в России приведен в таблице 3.13.

Обращает на себя внимание тот факт, что потребление газа в энергетической промышленности в 2009 году практически достигло уровня 1990 года (94%), при этом потребление жидкого и твердого топлива сократилось, соответственно, на 67,4% и 30,9% по отношению к 1990 году. По сравнению с 2008 годом значительных изменений в потребление топлива не произошло.

В соответствие с рекомендацией группы экспертов по проверке кадастра в НДК 2011 впервые приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.14 приведены данные о потребление топлива в подкатегории 1.А.1 – Энергетическая промышленность.

Таблица 3.12

Временной тренд национального коэффициента выбросов CO_2 при сжигание угля на предприятиях тепло-электро энергетики в России.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
тС/ТДж	26,10	26,32	26,34	26,31	26,30	26,27	26,32	26,30	26,19	26,21
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
тС/ТДж	26,23	26,23	26,21	26,24	26,23	26,21	26,22	26,23	26,28	26,22

Таблица 3.13

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Всего	100,0	94,0	92,0	89,9	82,1	77,6	77,5	73,0	73,4	72,3
Жидкое топливо	100,0	94,8	93,4	88,5	68,4	59,6	55,8	50,3	57,7	50,0
Твердое топливо	100,0	94,2	81,8	80,2	75,3	73,0	75,3	68,3	65,0	64,0
Газ	100,0	93,4	99,8	98,3	93,5	88,6	88,8	86,4	86,2	87,7
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Всего	73,4	73,3	74,1	74,9	73,6	74,4	77,0	75,7	77,3	73,8
Жидкое топливо	46,7	44,8	43,9	43,1	39,3	40,4	41,3	36,0	34,3	32,6
Твердое топливо	69,1	67,8	68,5	68,4	64,7	63,8	67,0	63,5	70,0	69,1
Газ	87,3	88,6	90,0	93,2	94,0	95,8	98,5	101,8	100,6	94,0

Таблица 3.14

Расход топлива в категории 1А1 – Энергетическая промышленность в 2009 году, ТДж.

Виды топлива	1A1a	1A1b	1A1c
Нефть	31 323,69	138,27	10 923,07
Дизельное топливо	80 721,50	1 954,31	72 305,22
Мазут	364 841,55	92 264,09	1 545,43
Сжиженный газ	602,61	18,40	239,21
Газ нефтеперерабатывающий, сухой	34 487,57	315 947,76	0,00
Антрацит	44 552,33	53,84	104,44
Коксующийся уголь	452 948,74	547,36	1 061,77
Каменный уголь	1 225 189,21	1 480,57	2 872,00
Бурый уголь	953 860,90	0,00	1 921,34
Горючие сланцы	158,22	0,00	0,00
Торф	7 198,54	0,00	123,53
Угольные брикеты	253,15	0,00	1,76
Кокс металлургический сухой	203,05	0,00	0,00
Газ горючий искусственный коксовый	66 887,51	38 034,86	43,42
Природный газ	8 351 116,36	73 101,98	386 608,69
Промышленные отходы	115 714,49	13 088,31	0,00
Всего[1)]	11 755 752,58	561 308,95	478 837,11
Биомасса	37 804,61	0,00	20,26

[1)] Сумма значений по столбцам не совпадает со значением «Всего», т.к. из детальной разбивки по видам топлива исключены значения, содержащие конфиденциальную информацию.

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 2009 году составила 132388,93Гг CO_2 эквивалента, из них 99,3% приходится на выбросы CO_2. Выбросы от сжигания топлива в промышленности определяют 9,7% выбросов углекислого газа от всего сжигания топлива. Временной тренд выбросов от сжигания топлива в промышленности приведен на рисунке 3.9.

Методологические вопросы

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

Российская национальная статистическая отчетность в целом соответствует требуемой детализации и распределению данных. В категорию 1.A.2 f – Другие сектора

промышленности при проведении инвентаризации были включены выбросы от сжигания топлива в следующих отраслях промышленности: Машиностроение и металлообработка, производство строительных материалов, легкая промышленность, другие сектора промышленности и строительство. Начиная с 2005 года в связи с приведением государственных статистических наблюдений в соответствие с общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД) изменилась структура статистической отчетности. Появилась возможность перенести данные о сжигании топлива при перегонке нефти и добыче топливных полезных ископаемых в категорию 1.А.1 – «Энергетическая промышленность». Данные о сжигание топлива в цветной и черной металлургии приведены в статистической отчетности за 2005 - 2009 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.А.2. «Промышленное производство и строительство» (рис. 3.10).

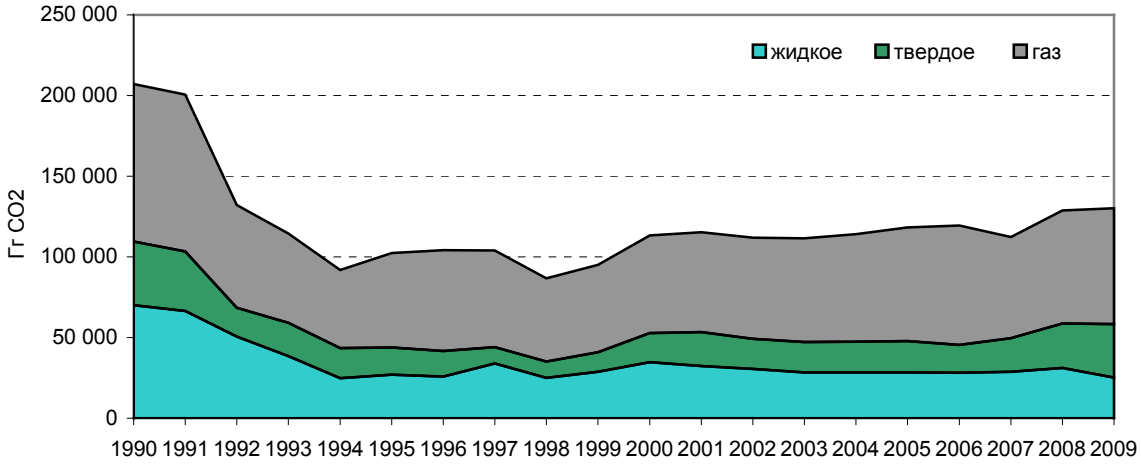


Рис. 3.9. Выбросы CO_2 при сжигании топлива в промышленности в 1990-2009 гг., Гг.

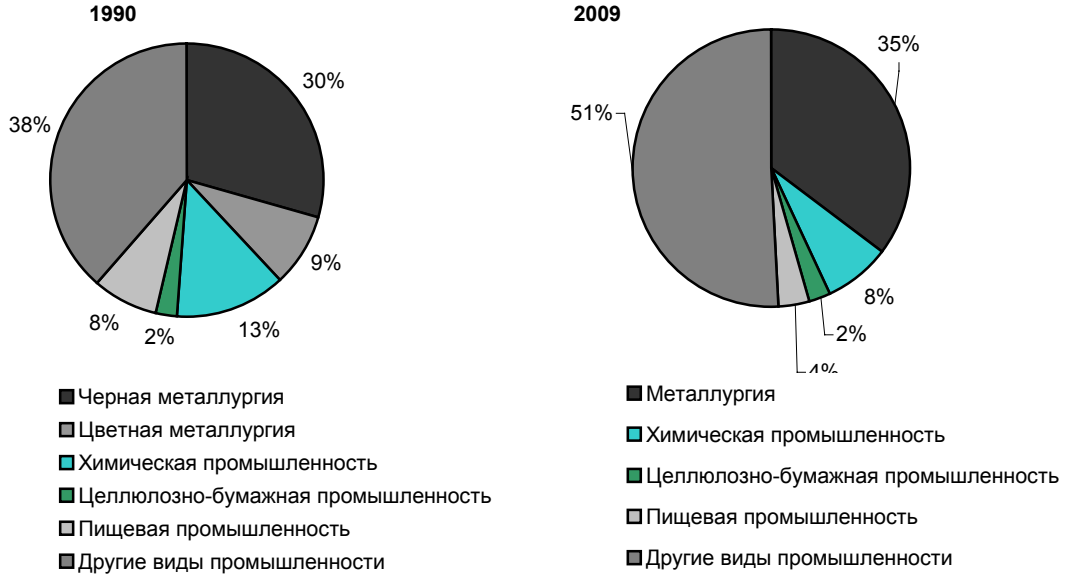


Рис. 3.10. Вклад различных промышленных производств в суммарный выброс CO_2 в категории 1.А.2. «Промышленное производство и строительство» в 1990 и 2009 годах

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.

В кадастре 2011 года по рекомендации группы экспертов по проверке кадастра выбросы от сжигания топлива при производстве тепло- и электро- энергии на промышленных предприятиях для собственных нужд для 2009 года перенесены в категорию 1А2. - Промышленное производство из категории 1А1 – Энергетическая промышленность. Поскольку информация о потребление топлива авто-производителями тепла и электроэнергии на промышленных предприятиях доступна только в целом для всей промышленности без разделения на подкатегории, то и выбросы, рассчитанные в целом для промышленного производства в отчетных таблицах (ОФД) помещены в подкатегорию 1А2f – другие промышленные производства. В дальнейшем планируется перенести выбросы от авто-производителей тепла и электроэнергии на промышленных предприятиях в категорию 1А2. - Промышленное производство для всего временного ряда.

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.2.а рассматривается как накопленный углерод.

Исходные данные

В таблице 3.15 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в промышленности за период с 1991 по 2009 год в процентах к 1990 году.

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.А3 – транспорт.

В соответствие с рекомендацией группы экспертов по проверке кадастра в НДК 2011 впервые приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.16 приведены данные о потребление топлива в подкатегории 1.А.2 – Промышленное производство.

Таблица 3.15

Сжигание топлива в промышленности за период 1990-2009 гг. в % к 1990 г.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Всего	100,0	96,5	62,5	53,7	43,9	54,9	58,0	53,6	47,0	50,1
Жидкое топливо	100,0	94,9	63,9	46,4	29,7	32,0	32,7	43,9	32,2	38,0
Твердое топливо	100,0	92,0	58,4	59,2	50,6	72,6	77,3	52,3	54,6	56,0
Газ	100,0	99,5	65,0	56,6	49,5	60,0	63,9	61,3	53,0	55,4
Другие топлива	100,0	98,0	57,4	31,6	25,3	35,4	25,1	25,1	17,7	20,6
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Всего	70,6	71,0	70,1	71,9	74,4	75,3	68,9	64,8	70,4	71,1
Жидкое топливо	46,4	42,8	40,1	38,4	40,9	40,9	40,8	41,5	45,2	36,5
Твердое топливо	119,3	122,4	119,7	126,2	127,9	124,8	91,4	96,2	101,0	109,3
Газ	61,8	63,2	64,0	65,7	68,2	72,0	75,5	64,2	71,8	73,3
Другие топлива	20,4	14,6	17,3	4,9	20,5	15,4	17,8	13,1	7,1	9,6

Таблица 3.16

Расход топлива в категории 1А2 –Промышленное производство в 2009 году, ТДж.

	1A2a	1A2c	1A2d	1A2e	1A2f
Нефть	29,33	724,85	0,00	259,77	3 012,54
Дизельное топливо	14 359,93	5 357,36	7 145,98	21 544,14	194 279,66
Мазут	13 756,32	2 902,19	7 638,83	2 593,11	29 158,42
Сжиженный газ	358,81	4 577,10	138,00	3 362,67	8 579,19
Газ нефтеперерабатывающий, сухой	0,00	8 526,30	0,00	0,00	184,59
Антрацит	1 788,22	79,99	52,03	78,56	3 027,99
Коксующийся уголь	18 180,19	813,22	528,93	798,70	30 784,57
Каменный уголь	49 175,93	2 199,70	1 430,71	2 160,42	83 269,73
Бурый уголь	859,66	20,06	1 200,66	1 202,09	17 944,01
Горючие сланцы	0,00	0,00	0,00	0,00	328,75
Торф	1,00	13,95	0,00	0,00	267,98
Угольные брикеты	0,00	0,00	1,76	0,00	40,43
Кокс металлургический сухой	42 657,11	4 681,73	0,00	0,00	14 190,22
Газ горючий искусственный коксовый	98 211,90	35 058,74	0,00	0,00	2 697,21
Природный газ	504 004,65	107 860,92	16 906,10	42 096,19	613 518,99
Промышленные отходы	2 437,76	1 078,24	5 203,68	568,42	650,46
Всего[1)]	746 708,65	177 192,68	40 370,73	75 034,26	1 012 696,77
Биомасса	13,25	193,29	3 987,31	411,51	1 532,26

[1)] Сумма значений по столбцам не совпадает со значением «Всего», т.к. из детальной разбивки по видам топлива исключены значения, содержащие конфиденциальную информацию.

3.2.3.3 Транспорт (1.A3)

Обзор

К категории «Транспорт» согласно методике 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 2009 году составил 198970,41 Гг CO_2 эквивалента (из них 98,35% приходится на выбросы углекислого газа). Эмиссия углекислого газа при сжигании топлива транспортом определяет 14,4% суммарных выбросов при сжигании топлива. Изменение выбросов углекислого газа от транспортного сектора за период с 1990 по 2009 год и относительный вклад жидкого и газообразного топлива представлен на рисунке 3.11.

Методологические вопросы

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

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

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

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).

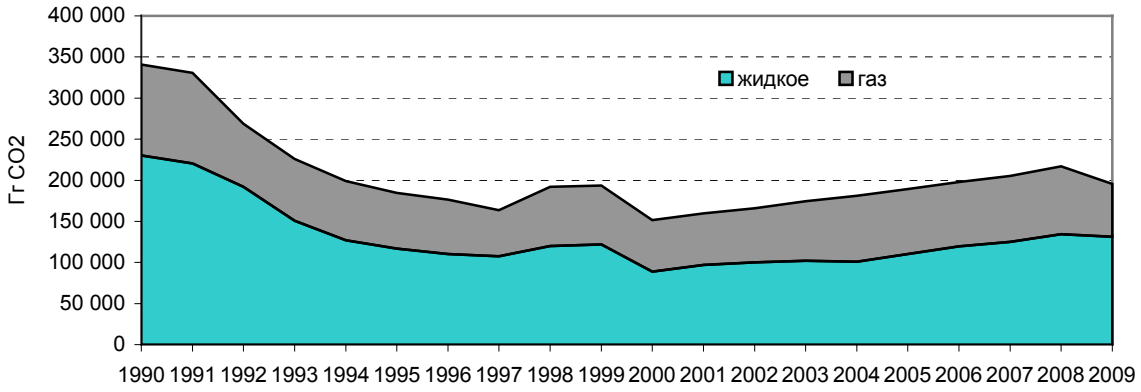


Рис. 3.11. Выбросы CO_2 от транспортного сектора за период с 1990 по 2008 год, Гг

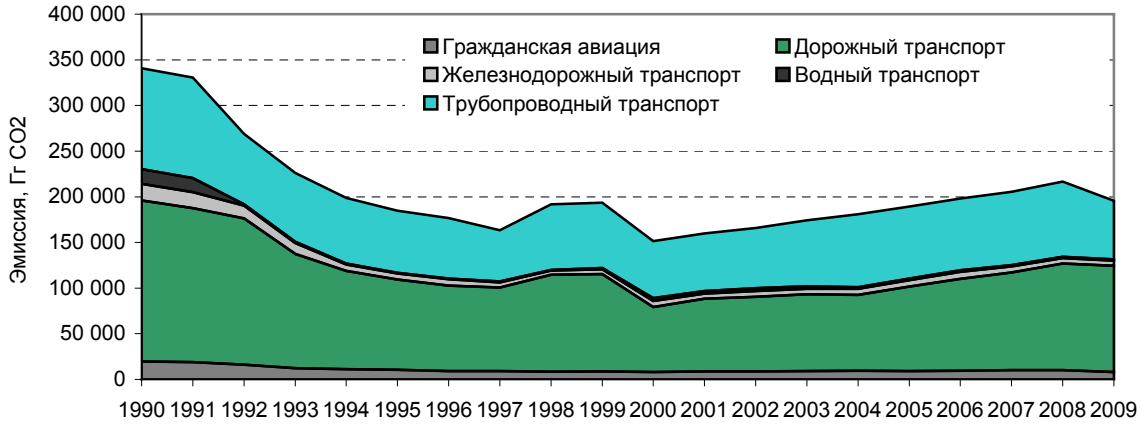


Рис. 3.12. Вклад различных видов транспорта в суммарный выброс CO_2 от категории 1.А.3. «Транспорт» в 1990 и 2008 годах

Исходные данные.

В таблице 3.17 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в транспортном секторе за период с 1991 по 2009 год в процентах к 1990 году.

В соответствие с рекомендацией группы экспертов по проверке кадастра в НДК 2011 впервые приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.18 приведены данные о потребление топлива в подкатегории 1.А.3 – Транспорт.

Таблица 3.17

Сжигание топлива транспортом за период 1991-2009 гг. в % к 1990 г.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Всего	100,0	97,3	78,2	66,7	59,3	55,2	52,9	48,6	57,4	57,7
Жидкое топливо	100,0	95,7	83,4	65,7	55,7	51,4	48,5	47,3	52,6	53,5
Газ	100,0	99,8	69,6	68,2	65,1	61,5	60,0	50,7	65,1	64,7
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Всего	45,8	48,1	50,0	52,8	55,2	57,3	59,6	61,8	65,1	58,1
Жидкое топливо	39,2	42,7	44,1	45,1	44,7	48,6	52,8	55,2	59,3	58,0
Газ	56,6	57,0	59,6	65,4	72,4	71,5	71,0	72,7	74,6	58,2

Таблица 3.18

Расход топлива в категории 1А3 Транспорт в 2009 году, ТДж.

Гражданская авиация	ТДж
Авиационный керосин[1)]	116 028,97
Дорожный транспорт	
Сжиженный газ	14 540,92
Бензин	1 315 725,93
Дизельное топливо	334 089,29
Другие моторные топлива	8 888,16
Всего	1 673 244,30
Железнодорожный транспорт	
Дизельное топливо	70 860,73
Мазут	2 970,43
Другие моторные топлива	47,38
Всего	73 878,54
Водный транспорт	
Дизельное топливо[2)]	10 013,71
Мазут[2)]	8 578,13
Другие моторные топлива	150,81
Всего	18 742,65
Трубопроводный транспорт	
Природный газ	1 151 744,97
Нефть	599,16
Всего	1 152 344,12

[1)] Расход топлива гражданской авиацией рассчитан по данным о налете и удельном расходе топлива

[2)] Потребление топлива водным транспортом приведено за вычетом бункерного топлива

Выбросы от внутренней гражданской авиации.

В 2009 году совокупная эмиссия CO_2, CH_4 и N_2O от сжигания топлива в гражданской авиации составила 8,3 млн. т (8 369,1 Гг) CO_2-экв., что на 58 % ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого в 2009 году приходилось 99,1 % совокупного выброса. Эмиссии метана и закиси азота в 2009 году составили 0,01 % и 0,89 % 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 самолето-часов Федерального агентства воздушного транспорта.

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 (Грабар с соавт., 2011):

$$FC(t) = \sum_X FT_X(t) \cdot FR_X \text{, где} \qquad (3.1)$$

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, самолето-часов;

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 2009 годы были предоставлены Федеральным агентством воздушного транспорта 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.

В ответ на замечания экспертов Секретариата РКИК ООН, высказанные при углубленном рассмотрении кадастра в 2009, 2010 годах, был усовершенствован алгоритм расчета потребления топлива с 1990 по 1999 гг. с учетом изменения структуры парка воздушных судов. Анализ долевого участия различных типов воздушных судов иностранного и российского производства в общем объеме внутренних перевозок показал, что с 1990 по 2005 гг. их соотношение практически не менялось. В среднем за указанный период процент использования судов российского и иностранного производства во внутреннем сообщении составил 96% и 4% соответственно. Поэтому, потребление топлива с 1990 по 1999 г. определяли экстраполяцией на основе данных о внутреннем пассажирообороте с 1990 по 2005 г. и потреблении топлива за 2000-2005 гг., когда структура парка воздушных судов оставалась постоянной.

Внутренний пассажирооборот и использование топлива при внутренних авиационных перевозках представлены в таблице 3.19.

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):

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

E_{CO_2, CH_4, N_2O} — величина эмиссии CO_2, CH_4, N_2O, т;

FC — масса топлива, потребленного при выполнении авиационных перевозок в году t, т;

CF_{TCE} — коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте (1,47 т.у.т. • $т^{-1}$);

CF_{NCV} — коэффициент пересчета в теплотворную способность (0,0293 ТДж • $т.у.т.^{-1}$);

EF_{CO_2, CH_4, N_2O} — коэффициент эмиссии CO_2, CH_4, N_2O, т • $ТДж^{-1}$

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

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 т.у.т. • $т^{-1}$ и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного 0,0293 ТДж • $т.у.т.^{-1}$ (Постановление Госкомстата России, 1999). Коэффициенты эмиссии CO_2, CH_4 и N_2O, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при внутренних авиационных перевозках, были взяты из руководства МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006) и приведены в таблице 3.20.

Таблица 3.19

Внутренний пассажирооборот и потребление топлива при выполнении внутренних авиаперевозок

Годы	Пассажирооборот, млрд. пас.-км	Потребление топлива, тыс. т
1990	141,0	6418,2[1)]
1991	134,6	6207,8[1)]
1992	103,6	5188,6[1)]
1993	65,0	3919,5[1)]
1994	53,3	3534,9[1)]
1995	48,5	3377,1[1)]
1996	36,1	2969,4[1)]
1997	33,8	2893,8[1)]
1998	29,6	2755,7[1)]
1999	30,8	2795,1[1)]
2000	27,8	2629,4
2001	31,3	2840,2
2002	32,5	2891,8
2003	35,7	2991,2
2004	39,3	3138,0
2005	40,0	2990,2
2006	43,0	3100,3
2007	49,2	3353,8
2008	52,7	3390,2
2009	49,1	2693,9

[1)] Получены расчетным путем.

Таблица 3.20

Коэффициенты эмиссии CO_2, CH_4 и N_2O, использованные в расчетах выбросов парниковых газов при внутренних авиационных перевозках

Вид топлива	Коэффициент эмиссии CO_2, т • ТДж$^{-1}$	Коэффициент эмиссии CH_4, т • ТДж$^{-1}$	Коэффициент эмиссии N_2O, т • ТДж$^{-1}$
Авиационный керосин	71,5	0,0005	0,002

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

Расчетные значения выбросов CO_2, CH_4 и N_2O 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 2009 году эмиссия CO_2 была меньше на 58% по сравнению с уровнем 1990 года и составила 8,3 млн. т. Тренды выбросов CH_4 и N_2O повторяют тренд выбросов CO_2. Величины эмиссии метана и закиси азота в 2009 году составили 58 и 232 т соответственно (рис. 3.14).

Тренд выбросов от внутренней гражданской авиации с 1990 по 2000 гг. обусловлен сокращением деятельности воздушного транспорта в связи с рецессией экономики. Несмотря на рост авиаперевозок с 2001 по 2008 гг. (табл. 3.19), существенного увеличения выбросов парниковых газов не наблюдалось, что обусловлено повышением топливной эффективности на воздушном транспорте за счет обновления парка воздушных судов. В 2009 г. совокупные выбросы от внутренней гражданской авиации сократились на 20,5% относительно уровня 2008 года, что, скорее всего, вызвано последствиями экономического кризиса 2008 года (рис. 3.13 и 3.14).

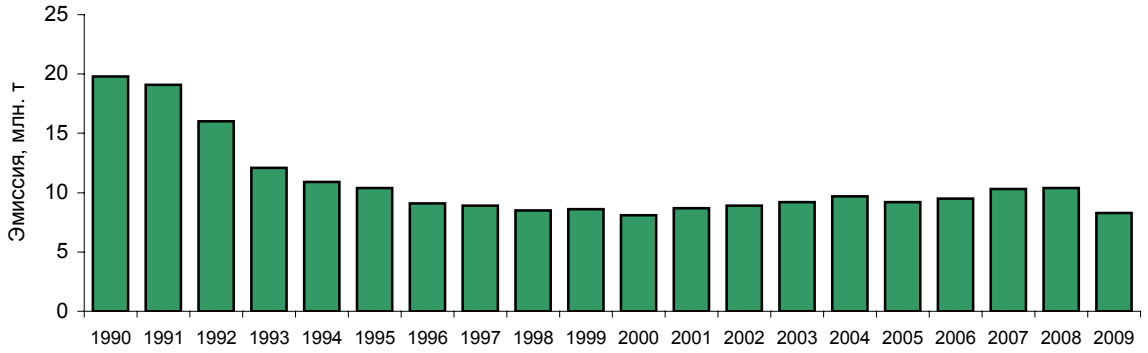


Рис. 3.13. Динамика эмиссии CO_2 от внутренней гражданской авиации

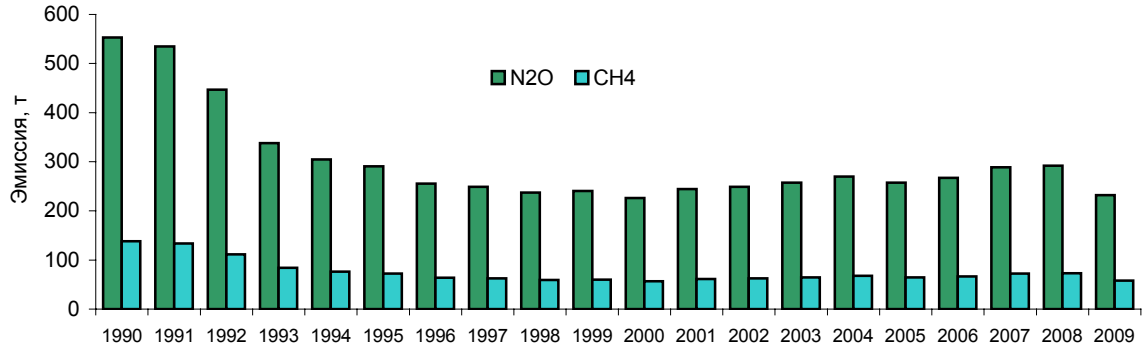


Рис. 3.14. Динамика эмиссии CH_4 и N_2O от внутренней гражданской авиации

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. Проверки выполнялись лицами, непосредственно занятыми в подготовке кадастра.

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. Кроме того, по результатам работ в 2011г. была опубликована статья в рецензируемом международном журнале (Грабар и др., 2011). Рецензирование статьи независимыми экспертами является дополнительной процедурой контроля качества, подтверждающей корректность выполненных оценок.

В ответ на замечания группы экспертов Секретариата РКИК ООН, высказанные во время углубленного рассмотрения Национального кадастра парниковых газов в 2009, 2010 гг., была проведена работа по совершенствованию алгоритма расчета потребления топлива с 1990 по 1999 гг. с учетом изменений в структуре парка воздушных судов.

В части планируемых усовершенствований предполагается улучшить процедуры контроля качества путем привлечения независимых экспертов к проверке выбросов парниковых газов от внутренних авиаперевозок.

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 2009 году составил 170726.2194 Гг CO_2 эквивалента, из них 98,67% составляют выбросы углекислого газа. Другие сектора экономики определяют 12,4% суммарных выбросов CO_2 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.

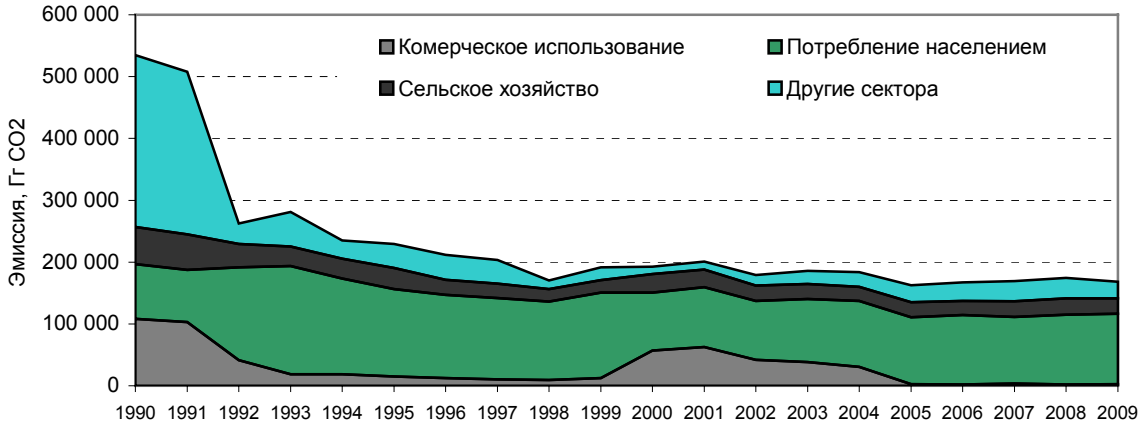


Рис. 3.15. Суммарные выбросы углекислого газа от секторов 1.A4 и 1.A5, Гг CO_2.

Методологические вопросы

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

В подкатегории 1.А.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.А.4 а учтены все не моторные топлива, отнесенные в национальной статистике к транспорту.

К подкатегории 1.А.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.А.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 источником и рассчитана отдельно от стационарного сжигания.

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

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

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

Исходные данные.

В таблице 3.21 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в других секторах за период с 1990 по 2009 год.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке кадастра в НДК 2011 впервые приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.22 приведены данные о потребление топлива в подкатегории 1.А4 – Другие сектора и 1.А5 – Другие, не учтенные ранее сектора.

Таблица 3.21

Сжигание топлива в других секторах (категории 1.А4 и 1.А5)
за период 1991-2009 гг. в % к 1990 г.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Всего	100.0	95.4	56.5	61.9	51.5	49.2	46.1	44.2	37.6	41.9
Жидкое топливо	100.0	94.7	26.5	25.3	20.1	23.4	22.2	21.8	12.0	16.7
Твердое топливо	100.0	93.4	38.9	37.7	26.7	26.0	19.1	18.2	17.0	20.3
Газ	100.0	99.8	189.3	228.5	207.3	183.7	178.9	170.6	166.7	169.8
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Всего	41.1	42.9	39.4	41.2	40.4	36.1	37.2	38.1	38.8	37.6
Жидкое топливо	16.5	17.8	14.9	15.0	17.1	14.9	14.9	15.3	17.5	14.8
Твердое топливо	21.6	22.8	15.7	15.3	14.7	11.7	12.2	9.9	10.4	10.0
Газ	168.2	174.2	172.6	184.5	173.1	157.4	163.3	170.6	166.7	169.9

Таблица 3.22

Потребление топлива по видам в категории 1А4 – Другие отрасли и 1А5 – Другие виды сжигания топлива в 2009 году, ТДж

	1A4A	1A4B	1A4C	1A5
Нефть	282,16		527,93	641,05
Бензин			49 843,20	
Дизельное топливо			229 219,32	117 309,58
Мазут	6 743,69	4 712,55	20 772,97	11 925,89
Сжиженный газ	1 453,63	130 872,85	3 381,07	8 924,19
Газ нефтеперерабатывающий сухой	13,19	0,00		
Антрацит	218,65	1 770,25		1 650,32
Коксующийся уголь				16 778,28
Каменный уголь	8 235,86	66 679,46	1 750,38	45 383,87
Бурый уголь	2 150,59	13 158,56	2 000,15	5 208,12
Торф			33,87	99,62
Угольные брикеты	8,79	15,82	1,76	110,75
Кокс металлургический сухой	37,71	2,55		116,03
Газ горючий искусственный коксовый	3,34			
Природный газ	17 649,97	1 744 709,52	37 075,08	111 005,45
ТБО абиогенные				1549.39
Промышленные отходы	556,70		1 582,20	3 489,63
Всего	**37 354,27**	**1 961 921,56**	**348 199,28**	**374 924,02**
Биомасса	1 109,06	37 213,84	11 849,69	24 955,75
CH4 recovered				5798,70
ТБО биогенное				16145.9
Биомасса всего	**1 109,06**	**37 213,84**	**11 849,69**	**47 080,89**

[1)] Сумма значений по столбцам не совпадает со значением «Всего», т.к. из детальной разбивки по видам топлива исключены значения, содержащие конфиденциальную информацию.

3.2.3.5 Оценка выбросов других газов, кроме CO_2

Оценка выбросов других, кроме CO_2 газов проводилась с использованием метода 1-го уровня по секторам промышленности. Выбросы прочих парниковых газов – метана (CH_4) и диоксида азота (N_2O), 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 CO_2 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).

В кадастре 2011 года впервые в соответствие с рекомендациями группы экспертов по проверке кадастра проведено разделение выбросов CH_4 и N_2O по тем же подкатегориям источников, как и расчет выбросов CO_2 в энергетической промышленности (1A1) и промышленном производстве (1A2) для всего временного ряда.

Коэффициент выбросов для иных кроме CO_2 газов значительно зависит от используемой технологии сжигания. При применении уровня 1 использовались коэффициенты выбросов прочих парниковых газов CH_4 и N_2O приведенные по умолчанию отдельно для каждой категории источников в Руководящих принципах МГЭИК.

В целом для подсектора 1.А. «Сжигание топлива» выбросы CH_4 и N_2O в 2009 году составляют всего 0,64% суммарного выброса парниковых газов. В 1990 году доля выбросов прочих парниковых газов при сжигании топлива составляла 0,79%. На рисунке 3.16 показан временной тренд выбросов CH_4 и N_2O при сжигании топлива, а на рисунке 3.17 вклад различных категорий источников в суммарные выбросы метана и закиси азота в 2009 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 2009 году распределение выбросов метана между категориями источников достаточно равномерное, при этом основные выбросы метана в подсекторе 1.А. были обусловлены сжиганием топлива населением, в других, не учтенных ранее, отраслях экономики и на транспорте. Эмиссия N_2O обусловлена в основном сжиганием топлива транспортом (48%) и в энергетической отрасли (34%). Значительное увеличение доли N_2O и CH_4, обусловленной выбросами от автотранспорта, объясняется включением в расчет коэффициентов выбросов, отражающих структуру национального парка АТС.

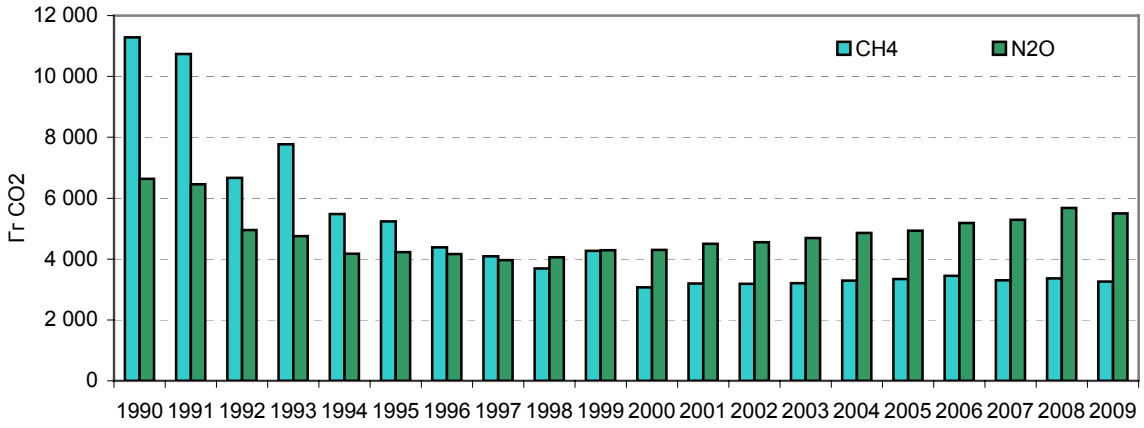


Рис. 3.16. Временной тренд выбросов CH_4 и N_2O при сжигании топлива

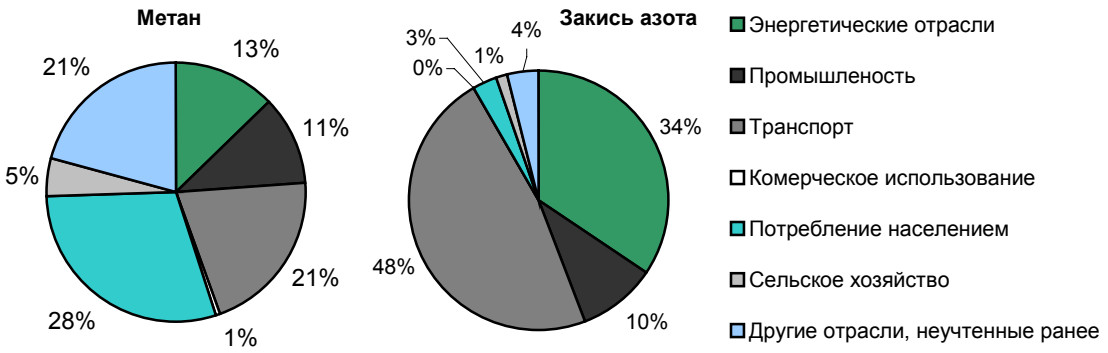


Рис. 3.17. Вклад различных категорий источников в выбросы метана и закиси азота от сжигания топлива в 2009 году

Временное изменение выбросов косвенных парниковых газов представлено на рисунке 3.18. Основной вклад в выбросы окислов азота вносит сжигание топлива в энергетической отрасли (52%) и на транспорте (30%). Выбросы оксида углерода и летучих неметановых органических соединений в подсекторе 1.А., соответственно, на 87% и 89% обусловлены сжиганием топлива на транспорте (рис. 3.19). При этом более 98% выбросов как СО, так и ЛНОС, от категории транспорт обусловлено сжиганием топлива дорожным транспортом.

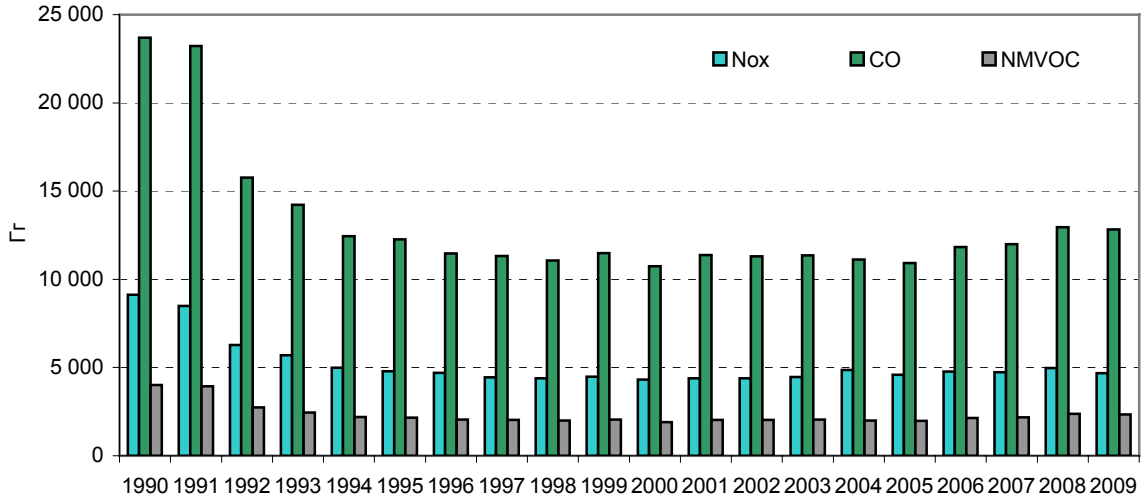


Рис. 3.18. Временной тренд выбросов газов с косвенным парниковым эффектом при сжигании топлива

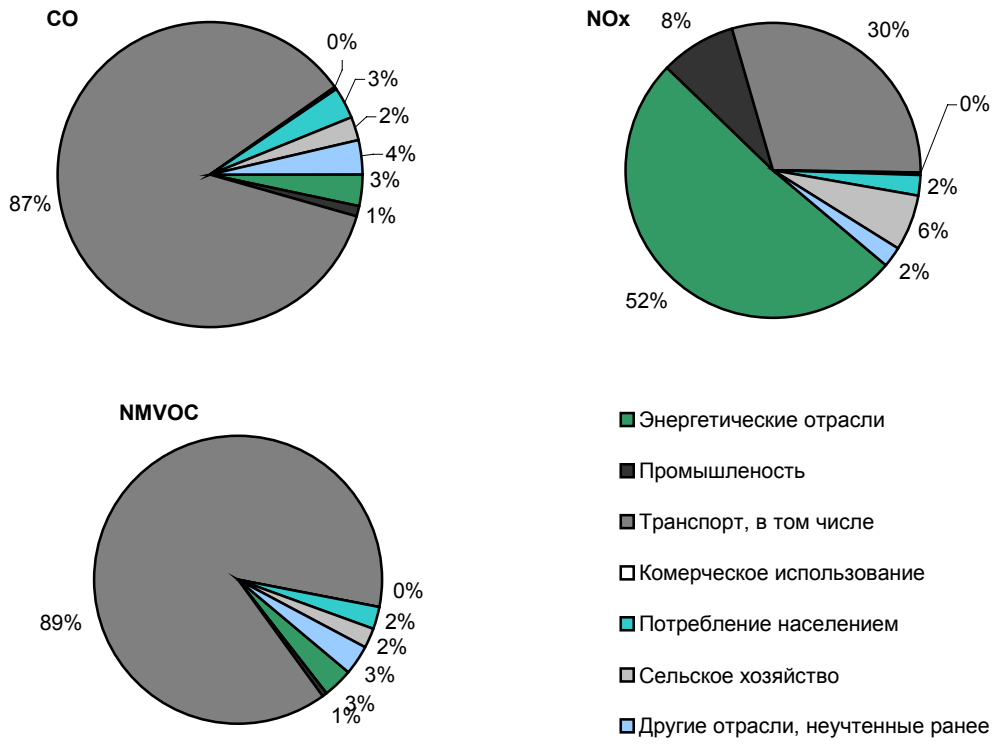


Рис. 3.19. Вклад различных категорий источников в выбросы газов с косвенным парниковым эффектом от сжигания топлива в 2009 году

Промышленное производство

В кадастре 2011 года по рекомендации группы экспертов по проверке доменный газ включен в расчеты за все годы (1990-2009) для определения выбросов CH_4 и N_2O. Доменный газ используется в качестве топлива в промышленном производстве или при производстве тепло- и электро- энергии на электростанциях собственных нужд при промышленных предприятиях, поэтому все выбросы CH_4 и N_2O образующиеся при сжигании доменного газа отнесены к подсектору 1.A.2 – Сжигание топлива в промышленности в виде отдельной подкатегории эмиссии в таблицах ОФД - 1.A.2.F.2 – Выбросы CH_4 и N_2O от сжигания доменного газа. Выбросы метана при сжигании доменного газа составили в 2009 году 5,48 Гг, а закиси азота – 0,77 Гг. В 1990 году соответствующие значения составляли 3.65 Гг и 0,51 Гг.

Дорожный транспорт

В соответствие с рекомендацией группы экспертов по проверке, основываясь на тестовом расчете, выполненном для 2007 года (НДК РФ 2009, приложение 3.1), был рассчитан скрытый коэффициент выбросов CH_4 and N_2O.

В тестовом расчете 2007 была проведена инвентаризация выбросов CH_4 и N_2O по методу уровня 3 Руководящих принципов МГЭИК 2006 и с использованием национальных коэффициентов выбросов CH_4 и N_2O на километр пробега для различных категорий автотранспортных средств (Расчетная инструкция НИИАТ, 2008). Расчеты, проведенные для 2007 года, основаны на базе данных ГИБДД МВД РФ о парке транспортных средств. Статистическая информация, собираемая ГИБДД, представляется в обобщенном виде и не может быть напрямую использована для расчета выбросов ПГ. Экспертные оценки о структуре парка АТС для разделения на модельные классы были использованы в тестовом расчете 2007. Все предположения и расчеты сделанные для разделения АТС по категориям в соответствие с методологией МГЭИК описаны в НДК РФ 2009, приложение 3.1.

В ответ на потенциальные проблемы в секторе Энергетика, Дорожный транспорт 1A3b, CH_4, N_2O, поднятые группой экспертов по проверке МГЭИК, были проанализированы национальные коэффициенты выбросов CH_4 и N_2O. В соответствие с Расчетной инструкция НИИАТ (2008) коэффициенты эмиссии различаются для следующих категорий АТС:

– легковые автомобили Евро 0,
– легковые автомобили Евро 1-3,
– грузовые автомобили (< 3,5 т) Евро 0,
– грузовые автомобили (< 3,5 т) Евро 1-3,
– грузовые автомобили и автобусы (3,5-7,5 т),
– грузовые автомобили и автобусы (7,5-16 т),
– грузовые автомобили и автобусы (16-32 т),
– грузовые автомобили и автобусы (>32 т).

Для расчета скрытых коэффициентов выбросов общее количество бензина и дизельного топлива сожженного АТС было рассчитано для каждой из приведенных выше категорий. Данные расчеты были проведены с использованием Методических рекомендаций «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте» (Расчетная инструкция НИИАТ, 2008), в которых приведена информация о среднем расходе топлива на километр пробега АТС различных типов.

Используя данные об общем расходе топлива каждой из категорий АТС и национальных коэффициентах выбросов CH_4 и N_2O при сжигании бензина и дизельного топлива, были рассчитаны скрытые коэффициенты выбросов для каждой категории АТС. Затем был рассчитан средний скрытый коэффициент выбросов CH_4 и N_2O при сжигании бензина и дизельного топлива для парка АТС в 2007 году.

Сравнение коэффициентов выбросов, приведенных в методологиях МГЭИК 1996, МГЭИК 2006, и полученных на основе тестового расчета 2007 для российского парка АТС приведены в таблице 3.23.

Таблица 3.23

Сравнение коэффициентов выбросов (kg/TJ) для CH4 и N2O от АТС.

	CH4		N2O	
	Бензин	ДТ	Бензин	ДТ
МГЭИК 1996	20	5	0,6	0,6
МГЭИК 1996				
АТС с неконтролируемыми выбросами	33	3,9	3,2	3,9
АТС с катализатором окисления	25		8,0	
Легкий грузовой транспорт	3,8		5,7	
Скрытый коэффициент эмиссии 2007	19,51	11,7	5,14	3,67

Принимая во внимание рекомендации группы экспертов о соблюдение принципов полноты и последовательности временных рядов, было принято предположение о том, что все АТС используемые в 1990 году не были оснащены системой контроля выбросов. Для расчета временного изменения коэффициентов выбросов были применена линейная интерполяция данных между 1990 и 2007 годами. Так же было принято предположение о том, что в 2008 и 2009 годах не произошло значительных изменений в структуре парка АТС по сравнению с 2007 годом, поэтому в 2008 и в 2009 годах для расчета выбросов CH_4 и N_2O использовались те же коэффициенты, которые были получены для 2007 года.

3.2.3.6 Оценка точности расчетов выбросов парниковых газов

Комплексная количественная оценка неопределенности величин выбросов парниковых газов затруднительна из-за сложной организационной структуры категории 1.А. Как правило, при развитой системе национальной статистики уровень неопределенности данных о деятельности составляет ±5%. Неопределенность рекомендуемых МГЭИК коэффициентов эмиссии составляет ±25% (IPCC, 2000).

Российская Федерация имеет высокоорганизованную систему государственной статистики. Поскольку в данные о деятельности были взяты из государственной статистической отчетности или данных международных организаций, в которые Российская Федерация регулярно представляет статистическую информацию, то они имеют высокую точность. Соответственно их неопределенность составляет ±5%. При расчетах в большинстве случаев были использованы рекомендуемые МГЭИК коэффициентов эмиссии. Для национальных коэффициентов пересчета и других параметрических данных также был принят уровень неопределенности ±25%. Количественная оценка неопределенности выбросов парниковых газов для сжигания топлива (категория 1.А) выполнялась на основе приведенных выше величин неопределенностей данных о деятельности и параметров по Уровню 1 методологии МГЭИК (IPCC, 2006). Выполненные расчеты показывают, что общая неопределенность оценок выбросов по категории источников 1.А в 2009 году составляет 3,87%, а неопределенность тенденции выбросов – 3,28%.

3.2.3.7 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. Для каждого подсектора при вводе исходных данных проводится контроль сходимости общего

количества топлива, сжигаемого в данном подсекторе, с данными топливно-энергетического баланса. При расхождении, превышающим 0,05%, что может быть вызвано ошибкой округления данных, проводится перепроверка введенных данных. 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.

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.

Перерасчеты в кадастре 2011 года:

– в соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке, проведен расчет временного изменения национального коэффициента выбросов CO_2 при сжигание угля при выработке тепло- и электро- энергии на электростанциях с учетом изменения доли углей различных бассейнов. Полученные коэффициенты использованы для перерасчета выбросов CO_2 в категории 1A1a – Производство тепло и электро энергии;

– в докладе о кадастре (НДК 2011) впервые по рекомендации группы экспертов по проверке приведены данные о потребление топлива с разделением по видам для подкатегорий источников;

– по рекомендации группы экспертов по проверке кадастра выбросы от сжигания топлива при производстве тепло- и электро- энергии на промышленных предприятиях для собственных нужд для 2009 года перенесены в категорию 1A2. - Промышленное производство из категории 1A1 – Энергетическая промышленность. Поскольку информация о потребление топлива авто-производителями тепла и электроэнергии на промышленных предприятиях доступна только в целом для всей промышленности без разделения на подкатегории, то и выбросы, рассчитанные в целом для промышленного производства в отчетных таблицах (ОФД) помещены в подкатегорию 1A2f – другие промышленные производства. В дальнейшем планируется перенести выбросы от авто-производителей тепла и электроэнергии на промышленных предприятиях в категорию 1A2. - Промышленное производство для всего временного ряда,

– впервые в соответствие с рекомендациями группы экспертов по проверке кадастра проведено разделение выбросов CH_4 и N_2O по тем же подкатегориям источников, как и расчет выбросов CO_2 в энергетической промышленности (1A1) и промышленном производстве (1A2) для всего временного ряда,

– в ответ на замечания группы экспертов Секретариата РКИК ООН, был усовершенствован алгоритм расчета потребления топлива с 1990 по 1999 гг. с учетом изменения структуры парка воздушных судов. Полученные изменения отразились в перерасчетах объемов потребленного топлива, а как следствие и выбросов ПГ, в категориях 1.A.3.a – Внутренняя гражданская авиация и 1.A.5 – Другие виды сжигания топлива.

В дальнейшем планируется внедрение в кадастр результатов исследований, начатых в этом году в соответствие в рекомендациями группы экспертов по проверке, по

– разработке национальных коэффициентов захоронения углерода в результате неэнергетического использования топлива,

– разработке национальных коэффициентов выбросов CH_4 и N_2O для предприятий энергетической промышленности,

– перераспределению исходных данных о деятельности, связанных с мобильным сжиганием топлива, и уточнению национальных коэффициентов выбросов CH_4 и N_2O по структуре парка автотранспортных средств.

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 (CO_2, CH_4 и N_2O) и предшественников озона (NO_x, CO, NMVOC и SO_2), образующихся при добыче и последующем использовании твердых (уголь), жидких (нефть и газовый конденсат) и газообразных (природный и попутный нефтяной газы) топлив с 1990 по 2009 годы включительно. Динамика эмиссии парниковых газов приведена на рисунке 3.20. К 1997 году выбросы парниковых газов снизились на 27,2% по сравнению с уровнем 1990 года, после чего наблюдается их рост. В 2009 году совокупная эмиссия CO_2, CH_4 и N_2O составила 367,7 млн. т (367 681,61 Гг) CO_2-экв., что на 15,4% ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает метан, на долю которого в 2009 году приходилось 92,9% совокупного выброса. Эмиссии диоксида углерода и оксида диазота в 2009 году составили 7,1% и менее 0,1% соответственно. Основными категориями источников 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.

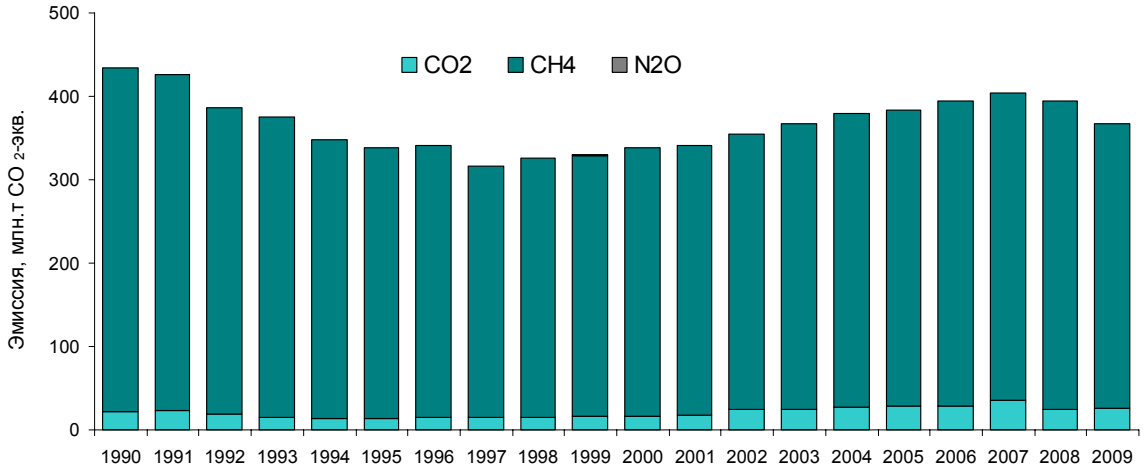


Рис. 3.20. Динамика эмиссии парниковых газов от утечек и испарения топлив

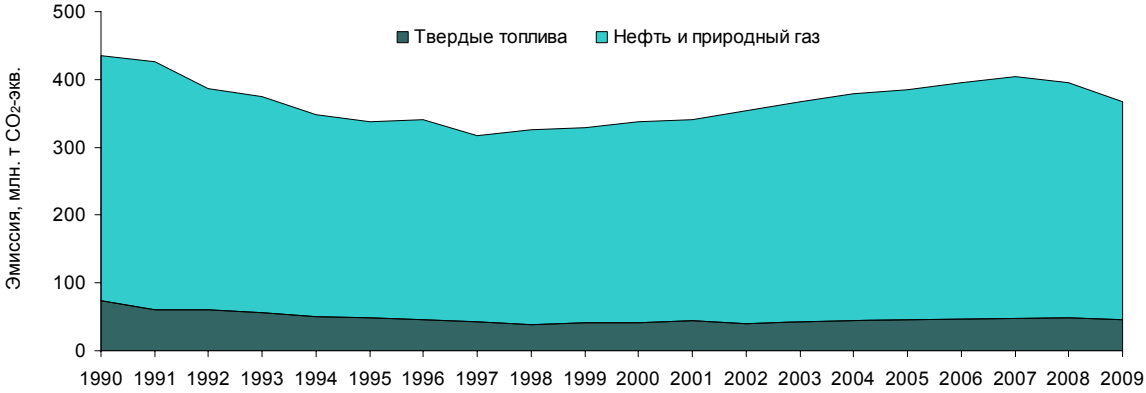


Рис. 3.21. Совокупная эквивалентная эмиссия парниковых газов при добыче и переработке твердого топлива, а также добыче, переработке и транспортировке нефти, газового конденсата и природного газа

Как видно из рисунка 3.21, 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 86,9%). К 1997 году выбросы от нефтегазовой отрасли снизились на 24,4%, но с 1998 года наблюдается их устойчивый рост. В 2009 году выбросы нефтегазовой отрасли были ниже уровня 1990 года на 11,1%. Снижение выбросов парниковых газов от операций с нефтью и природным газом обусловлено уменьшением их внутреннего потребления, а также сокращением поставок этих энергоносителей на экспорт. Выбросы от добычи твердых топлив сократились на 47,0% в 1998 году, но с 1999 года также проявляют устойчивую тенденцию к росту. В 2009 году величина эмиссии от добычи твердых топлив составила 63,1% уровня 1990 года.

Эмиссия предшественников озона (NO_x, CO, NMVOC и SO_2) связана с нефтегазовой отраслью и проявляет сходные тенденции выбросов, что и газы с прямым парниковым эффектом (рис. 3.22). Как следует из рисунка 3.22, в нефтегазовой отрасли наиболее значимы выбросы SO_2 и летучих органических соединений неметанового ряда (НМЛОС). Их величины достигали наибольших значений в 1990 году. В 2009 году выбросы SO_2 и НМЛОС были на 20,8% ниже уровня 1990 года.

3.3.2 Выбросы от твердых топлив: добыча угля (1.B.1.A)[20]

В настоящем разделе приведены оценки выбросов метана при добыче угля (подраздел 1.B.1.A ОФД). Расчеты эмиссии от преобразования твердых топлив (подраздел 1.B.1.B ОФД) и от других источников (подраздел 1.B.1.C ОФД) не выполняли ввиду отсутствия соответствующей методологии МГЭИК. В таблицах ОФД использованы условные обозначения «NE» (таблица 1.B.1.B ОФД) и «NA» (таблица 1.B.1.C ОФД) соответственно.

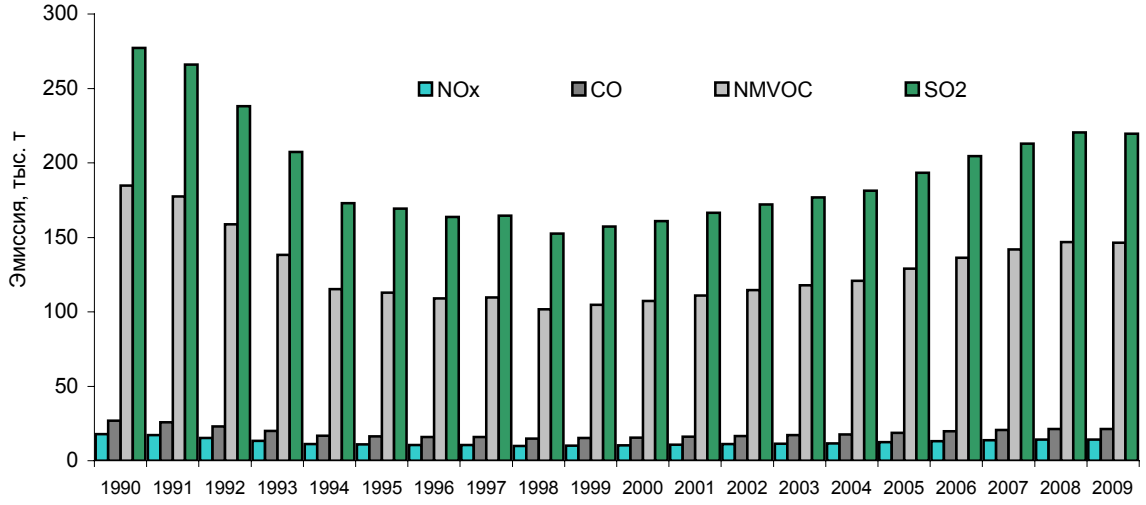


Рис. 3.22. Динамика выбросов предшественников озона

[20] Раздел подготовлен на основе материалов, предоставленных Учреждением Российской академии наук Институт угля СО РАН (http://www.kemsc.ru/ICC)

Углеобразование сопровождается накоплением метана в пластах, трещинах и прилегающих пустотах. 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. В природных условиях существует динамическое равновесие между свободным и связанным метаном в угольных пластах, которое нарушается при их разработке. Соответственно вскрытие и последующая разработка пластов угольных месторождений приводят к выделению газообразного CH_4. Количество метана, содержащееся в весовой или объемной единице горной породы (угольного пласта) в виде свободных и сорбированных газов, характеризуется термином «метаноносность». Величина метаноносности является относительно постоянной для конкретных условий залегания угольного пласта. Каждому угольному бассейну присущи определенные значения величин метаноносности угольных пластов, которые возрастают с глубиной их залегания благодаря росту сорбционной способности углей и изменению их пористости (Газоносность угольных бассейнов, 1979; Малышев и Айруни, 1999).

В Российской Федерации уголь является одним из основных энергоносителей. Его добыча ведется открытым и подземным способами в 7 федеральных округах страны. 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 их состава и свойств. Информация о добыче угля собирается в соответствии с административно-территориальным делением Российской Федерации и публикуется в данных государственной статистической отчетности (Российский статистический ежегодник, 2008; Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2010). Для повышения точности расчета эмиссии CH_4 от угледобычи, данные о добыче угля подземным и открытым способами по федеральным округам и субъектам Российской Федерации были разделены по эксплуатируемым угольным бассейнам и способам добычи (табл. 3.20).

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 транспортировки 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 (использовано условное обозначение «IE»).

Динамика общего выброса CH_4 от угледобычи показана на рисунке 3.23. В 2009 году совокупная эмиссия CH_4 от добычи угля составила 2,2 млн. т (2 193,77 Гг), что на 36,9% 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 61,4%.Представленные на рисунке 3.23 оценки выбросов приводятся для эксплуатируемых угольных шахт и разрезов. Принятые в Российской Федерации технологии консервации выработанных и закрывающихся угольных шахт предусматривают их затопление водой. Согласно МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006), затопленные угольные шахты не являются источниками выбросов метана и, соответственно, не включались в расчет.

Таблица 3.20

Угледобыча в регионах Российской Федерации

Федеральный округ	Угольные бассейны
Добыча подземным способом (1.B.1.A.1)	
Центральный	Подмосковный
Северо-Западный[1)]	Печорский
Южный	Донецкий
Приволжский	Кизеловский
Уральский	Махневско-Каменский и Челябинский
Сибирский	Горловский, Иркутский, Канско-Ачинский, Кузнецкий, Минусинский, Таймырский и Тунгусский
Дальневосточный	Беринговский, Буреинский, Зырянский, Ленский, Омсукчанский, Партизанский, Раздольненский, Сахалинский, Угловский, Ханкайский и Южно-Уссурийский
Добыча угля открытым способом (1.B.1.A.2)	
Центральный	Подмосковный
Северо-Западный	Печорский
Приволжский	Урало-Каспийский и Южно-Уральский
Уральский	Махневско-Каменский и Челябинский
Сибирский	Горловский, Иркутский, Канско-Ачинский, Кузнецкий, Минусинский, Таймырский, Тунгусский и Улухемский
Дальневосточный	Буреинский, Западно-Камчатский, Зырянский, Ленский, Омсукчанский, Партизанский, Раздольненский, Сахалинский, Угловский, Ханкайский, Южно-Уссурийский и Южно-Якутский

[1)] Из данных по Северо-Западному федеральному округу исключены объемы добычи в Мурманской области, где угледобыча осуществляется вне территории Российской Федерации.

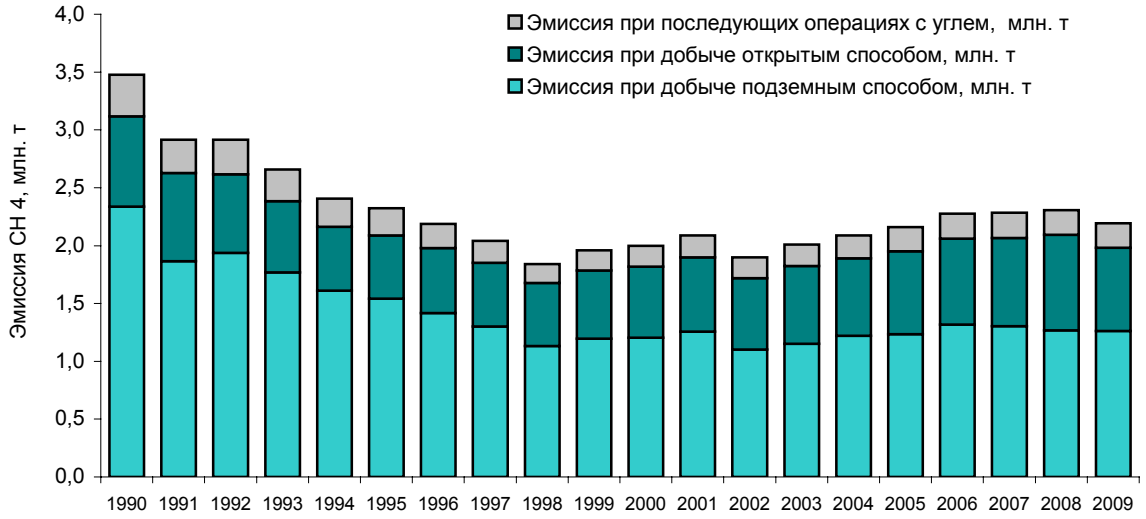


Рис. 3.23. Выбросы метана от добычи угля в Российской Федерации в 1990-2009 гг.

3.3.2.1 Добыча угля подземным способом (1.B.1.A.1)

Описание категории источников выбросов

Данные государственной статистической отчетности о годовой добыче угля подземным способом приведены в таблице 3.21 (Российский статистический ежегодник, 2008; Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2010 и др.). Как видно из таблицы, большая часть подземной добычи приходится на угольные бассейны Северо-Западного и Сибирского федеральных округов. В 1998 г. добыча угля подземным способом снизилась на 53,2% по сравнению с 1990 г., после чего наметился ее устойчивый рост. Наблюдаемые тенденции сокращения угледобычи с 1990 по 1998 гг. обусловлены рецессией экономики и реструктуризацией угольной отрасли, сопровождавшейся закрытием угольных шахт. Экономический рост после 1998 года способствовал повышению потребления угля и увеличению его добычи в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. В 2009 г. суммарный объем добычи угля подземным способом составил 60,9% от уровня 1990 года. Сокращение добычи угля на европейской территории страны (Центральный, Северо-Западный, Южный, Приволжский и Уральский федеральные округа) обусловлено его замещением природным газом на объектах теплоэнергетики.

Таблица 3.21

Добыча угля подземным способом в Российской Федерации

Годы	Объем добычи по федеральным округам, млн. т						
	Центральный	Северо-Западный[1]	Южный	Приволжский	Уральский	Сибирский	Дальневосточный
1990	10,9	29,3	28,9	3,20	8,2	84,1	10,8
1991	8,5	23,6	23,9	2,63	6,1	65,8	9,0
1992	7,2	24,4	23,2	2,53	6,5	71,5	10,4
1993	6,1	22,5	22,4	2,05	6,5	63,1	9,0
1994	3,9	22,7	20,2	1,56	5,1	56,1	7,1
1995	2,4	22,2	19,5	1,23	3,3	54,9	6,5
1996	1,8	21,7	16,8	0,90	3,7	50,0	5,6
1997	1,3	21,0	14,1	0,61	3,3	47,3	4,9
1998	0,9	18,5	10,9	0,25	2,7	46,2	2,7
1999	0,7	19,2	10,1	0,10	2,6	52,0	3,1
2000	0,7	18,4	9,7	0,02	2,3	55,6	2,9
2001	0,9	18,8	9,5	–[2]	1,5	61,0	3,0
2002	0,7	12,7	8,4	–	1,2	60,9	3,6
2003	0,4	13,2	6,9	–	1,4	67,5	3,9
2004	0,1	14,3	6,4	–	1,8	74,2	3,3
2005	0,3	12,7	7,7	–	1,3	77,9	3,2
2006	0,4	13,4	7,0	–	1,3	83,3	3,2
2007	0,1	12,3	7,4	–	1,1	83,6	3,4
2008	0,1	12,3	7,1	–	1,0	81,1	3,3
2009	0,1	11,2	4,9	–	0,2	86,1	4,3

[1] Из данных угледобычи по Северо-Западному федеральному округу исключена Мурманская область, где подземная добыча угля осуществляется вне территории Российской Федерации.

[2] Прочерк означает, что угледобыча прекращена.

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):

$$E_{CH_4} = \sum(AD_r \bullet EF_{CS} \bullet CF_{CH_4}), \text{ где} \qquad (3.3)$$

E_{CH_4} – величина эмиссии CH_4, Гг;

AD_r – годовой объем добычи угля в зависимости от региона добычи, 10^6 • т;

EF_{CS} – коэффициент эмиссии CH_4 в зависимости от региона добычи, $м^3 • т^{-1}$;

CF_{CH_4} – коэффициент пересчета объемных долей CH_4 в весовые ($0,67 • 10^{-6}$ Гг • $м^{-3}$ при плотности в условиях T = 20° 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.

Разработка подземных угольных пластов приводит к поступлению в горные выработки высвобождающегося метана. Количество CH_4, 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. Являясь производной метаноносности конкретного угольного пласта, показатели метанообильности достаточно постоянны во времени (Газоносность угольных бассейнов, 1979; Малышев и Айруни, 1999). Метаноносность угольных пластов и метанообильность угольных шахт находятся под постоянным инструментальным контролем со стороны инженерных служб шахт, которые обеспечивают безопасность подземных работ. В целях безопасности, чтобы исключить образование и выброс в атмосферу метана из закрытых шахт после прекращения угледобычи, неэксплуатируемые подземные угольные шахты затапливаются водой.

Для каждого из федеральных округов, приведенных в таблице 3.20, были определены национальные коэффициенты эмиссии метана (EF_{CS}) на основе данных о метаноносности угольных пластов и метанообильности подземных горных выработок. Данные о метаноносности пластов 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. В таблице 3.22 приведены величины коэффициентов эмиссии для расчета выбросов CH_4 из шахт, эксплуатируемых в различных угольных бассейнах страны.

Таблица 3.22

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

Федеральный округ	Угольные бассейны	Величина EF_{CS}, $м^3 • т^{-1}$
Центральный	Подмосковный	8,0
Северо-Западный	Печорский	32,1
Южный	Донецкий	28,4
Приволжский	Кизеловский	13,8
Уральский	Махневско-Каменский и Челябинский	13,8
Сибирский	Горловский, Иркутский, Канско-Ачинский, Кузнецкий, Минусинский, Таймырский и Тунгусский	15,7
Дальневосточный	Беринговский, Буреинский, Зырянский, Ленский, Омсукчанский, Партизанский, Раздольненский, Сахалинский, Угловский, Ханкайский и Южно-Уссурийский	18,9

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 ОАО «Воркутауголь» Печорского угольного бассейна (Северо-Западный федеральный округ). Объем утилизации метана в ОАО «Воркутауголь» с 1990 по 2009 годы приведен в таблице 3.23. Как видно из таблицы, в 2005 году утилизация метана выросла в 2,2 раза по сравнению с уровнем 1990 года. Согласно плану развития угольных работ в 2006-2018 гг., ежегодный объем утилизации шахтного метана составит 32 324 т CH_4 год$^{-1}$. Соответственно в настоящем кадастре при расчетах с 2006 по 2009 гг. включительно использовалась величина утилизации метана 32 324 т CH_4 год$^{-1}$ (таблица 3.23). Расчетные значения эмиссии метана при добыче подземным способом корректировались на величины его утилизации, приведенные в таблице 3.23.

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. В 1998 и 2002 годах она составила 1,1 млн. т (1 133,2 и 1 102,4 Гг соответственно), или менее 50% уровня 1990 года, когда она составляла 2,3 млн. т (2 336,4 Гг). После 2002 года наблюдается рост выбросов CH_4 до 1,3 млн. т. (1 263,5 Гг) в 2009 году (54,1% уровня 1990 года). Основными факторами, определяющими тенденции выбросов метана при добыче угля подземным способом, являются изменения в интенсивности угледобычи, обусловленные экономической рецессией и последовавшей за ней реструктуризацией угольной отрасли (табл. 3.21), а также рост утилизации удаляемого из шахт метана (табл. 3.23).

Таблица 3.23

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	1999
Объем утилизации	25,21	24,35	31,67	26,18	21,67	20,35	16,8	18,92	21,34	20,66
Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Объем утилизации	21,38	23,74(1)	28,48(1)	35,47(1)	44,55(1)	55,57	32,32(2)	32,32(2)	32,32(2)	32,32(2)

(1) Данные 2001-2004 гг. получены на основе кубической интерполяции
(2) Данные плана развития угольных работ ОАО «Воркутауголь» на 2006-2018 гг.

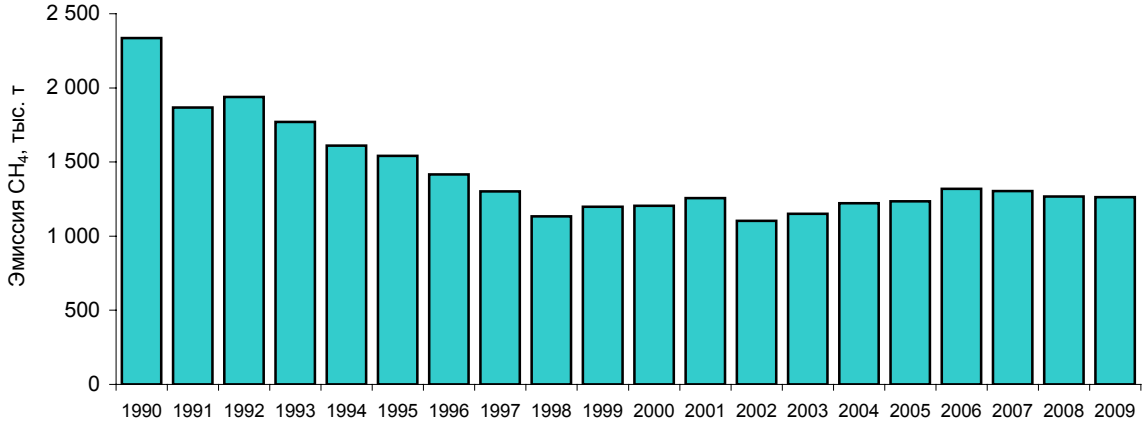


Рис. 3.24. Выбросы метана при добыче угля подземным способом

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, выполняли по формуле 3.3, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006). Величины коэффициентов эмиссии метана (EF_{CS}) приведены в таблице 3.24. При их расчете, наряду с известными данными метаноносности 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).

Таблица 3.24

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

Федеральный округ	Угольные бассейны	Величина EF_{CS}, $м^3 \cdot т^{-1}$
Центральный	Подмосковный	0,6
Северо-Западный	Печорский	1,1
Южный	Донецкий	7,3
Приволжский	Кизеловский	0,6
Уральский	Махневско-Каменский и Челябинский	0,6
Сибирский	Горловский, Иркутский, Канско-Ачинский, Кузнецкий, Минусинский, Таймырский и Тунгусский	3,0
Дальневосточный	Беринговский, Буреинский, Зырянский, Ленский, Омсукчанский, Партизанский, Раздольненский, Сахалинский, Угловский, Ханкайский и Южно-Уссурийский	2,6

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 составляет в среднем 9,6% совокупных выбросов метана от угледобычи. Как видно из рисунка 3.25, выбросы были минимальными в 1998 году, после чего несколько возросли. Основным фактором, определяющими интенсивность эмиссии, является добыча угля (табл. 3.21).

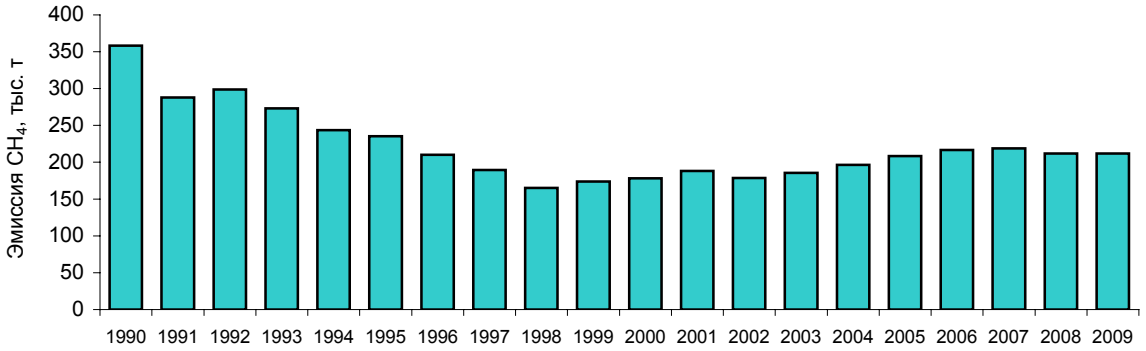


Рис. 3.25. Выбросы CH_4 от последующего обращения с углем, добытым подземным способом

3.3.2.3 Добыча угля открытым способом (1.B.1.A.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 во многих федеральных округах. Данные государственной статистической отчетности о добыче угля открытым способом приведены в таблице 3.25 (Российский статистический ежегодник, 2008; Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2010 и др.).

Сопоставление данных таблиц 3.21 и 3.25 указывает на преобладание открытой добычи угля над подземным способом. Так, в 1990 году объем добычи угля открытым способом составил 55,5%, а в 2009 г. – 64,5% общей угледобычи в Российской Федерации (Российский статистический ежегодник, 1998; Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2010 и др.). В 1998 г. добыча сократилась на 31,9% по сравнению с 1990 годом. С 1999 года она стала расти. В 2009 г. объем добычи угля открытым способом был на 11,4% ниже уровня 1990 года. Рост объемов открытой добычи угля объясняется ее более низкой себестоимостью и, соответственно, более высокой экономической рентабельностью разработки открытых разрезов по сравнению с подземными угольными шахтами.

Таблица 3.25

Добыча угля открытым способом в Российской Федерации

Годы	Объем добычи по федеральным округам, млн. т					
	Центральный	Северо-Западный	Приволжский	Уральский	Сибирский	Дальневосточный
1990	2,4	–(2)	4,1	8,4	165,6	39,0
1991	2,1	–	4,4	8,3	162,4	36,0
1992	2,0	–	4,5	8,3	145,8	30,2
1993	1,7	–	4,3	8,0	129,6	30,3
1994	1,2	–	3,2	6,2	119,1	25,2
1995	1,2	–	1,5	5,7	116,5	27,3
1996	0,8	–	1,4	5,7	121,1	26,8
1997	0,8	–	1,0	5,3	117,2	27,8
1998	0,4	–	0,4	4,8	118,8	25,1
1999	0,2	–	0,4	4,4	130,1	26,2
2000	0,1	–	0,1	4,4	138,1	25,5
2001	0,2	–	0,1	3,6	145,6	25,2
2002	0,2	0,2	0,2	3,4	137,6	26,5
2003	0,1	0,3	0,2	3,3	152,4	26,8
2004	0,1	0,4	0,2	2,9	149,4	28,6
2005	0,2	0,2	0,2	3,3	162,0	29,3
2006	0,2	0,6	0,3	3,0	168,4	28,9
2007	0,2	0,5	0,5	2,3	173,3	28,8
2008	0,2	0,6	0,5	2,4	190,9	29,0
2009	0,2	0,5	0,3	1,8	168,1	23,5

Методологические вопросы

Десорбционные свойства угольных пластов, залегающих вблизи поверхности и, соответственно, разрабатываемых отрытым способом, изучены недостаточно. Поэтому их метаноносность определялась на основе справочных данных о марочном составе углей, добываемых на отдельных разрезах, и сведениях о соответствии газоносности пластов определенному марочному составу и глубине залегания (Газоносность угольных бассейнов, 1979). Расчеты эмиссии CH_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 угольных бассейнов приведены в таблице 3.26. 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 – 543,8 тыс. т (Гг), что на 30,5% ниже, чем в 1990 году. После 1998 года наблюдается рост выбросов. В 2009 г. эмиссия CH_4 составила 718,4 тыс. т (Гг), или на 8,2% ниже 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 3.26

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

Федеральный округ	Угольные бассейны	Величина EF_{CS}, $м^3 \cdot т^{-1}$
Центральный	Подмосковный	2,0
Северо-Западный	Печорский	6,0
Приволжский	Урало-Каспийский и Южно-Уральский	2,0
Уральский	Махневско-Каменский и Челябинский	2,0
Сибирский	Горловский, Иркутский, Канско-Ачинский, Кузнецкий, Минусинский, Таймырский, Тунгусский и Улухемский	5,5
Дальневосточный	Буреинский, Западно-Камчатский, Зырянский, Ленский, Омсукчанский, Партизанский, Раздольненский, Сахалинский, Угловский, Ханкайский, Южно-Уссурийский и Южно-Якутский	5,6

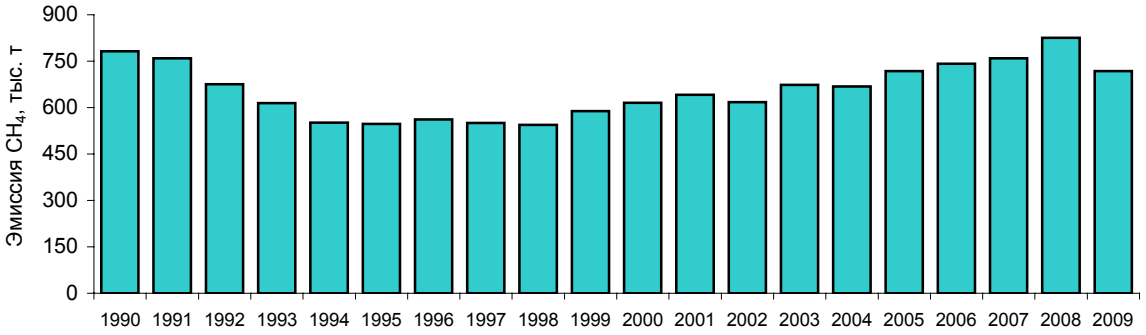


Рис. 3.26. Выбросы CH_4 от добычи угля открытым способом

3.3.2.4 Оценка точности расчетов

В Российской Федерации при извлечении угля подземным способом инструментальный контроль концентрации метана осуществляется ежедневно. При этом поток газовоздушной смеси определяется с помощью анемометров и дифференциальных манометров, либо косвенными расчетами по производительности воздухоподающих или газоотводящих установок. Неопределенность оценки коэффициентов эмиссии метана для режимов измерений при добыче подземным способом составляет ±5%. Неопределенность данных Росстата о добыче угля составляет ±5%. Для оценок эмиссии при извлечении угля открытым способом неопределенность составляет ±100%. Неопределенность коэффициентов эмиссии для последующего обращения с углем составляет ±50% (табл. 3.27).

Количественная оценка неопределенности выбросов метана от угледобычи (категория источников 1.B.1) выполнялась на основе неопределенностей данных о деятельности и параметров (табл. 3.27) по Уровню 1 методологии МГЭИК при доверительном интервале 95% (IPCC, 2006). Выполненные расчеты показывают, что общая неопределенность оценок выбросов по категории источников 1.B.1 в 2009 году составляет 33,4%, а неопределенность тенденции выбросов – 29,8%. Полученные в 2009 году величины неопределенности ниже значений, полученных в 2008 году (42,0% общая неопределенность и неопределенность тенденции выбросов – 42,7%). Снижение неопределенности обусловлено уточнением исходных данных и коэффициентов выбросов, а также исправлением ошибки в определении национальных коэффициентов выбросов от последующих операций с углем, добытым подземным 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 контроль размерности данных о добыче угля разными способами и параметров, на основе которых выполнялись расчеты эмиссии CH_4. Перекрестная проверка данных о добыче угля, параметров и результатов расчетов осуществлялась специалистами Росстата, Минэнерго и Учреждения Российской академии наук Институт угля СО РАН, куда кадастр был направлен для рецензирования. Были перепроверены расчеты и проанализирована полнота и целостность данных о добыче угля и другой параметрической информации. Отдельно проверялась согласованность данных и параметров при расчете выбросов во временном ряду с 1990 по 2009 гг. включительно. При подготовке последующих национальных кадастров парниковых газов предполагается усовершенствовать обеспечение и контроль качества в направлении применения процедур контроля качества 2 Уровня МГЭИК для отдельных источников категории 1.B.1.

Таблица 3.27

Неопределенности оценки эмиссии метана в угольной промышленности РФ

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

В 2010 году были завершены работы по уточнению данных о добыче угля по отдельным субъектам и угольным бассейнам Российской Федерации. Работы выполнялись в ответ на замечания, высказанные группой экспертов во время углубленных рассмотрений национальных кадастров парниковых газов в 2009 и 2010 годах. Представленные в настоящем кадастре уточненные данные о добыче угля подземным и открытым способами разделены по федеральным округам и эксплуатируемым угольным бассейнам. Кроме того, были перепроверены и уточнены величины национальных коэффициентов выбросов парниковых газов. На основе уточненных данных и параметров эмиссии были выполнены перерасчеты выбросов метана от угольной отрасли страны. Результаты перерасчета совокупных выбросов CH_4 от операций с углем (категория 1.B.1 ОФД) составили 73 011,8, 48 412,4 и 46 069,1 Гг CO_2-экв. в 1990, 2008 и 2009 гг. соответственно. Пересчитанные в настоящем кадастре величины совокупных выбросов от операций с углем ниже представленных в предыдущем кадастре величин на 2,1% (1990 г.) и 12,6% (2008 г.).

В ответ на замечания экспертов, высказанные в 2010 году, в настоящем кадастре представлены более подробные объяснения полученных тенденций выбросов метана при добыче угля открытым и подземным способами. Кроме того, объяснены результаты количественной оценки неопределенности выбросов метана от угледобычи и причины ее расхождения с оценкой в предыдущем кадастре. Соответствующие пояснения внесены в разделы 3.3.2.1-3.3.2.4 кадастра.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов были проанализированы потери при добыче и потреблении угля, включенные в топливно-энергетический баланс первичных топлив. Установлено, что потери при добыче по существу означают потери при обогащении угля непосредственно на шахтах и разрезах. Потери на стадии потребления включают потери при транспортировке угля железнодорожным или другим транспортом. Расчет выбросов парниковых газов от угледобычи осуществляется по данным о валовой добыче, то есть непосредственно на месте извлечения угля, до его обогащения и транспортировки, являющихся причиной вышеназванных потерь. Таким образом, в национальном кадастре обеспечивается полный охват всех выбросов парниковых газов и исключается их недооценка.

3.3.3 Выбросы от нефти и природного газа (1.B.2)

Нефтегазовый комплекс составляет основу энергоснабжения Российской Федерации, обеспечивая до двух третей 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. Величины выбросов предшественников озона и их динамика приведены на рисунке 3.22. Включенные в раздел 3.3.3 парниковые газы, категории источников и виды антропогенной деятельности, сопровождающиеся их выбросами, представлены в таблице 3.28.

Совокупная эмиссия в эквиваленте CO_2 и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых нефтегазовой отраслью страны приведены на рисунке 3.27. Как видно из рисунка, в составе выбросов преобладает метан – его вклад в эмиссию составляет в среднем 93,4 % (рис. 3.27). Наименьшие значения совокупной эмиссии парниковых газов были в 1997 г. – 273,7 млн. т (273 684,41 Гг) CO_2-экв., что на 24,4 % ниже уровня 1990 года. В 2009 г. выбросы уже составили 321,6 млн. т (321 612,47 Гг) CO_2-экв., что на 11,1% ниже уровня 1990 года. Распределение профиля выбросов по основным направлениям деятельности в нефтегазовой отрасли приведено на рисунке 3.28, из которого видно, что основные выбросы парниковых газов связаны с операциями с природным газом (в среднем 83,9 % общего выброса отрасли).

Таблица 3.28

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	CO_2, 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
Газовый конденсат	CO_2, CH_4	1.B.2.C.1.3
Сжигание в факелах при добыче и первичной переработке		1.B.2.C.2
Природный газ	CO_2, CH_4, N_2O	1.B.2.C.2.2
Попутный (нефтяной) газ	CO_2, CH_4, N_2O	1.B.2.C.2.3

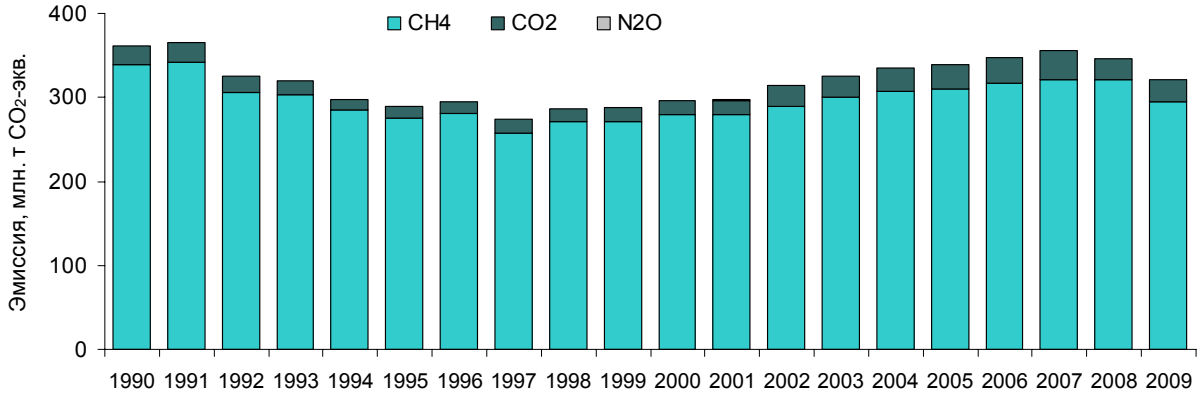


Рис. 3.27. Совокупная эмиссия и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых нефтегазовой отраслью Российской Федерации

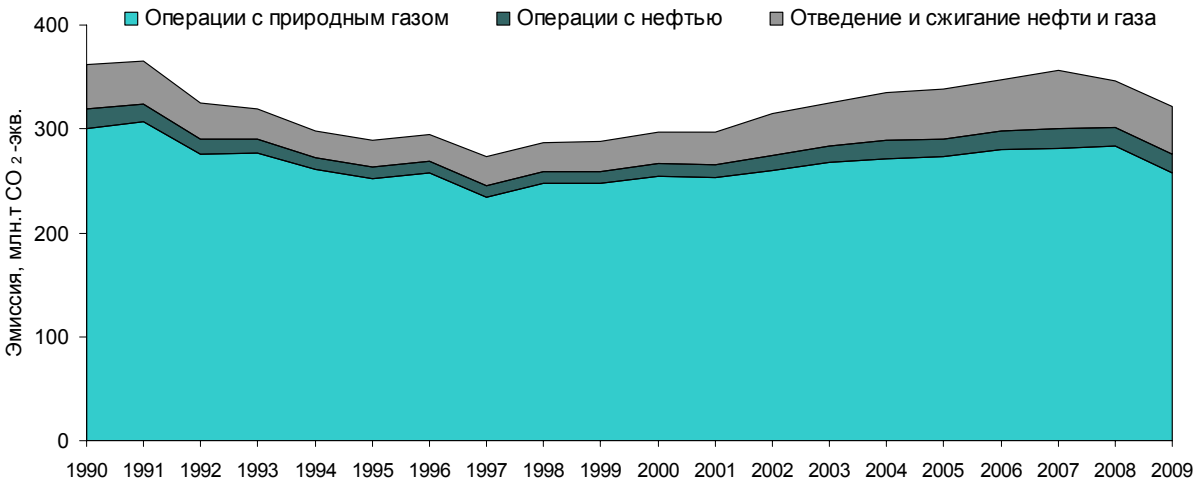


Рис. 3.28. Динамика выбросов нефтегазовой отрасли Российской Федерации

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 CO_2 и CH_4 при добыче газового конденсата. В таблице 3.29 представлены основные показатели хозяйственно-экономической деятельности нефтяной отрасли страны, взятые из данных государственной статистической отчетности и Международного энергетического агентства (Российский статистический ежегодник, 2008; Российский статистический ежегодник, 2010; IEA, 2005 и др.).

Объемы добычи и транспортировки нефти в 1996-1998 гг. были наименьшими за период с 1990 по 2009 годы, что обусловлено экономическими причинами (табл. 3.29). Минимум первичной переработки нефти пришелся на 1998 год. Экономический рост после 1998 года сопровождался активизацией экономической деятельности в нефтяной отрасли, но по большинству из приведенных в таблице показателей уровень 1990 года пока еще не достигнут. Приведенные в таблице 3.29 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов.

Методологические вопросы

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

$$E_{CH_4, N_2O} = AD \bullet EF_{CH_4, N_2O}, \text{ где} \qquad (3.4)$$

E_{CH_4, N_2O} – величина эмиссии CH_4, N_2O Гг;
AD – общее количество действующих скважин (скв.), шт.;
EF_{CH_4, N_2O} – коэффициент эмиссии CH_4, N_2O, 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 • 365).

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

$$E_{CO_2, CH_4, N_2O} = (AD/\rho)\ EF_{CO_2, CH_4, N_2O}, \text{ где} \quad (3.5)$$

E_{CO_2, CH_4, N_2O} – величина эмиссии, Гг;
AD – данные о деятельности, тыс. т (Гг);
ρ – средневзвешенная плотность добываемой нефти (газового конденсата), т • $м^{-3}$
EF_{CO_2, CH_4, N_2O} – коэффициент эмиссии, Гг • $м^{-3}$ • 10^{-3}

Выбросы CH_4 от 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 метана:

$$E_{CH_4} = AD \bullet CF_{NCV} \bullet EF_{CH_4}, \text{ где} \quad (3.6)$$

E_{CH_4} – величина эмиссии CH_4, 10^{-3} т;
AD – данные о деятельности (объем переработки), млн. т (10^6 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 • $ПДж^{-1}$

Таблица 3.29

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
2008	471,4	16,7	9,8	456,4	237
2009	478,3	16,1	9,9	474,4	237

Вычисления производили последовательно для исключения двойного счета выбросов. Расчеты по формулам 3.4-3.6 соответствуют уровню 1b методологии МГЭИК, поскольку в них использованы национальные статистические данные, параметры и коэффициенты. Пересчет в теплотворную способность выполняли с использованием коэффициента CF_{NCV} 41,899 ТДж • тыс.$т^{-1}$ для сырой нефти (табл. 3.5). Величина средневзвешенной плотности добываемой в Российской Федерации нефти 857,8 кг • $м^{-3}$ при 20° С взята из данных литературы (Григорьев и Попов, 2002). По плотности российские нефти условно можно отнести к категории легких. Величина плотности газового конденсата 758,9 кг • $м^{-3}$ получена усреднением данных с крупнейших газоконденсатных месторождений Российской Федерации (Рудин М.Г. и др., 2004). Значения использованных в расчетах коэффициентов эмиссии приведены в таблице 3.30.

Как видно из таблицы, коэффициенты эмиссии CO_2 и CH_4 для расчета выбросов при добыче газового конденсата взяты такие же, как и при добыче нефти. За исключением обслуживания действующих нефтяных скважин, величины коэффициентов эмиссии в таблице 3.30 представляют собой средние из диапазона значений, рекомендуемых МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2000). Выбросы NO_x, CO, NMVOC и SO_2 рассчитывали по данным о первичной переработке нефти (табл. 3.29) по методу Уровня 1 и рекомендуемым МГЭИК величинам 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 SO_2 (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

Выбросы CO_2 и CH_4 от утечек при операциях с нефтью

Расчетные значения выбросов CO_2 и CH_4 при операциях с нефтью: обслуживании действующих нефтяных скважин, добыче, транспортировке, первичной переработке и хранении нефти и добыче газового конденсата приведены на рисунках 3.29 и 3.30. Величины выбросов предшественников озона приведены на рисунке 3.22.

Как видно из рисунка 3.29, добыча нефти является основным источником выбросов CO_2 и составляет 96,4% совокупного выброса от операций с нефтью. Вклады добычи газового конденсата, транспортировки нефти и обслуживания нефтяных скважин составляют 3,4%, 0,2% и менее 0,1% соответственно. Нефтедобыча определяет и тенденции выбросов метана при операциях с нефтью: ее вклад в совокупную эмиссию составляет в среднем 94,1% (рис. 3.30). Доли добычи газового конденсата, обслуживания нефтяных скважин, первичной переработки и транспортировки нефти по магистральным трубопроводам составляют 3,3%, 1,2%, 1,1% и 0,3% соответственно. В 2009 году выбросы CO_2 и CH_4 от операций с нефтью были на 4,1% ниже, чем в 1990 году.

Таблица 3.30

Коэффициенты эмиссии CO_2 и CH_4, 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 • 10^{-7} Гг • $год^{-1}$ на число скважин	6,4 • 10^{-5} Гг • $год^{-1}$ на число скважин	IPCC, 2000
Добыча нефти и газового конденсата	утечки	2,7 • 10^{-4} Гг • 10^{-3} $м^{-3}$	1,45 • 10^{-3} Гг • 10^{-3} $м^{-3}$	IPCC, 2000
	продувка	1,2 • 10^{-5} Гг • 10^{-3} $м^{-3}$	1,381 • 10^{-3} Гг • 10^{-3} $м^{-3}$	IPCC, 2000
Первичная переработка нефти		–	7,45 • 10^{2} кг • $ПДж^{-1}$	IPCC, 1997
Хранение нефти		–	1,35 • 10^{2} кг • $ПДж^{-1}$	IPCC, 1997
Транспортировка нефти		4,9 • 10^{-7} Гг • 10^{-3} $м^{-3}$	5,4 • 10^{-6} Гг • 10^{-3} $м^{-3}$	IPCC, 2000

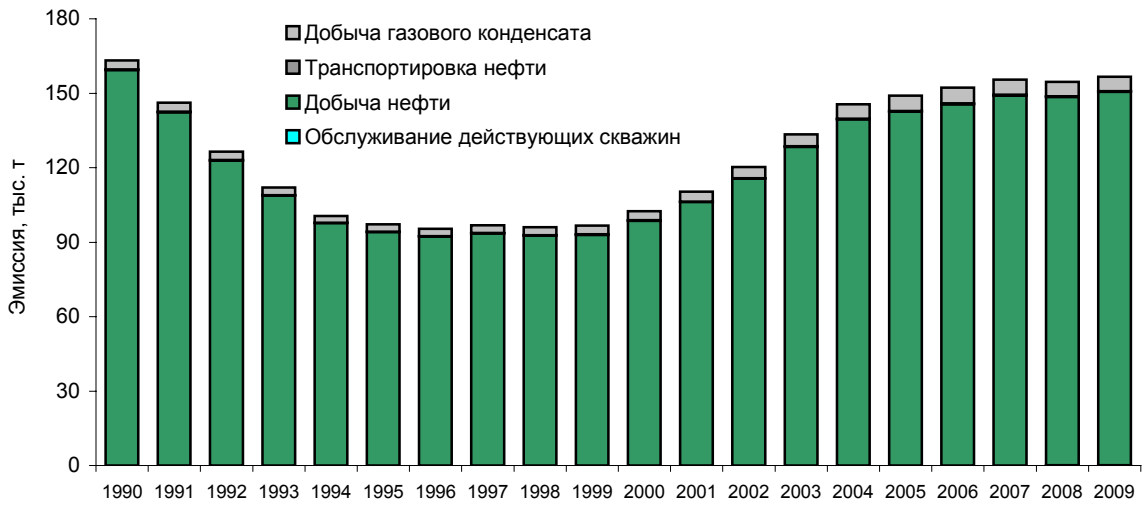


Рис. 3.29. Выбросы CO_2 при операциях с нефтью

Рис. 3.30. Выбросы CH_4 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 диоксида углерода и метана при утечках во время добычи и первичной переработки, транспортировки и хранения, а также распределения природного газа (табл. 3.28). В таблицах 3.31 и 3.33 представлены основные показатели хозяйственно-экономической деятельности газовой отрасли страны, использованные для расчета эмиссии парниковых газов (Российский статистический ежегодник, 2008; Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2010; IEA, 2005 и др.).

Изменения показателей добычи природного и нефтяного попутного газа с 1990 по 2009 гг. обусловлены социально-экономическими изменениями, происходившими в стране, и, в первую очередь, осуществляемой ОАО «Газпром» при поддержке Правительства Российской Федерации масштабной программой газификации субъектов Российской Федерации. Реализация программы позволит использовать природный газ в качестве альтернативы другим видам ископаемого топлива и обеспечит снижение выбросов парниковых газов. В 2009 году программа осуществлялась в 69 субъектах Российской

Федерации. В рамках реализации программы общая протяженность магистральных газопроводов в 2009 году превысила величину 1990 года на 15,4 % (Газпром, 2009; Газпром, 2010). В 2009 году отмечено снижение добычи природного газа на 14% по сравнению с предыдущим годом и на 12% относительно 1990 года. Отмеченное снижение обусловлено сокращением зарубежных поставок природного газа, в том числе в связи со спадом в глобальной экономике. Объемы транспортировки газа по магистральным трубопроводам возросли на 26% за счет роста его отбора из хранилищ, а также транзита через территорию Российской Федерации (табл. 3.31).

В 2009 году объем добычи попутного нефтяного газа достиг максимума и превысил уровень 1990 года на 39%. Президентом РФ и Правительством России приняты меры, реализация которых позволит увеличить использование попутного нефтяного газа и снизит к 2020 году национальные выбросы парниковых газов в атмосферу. Энергетической стратегией России на период до 2030 г. предусмотрено увеличение до 95% уровня полезного использования попутного (нефтяного) газа. В свою очередь, объем попутного (нефтяного) газа, сжигаемого в факелах, не должен превышать 5% объема его добычи уже к 2012 году (Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889; Постановление Правительства России от 8 января 2009 г. №7).

Таблица 3.31

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	512,8
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
2008	612,5	53,0	83	165	578,6
2009	527,0	55,7	81	166	480,0

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

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 его хранении и газораспределении по сетям среднего и низкого давления, а также при использовании газа отдельными группами потребителей. Категории источников и газы, включенные в расчет, приведены в таблице 3.28.

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, CH_4 или N_2O, Гг;

AD – данные о деятельности, млн. $м^3$ (км и др. в зависимости от вида деятельности);

EF_{CO_2, CH_4, N_2O} – коэффициент эмиссии CO_2, CH_4 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 0,8. Величина 0,8 соответствует среднему содержанию метана в природном газе, рассчитанному на основе среднего состава природного газа страны согласно ГОСТ 30319.0-96 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения». 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 в хранилища и отбора из них использовали данные статистической отчетности о запасах газа у поставщиков на конец и начало года, которые, согласно порядку отчетности Росстата, соответствуют искомым величинам (Постановление Госкомстата России, 1999). Расчет эмиссии CH_4 при прокачке газа по магистральным трубопроводам и закачке на хранение выполняли по формуле 3.8:

$$E_{CH_4} = AD \bullet CF_{CH_4} \bullet EF_{CS} \bullet RF_{CH_4}, \text{ где} \quad (3.8)$$

E_{CH_4} – величина эмиссии CH_4, Гг;

AD – данные о добыче природного и попутного газа, прокачке, хранении и распределении потребителям, 10^6 • $м^3$;

CF_{CH_4} – коэффициент пересчета объемных долей CH_4 в весовые (0,67 • 10^{-6} Гг • $м^{-3}$ при плотности метана в условиях T = 20° 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

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

$$E_{CH_4} = AD \bullet CF_{TCE} \bullet CF_{NCV} \bullet EF_{CH_4}, \text{ где} \quad (3.9)$$

E_{CH_4} – величина эмиссии CH_4, кг;
AD – объем использования газа по группам потребителей, $10^6 \bullet м^3$;
CF_{TCE} – коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте (1.154 т.у.т. $\bullet 10^{-3} \bullet м^{-3}$);
CF_{NCV} – коэффициент пересчета в теплотворную способность (29.3 ТДж $\bullet 10^{-3} \bullet$ т.у.т.$^{-1}$)
EF_{CH_4} – коэффициент эмиссии CH_4, кг $\bullet$ 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 эмиссии (IPCC, 2000). Значения использованных в расчетах коэффициентов эмиссии приведены в таблице 3.32.

Таблица 3.32

Коэффициенты эмиссии CO_2 и CH_4, 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	$9,5 \bullet 10^{-5}$ Гг $\bullet 10^{-6}$ м$^{-3}$	$2,75 \bullet 10^{-3}$ Гг $\bullet 10^{-6}$ м$^{-3}$
Первичная переработка природного и попутного газов	$2,7 \bullet 10^{-5}$ Гг $\bullet 10^{-6}$ м$^{-3}$	$8,8 \bullet 10^{-4}$ Гг $\bullet 10^{-6}$ м$^{-3}$
Утечки при прокачке газа по магистральным трубопроводам	$1,6 \bullet 10^{-5}$ Гг $\bullet$ км$^{-1}$	0,009[(1)]
Утечки при закачке газа в хранилища	–	0,00032[(1)]
Утечки при отборе газа из хранилищ	–	$2,75 \bullet 10^{-3}$ Гг $\bullet 10^{-6}$ м$^{-3}$
Утечки при газораспределении	–	0,032[(1)]
Утечки при потреблении газа в промышленности и энергетике	–	279500 кг $\bullet$ ПДж$^{-1}$
Утечки при использовании газа в других секторах	–	139500 кг $\bullet$ ПДж$^{-1}$

[(1)] Национальные коэффициенты эмиссии

За исключением национальных коэффициентов эмиссии метана, все приведенные в таблице 3.32 коэффициенты эмиссии были взяты из руководств МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2000). Использованные 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 рассчитывались как доля газообразных потерь CH_4 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; Эмиссии парникового газа, 2005; IEA, 2006).

Пересчет условного топлива в угольном эквиваленте в тыс. $м^3$ и тепловой эквивалент производили при помощи переводного коэффициента Росстата 1,154 т.у.т. • 10^{-3} $м^{-1}$ и конверсионного коэффициента 29,3 ТДж • 10^{-3} $м^{-1}$ (IPCC, 1997; Постановление Госкомстата России, 1999). Объемные доли метана пересчитывали в весовые с использованием переводного коэффициента 1,017 • 10^{-6} Гг • $м^{-3}$ при плотности метана в условиях Т = 20° С и давлении 1 атм., полученного на основании среднего состава добываемого в Российской Федерации природного газа (ГОСТ 30319.0-96).

Эмиссии CO_2 и CH_4 от утечек при операциях с природным газом

Расчетные значения выбросов CO_2 и CH_4 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 3.31, источниками выброса CO_2 являются добыча, первичная переработка, транспортировка и хранение природного газа. Наибольший вклад в совокупный выброс диоксида углерода дает газодобыча (96,8 %). В 2009 году выбросы CO_2 при добыче, первичной переработке, транспортировке и хранении газа были ниже уровня выбросов 1990 года на 8,35 % (рис. 3.31).

Транспортировка и хранение вносят основной вклад в совокупный выброс CH_4 при операциях с природным газом – 30,7% (рис. 3.32). Доли добычи и переработки, утечек при газораспределении по сетям высокого и среднего давления и потерь у потребителей составляют соответственно 17,6 %, 27,9 % и 23,8 % суммарной эмиссии метана от операций с природным газом. В 2009 г. совокупная эмиссия метана была ниже уровеня 1990 года на 14,3 % (рис. 3.32). Снижение выбросов диоксида углерода и метана в газовой отрасли в 2009 году относительно уровня 1990 года обусловлено сокращением объема добычи природного газа.

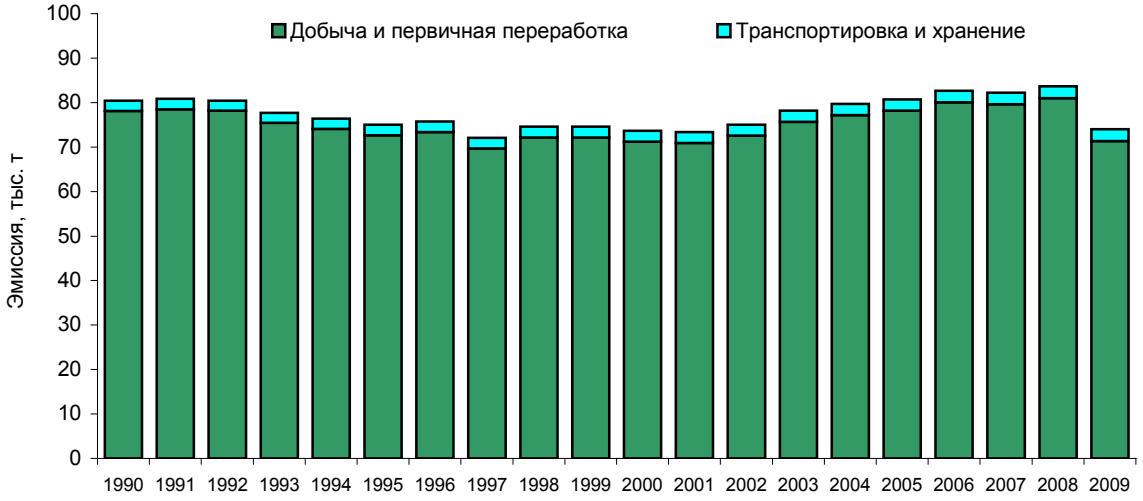


Рис. 3.31. Выбросы CO_2 при добыче, первичной переработке и транспортировке газа

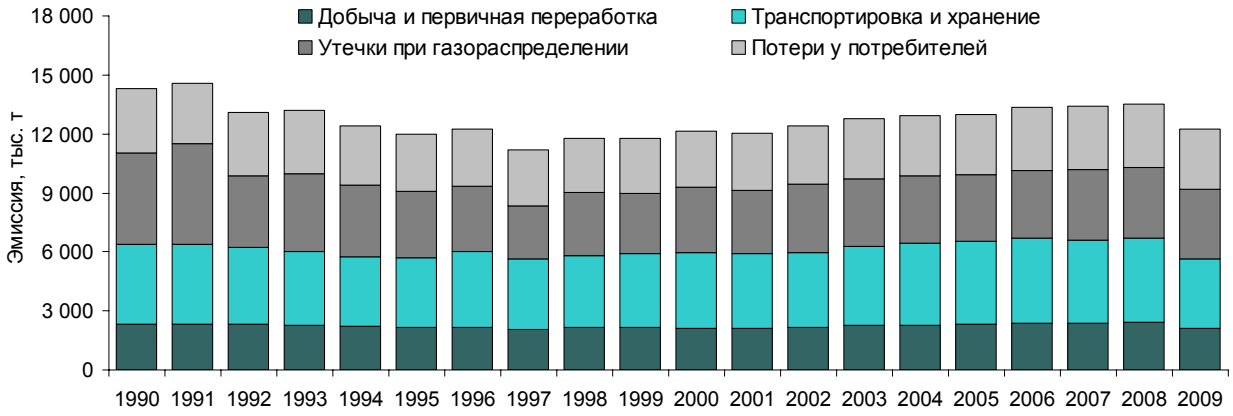


Рис. 3.32. Выбросы CH_4 при добыче, первичной переработке, транспортировке и хранении, распределении и потреблении природного газа

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 и газового конденсата, 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 3.29 и 3.31 соответственно. В ежегодно публикуемых данных государственной статистической отчетности приводятся данные об используемой части добытого попутного газа и степени его утилизации, приведенные в таблице 3.31 и примечании к таблице 3.31 (Статистический ежегодник, 2008; Статистический ежегодник, 2009; Статистический ежегодник, 2010 и др.). Весь неиспользуемый попутный (нефтяной газ) сжигается в факелах в целях обеспечения безопасности нефтеразработок. Из приведенных в таблице 3.31 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 попутного (нефтяного) газа в факелах приведены в таблице 3.33. Как видно из таблицы, в 2009 году объем сжигаемого в факелах попутного газа был на 31,8 % выше, чем в 1990 году. Годовой объем сжигания попутного (нефтяного) газа зависит от эффективности его полезного использования, уровень которой планируется повысить до 95% (Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889; Постановление Правительства России от 8 января 2009 г. № 7).

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 3.29, 3.31 и 3.33 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов от рассматриваемой категории источников.

Методологические вопросы

Выбросы CO_2, CH_4 и N_2O рассчитывались по формуле 3.7, которая соответствует Уровню 1 методологии МГЭИК, с использованием рекомендуемых Руководящими указаниями МГЭИК по эффективной практике коэффициентов эмиссии, значения которых приведены в таблице 3.34 (IPCC, 2000). Если в руководстве МГЭИК приведен диапазон значений коэффициента, то для расчета бралась средняя величина из приведенного диапазона. В случае сжигания попутного (нефтяного) газа в факелах взяты коэффициенты эмиссии для зарегистрированных сожженных объемов газа (таблица 3.33), предложенные МГЭИК на основе показателя полноты сжигания 98% и анализа состава выделяющихся в процессе горения газов (IPCC, 2000).

Выбросы CO_2, CH_4 и N_2O от газоотведения и сжигания в факелах

Расчетные значения выбросов парниковых газов CO_2, CH_4 и N_2O от газоотведения и при сжигании в факелах природного и попутного (нефтяного) газа приведены на рисунках 3.33, 3.34 и 3.35 соответственно.

Как видно из рисунка 3.33, сжигание попутного (нефтяного) газа является основным источником выбросов CO_2 от газоотведения и при сжигании в факелах. Доля его эмиссии составляет 88,1%. В 2009 г. совокупный выброс CO_2 вырос на 16,5 % по сравнению с уровнем 1990 года. Динамику эмиссии метана от рассматриваемой категории определяет газоотведение при нефтедобыче — 80,8% общего выброса CH_4. В 2009 году его общий выброс был на 1,2 % ниже, чем в 1990 году (рис. 3.34). Наибольший вклад в суммарную эмиссию оксида диазота вносит сжигание попутного нефтяного газа (87,8 %). В 2009 году эмиссия N_2O превысила уровень 1990 года на 16,4 % (рис. 3.35).

Таблица 3.33

Сжигание нефтяного (попутного) газа в факелах, млрд. м^3

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Объем сжигания	9,9	10,26	8,24	6,5	5,41	5,93	6,02	6,62	6,63	7,27
Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Объем сжигания	7,25	7,37	11,04	10,78	12,48	13,12	13,31	16,42	11,19	13,05

Таблица 3.34

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

Вид деятельности	Коэффициент эмиссии CO_2	Коэффициент эмиссии CH_4	Коэффициент эмиссии N_2O
Газоотведение при добыче нефти и газового конденсата	$1,2 \cdot 10^{-5}$ Гг • 10^{-3} м$^{-3}$	$1,381 \cdot 10^{-3}$ Гг • 10^{-3} м$^{-3}$	–
Газоотведение при транспорте природного газа	$8,5 \cdot 10^{-6}$ Гг • км$^{-1}$	Учтено при других расчетах	–
Сжигание в факелах при газодобыче	$1,8 \cdot 10^{-3}$ Гг • 10^{-6} м$^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$ Гг • 10^{-6} м$^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-8}$ Гг • 10^{-6} м$^{-3}$
Сжигание в факелах при переработке газа	$2,1 \cdot 10^{-3}$ Гг • 10^{-6} м$^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$ Гг • 10^{-6} м$^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$ Гг • 10^{-6} м$^{-3}$
Сжигание в факелах попутного (нефтяного) газа	2,0 Гг • 10^{-6} м$^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$ Гг • 10^{-6} м$^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$ Гг • 10^{-6} м$^{-3}$

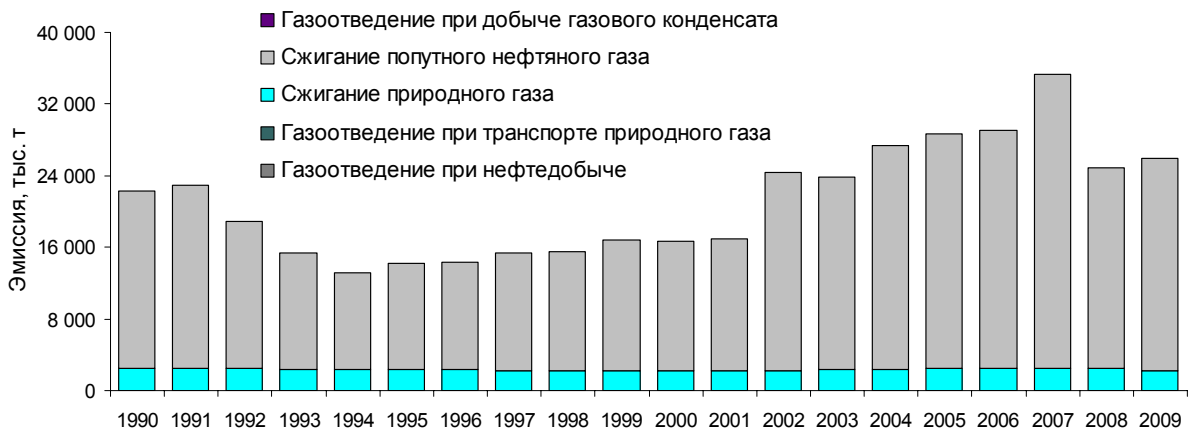


Рис. 3.33. Выбросы CO_2 от газоотведения и при сжигании в факелах

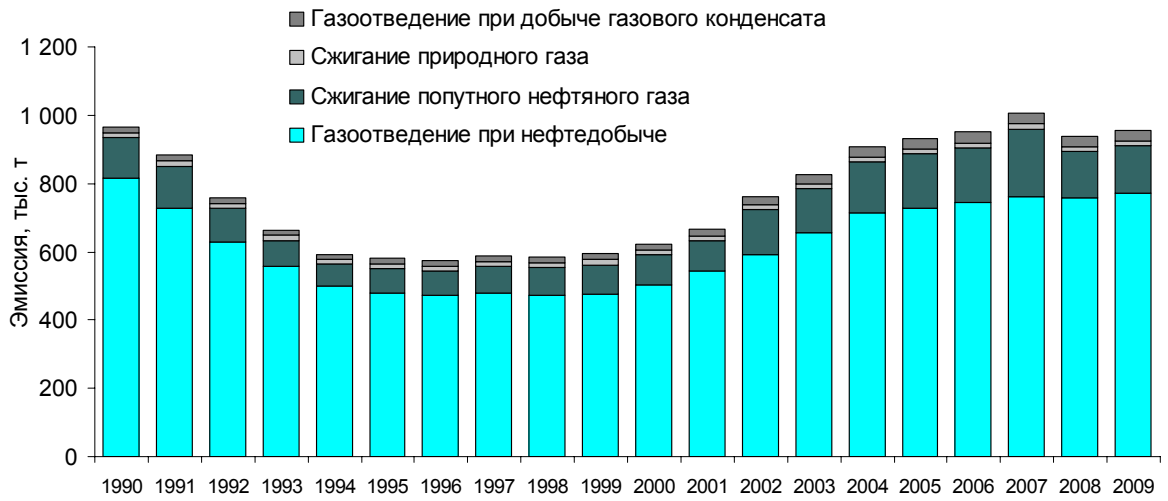


Рис. 3.34. Выбросы CH_4 от газоотведения и при сжигании в факелах

Рис. 3.35. Выбросы N_2O при сжигании в факелах

3.3.3.4 Оценка точности расчетов

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

Оценки выбросов при газоотведении и сжигании в факелах могут быть достаточно надежными, если известны действительные объемы отведенных и сожженных газов. К сожалению, в настоящее время нам известны лишь объемы сожженного попутного газа, тогда как другие выбросы рассчитывались при помощи коэффициентов, рекомендованных МГЭИК. В этом случае, как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК, ошибки могут составлять порядок величины или более (IPCC, 2000). Наименее надежны оценки выбросов оксида диазота из-за сложного механизма его образования (Hayhurst & Lawrence, 1992). Однако, вклад N_2O в совокупный выброс незначителен.

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

Количественная оценка неопределенности выбросов парниковых газов от операций с нефтью и природным газом (категория источников 1.B.2) выполнялась Уровню 1 методологии МГЭИК на основе приведенных выше величин неопределенностей данных о деятельности и параметров при доверительном интервале 95% (IPCC, 2000; IPCC, 2006). Выполненные расчеты показывают, что общая неопределенность оценок выбросов по категории источников 1.B.2 в 2009 году составляет 21,0%, а неопределенность тенденции выбросов – 25,9%. Наибольший вклад в неопределенность дают выбросы метана от операций с природным газом.

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. Отдельно проверялась согласованность данных и параметров при расчете выбросов во временном ряду с 1990 по 2009 гг. включительно. В ходе внешней проверки кадастра были уточнены данные о производственной деятельности в нефтегазовом секторе и были выполнены перерасчеты выбросов парниковых газов по отдельным годам и категориям источников.

В связи с уточнением параметров, зависящих от состава природного газа (понижающий коэффициент и коэффициент пересчета данных о деятельности из объемных единиц массовые), в настоящем кадастре был произведен перерасчет выбросов метана, диоксида углерода и оксида диазота от операций с природным газом с 1990-2008 гг. включительно. Теперь представленные в кадастре данные о составе природного газа, соответствуют ГОСТ 30319.0-96. В ответ на замечания экспертов при углубленном рассмотрении кадастра в 2010 году, произведен перерасчет эмиссии метана и диоксида углерода при добыче газового конденсата с 1990 по 2008 гг. включительно. Перерасчет обусловлен применением методологии Руководящих указаний МГЭИК по эффективной практике и уточнением плотности добываемого в нашей стране газового конденсата (Рудин с соавт., 2004; IPCC, 2000). Результаты перерасчетов объяснены в таблицах ОФД.

В соответствии с замечаниями и предложениями в ходе рассмотрения национальных кадастров парниковых газов в 2009 и 2010 года, планируемые усовершенствования направлены на уточнение данных о деятельности нефтегазовой отрасли и внедрение более детализированных оценок выбросов от ключевых источников, соответствующих Уровню 2 методологии МГЭИК. Уточнение данных о добыче нефти, природного газа, газоконденсата было начато в 2010 году, в результате чего в настоящем кадастре представлены более детализированные оценки выбросов парниковых газов. В последующие годы эти работы будут продолжены. Другим планируемым усовершенствованием является усиление мероприятий по обеспечению и контролю качества оценок выбросов парниковых газов в нефтегазовой отрасли. Для усиления мер обеспечения и контроля качества предусмотрено внедрение комплексной проверки корректности расчетов по отдельным категориям источников сектора 1.B.2, соответствующих Уровню 2 МГЭИК (IPCC, 2000).

По рекомендации группы экспертов были проанализированы потери при добыче и на стадии потребления нефти и природного газа, включенные в топливно-энергетический баланс первичных топлив. Установлено, что потери при добыче нефти включают потери в процессе ее подготовки (обессоливание, обезвоживание) и транспортировки по промысловым нефтепроводам. Потери при добыче газа включают потери при его очистке, осушке и транспортировке по промысловым газопроводам. В свою очередь, потери на стадии потребления нефти и газа включают все потери, возникшие при их транспортировке и производстве продукции. Сюда относятся потери нефти и газа при транспортировке в магистральных нефте- и газопроводах и безвозвратные потери нефтяного сырья при производстве нефтепродуктов. Расчет выбросов парниковых газов при нефте- и газодобыче осуществляется по валовым показателям, то есть непосредственно на месте извлечения до предварительной подготовки и транспортировки, являющихся причиной вышеназванных потерь. Таким образом, в национальном кадастре обеспечивается полный охват выбросов всех парниковых газов и исключается их недооценка.

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) и предшественников озона (NO_x, CO и NMVOC), образующихся при использовании топлива для авиации и морского транспорта в международном сообщении с 1990 по 2009 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 2009 году совокупный выброс CO_2, CH_4 и N_2O составила 9,3 млн. т (9 284,0 Гг) CO_2-экв., что на 24 % ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого в 2009 году приходилось 99,2 % совокупного выброса. Выбросы метана и оксида диазота составили 0,04 % и 0,76 % 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 2009 годы выбросы от авиации начали преобладать над выбросами от морского транспорта и составили в среднем 74 % совокупной эквивалентной эмиссии парниковых газов от международного бункерного топлива.

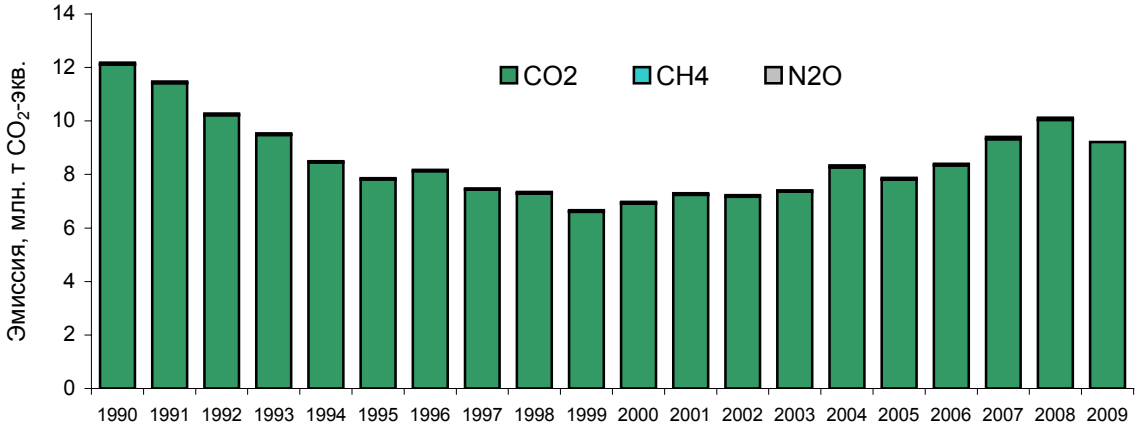


Рис.3.36. Динамики выбросов парниковых газов от международного бункерного топлива

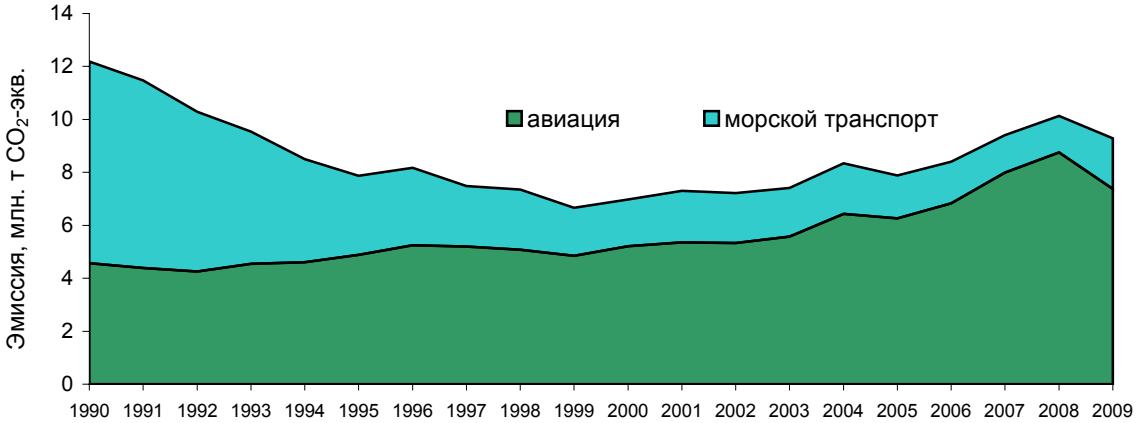


Рис. 3.37. Совокупный эквивалентный выброс парниковых газов при использовании международного бункерного топлива

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 Федерального агентства воздушного транспорта по формуле 3.1 (Грабар с соавт., 2009; Грабар с соавт., 2011). В ответ на замечания во время углубленного рассмотрения национального кадастра парниковых газов в 2009 и 2010 гг., был усовершенствован алгоритм расчета потребления топлива с 1990 по 1999 г. с учетом изменений в структуре парка воздушных судов. Проведенный анализ показал, что соотношение использования судов иностранного и российского производства в международном сообщении практически не менялось с 1990 по 2004 годы включительно. Поэтому, потребление топлива с 1990 по 1999 г. определяли экстраполяцией на основе данных о пассажирообороте в международном сообщении с 1990 по 2004 г. и потреблении топлива за 2000-2004 гг., когда структура парка воздушных судов оставалась постоянной. Пассажирооборот в международном сообщении и использование топлива в международных авиационных перевозках в Российской Федерации представлены в таблице 3.35.

Таблица 3.35

Пассажирооборот в международном сообщении и потребление топлива при выполнении международных авиаперевозок

Годы	Пассажирооборот, млрд. пас.-км	Потребление топлива, тыс. т
1990	18,5	1470,2(1)
1991	15,9	1413,0(1)
1992	14,0	1371,2(1)
1993	18,2	1463,6(1)
1994	19,0	1481,2(1)
1995	23,2	1573,7(1)
1996	28,4	1688,1(1)
1997	27,7	1672,7(1)
1998	25,9	1633,1(1)
1999	22,6	1560,5(1)
2000	26,2	1678,9
2001	29,3	1722,5
2002	32,2	1714,4
2003	35,5	1794,2
2004	43,7	2069,6
2005	45,8	2014,4
2006	50,9	2199,7
2007	61,8	2573,3
2008	69,9	2818,2
2009	63,4	2375,6

(1) Получены расчетным путем.

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 т.у.т. • $т^{-1}$ и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного 0,0293 ТДж • $т.у.т.^{-1}$ (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, 2000; IPCC, 2006) и приведены в таблице 3.5.

Выбросы NO_x, CO и NMVOC рассчитывали по данным о потреблении топлива по методу Уровня 1 и рекомендуемым МГЭИК величинам коэффициентов эмиссии: 300 кг • $ТДж^{-1}$ для NO_x, 100 кг • $ТДж^{-1}$ для CO, 50 кг • $ТДж^{-1}$ для NMVOC (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

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 CO_2 наблюдалась в 1992 году, что объясняется сокращением объема международных перевозок, а наибольшая – в 2008 году. В 2009 году эмиссия CO_2

увеличилась на 62% по сравнению с уровнем 1990 года и составила 7,3 млн. т. Динамика тренда выбросов обусловлена значительной межгодовой изменчивостью потребления топлива в международном авиационном сообщении.

Тренды выбросов CH_4 и N_2O повторяют тренд выбросов CO_2. Величины эмиссии метана и оксида диазота в 2009 году составили 51,2 и 204,6 т соответственно (рис. 3.39).

Выбросы предшественников озона (NO_x, CO, NMVOC) приведены в соответствующих таблицах ОФД для всего временного ряда с 1990 по 2009 год раздельно для международной авиационной и морской деятельности. Анализ показал, что эмиссия предшественников озона проявляет сходные тенденции выбросов, что и газы с прямым парниковым эффектом.

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; Российский статистический ежегодник, 2008; Российский статистический ежегодник, 2010; Гранков, 2004; Морские порты, 2006 и др.).

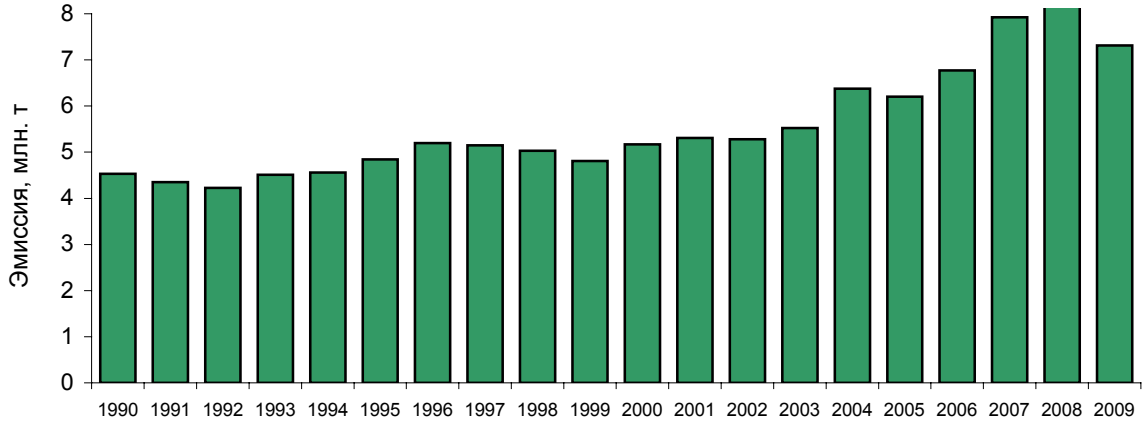


Рис. 3.38. Динамика эмиссии CO_2 от авиационного бункерного топлива

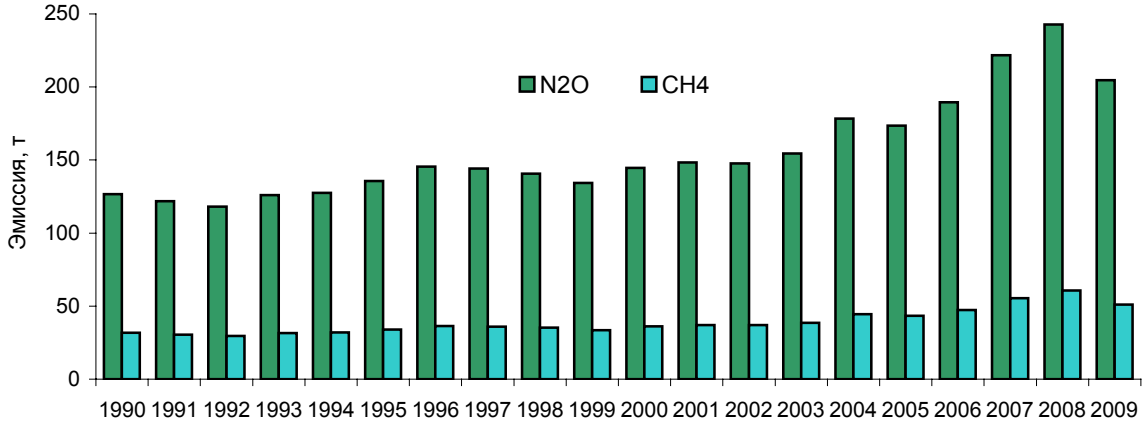


Рис. 3.39. Динамика эмиссии CH_4 и N_2O от авиационного бункерного топлива

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): $FC_M = FC_{TM} \bullet CF_{INT} \bullet CF_F$.

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):

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

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 Российской Федерации 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 деятельности морского транспорта представлены в таблице 3.36.

Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов выполнялся по формуле 3.10:

$$E_{CO_2, CH_4, N_2O} = \sum(FC_M \bullet CF_{TCE} \bullet CF_{NCV} \bullet EF_{CO_2, CH_4, N_2O}), \text{ где} \qquad (3.10)$$

E_{CO_2, CH_4, N_2O} – величина эмиссии CO_2, CH_4, N_2O, т ;

FC_M – потребление топлива в международных морских перевозках по видам топлива (мазут, дизельное топливо), т;

CF_{TCE} – коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте (для мазута 1,37 т.у.т. • $т^{-1}$; для дизельного топлива 1,45 т.у.т. • $т^{-1}$);

CF_{NCV} – коэффициент пересчета в теплотворную способность (0,0293 ТДж • $т.у.т.^{-1}$);

EF_{CO_2, CH_4, N_2O} - коэффициент эмиссии CO_2, CH_4, N_2O, т • $ТДж^{-1}$

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 т.у.т. • $т^{-1}$ и 1,45 т.у.т. • $т^{-1}$ соответственно и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного 0,0293 ТДж • $т.у.т.^{-1}$ (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, 2000) и приведены в таблице 3.37. Для согласованности кадастра выбросы метана и оксида диазота с 1990 по 2009 гг. включительно были пересчитаны отдельно по каждому из используемых топлив (мазут и дизельное топливо).

Таблица 3.36

Данные о деятельности морского транспорта
по данным Минтранса и Росстата

Годы	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 каботажных грузов, км (D_C)
1990	178,4	5 786,0	1 548,0
1991	127,0	5 786,0	1 548,0
1992	115,0	5 378,0	1 648,0
1993	113,0	3 990,0	1 638,0
1994	111,0	4 306,0	1 424,0
1995	130,0	3 960,5	1 352,0
1996	134,0	3 853,0	1 387,0
1997	140,0	3 822,0	1 383,0
1998	135,9	4 335,0	1 340,0
1999	162,1	3 818,5	1 378,0
2000	182,2	3 809,5	1 460,0
2001	203,6	3 809,5	1 460,0
2002	260,9	3 809,5	1 460,0
2003	288,0	3 809,5	1 460,0
2004	364,0	3 809,5	1 460,0
2005	407,0	3 809,5	1 460,0
2006	421,0	3 761,8	1 409,7
2007	449,5	2 622,4	1 496,3
2008	454,6[(1)]	2 663,0[(1)]	1 521,0[(1)]
2009	496,4	2 663,0	1 521,0

[(1)] По данным Росстата

Таблица 3.37

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

Вид топлива	Коэффициент эмиссии, CO_2 т • ТДж$^{-1}$	Коэффициент эмиссии CH_4, т • ТДж$^{-1}$	Коэффициент эмиссии N_2O, т • ТДж$^{-1}$
Мазут	77,4	0,005	0,0006
Дизельное топливо	74,1		

Выбросы NO_x, CO и NMVOC рассчитывали по данным о потреблении топлива по методу Уровня 1 и рекомендуемым МГЭИК величинам коэффициентов эмиссии: 1500 кг • ТДж$^{-1}$ для NO_x, 1000 кг • ТДж$^{-1}$ для CO, 200 кг • ТДж$^{-1}$ для NMVOC (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

Эмиссии диоксида углерода, метана и оксида диазота от использования морского бункерного топлива

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

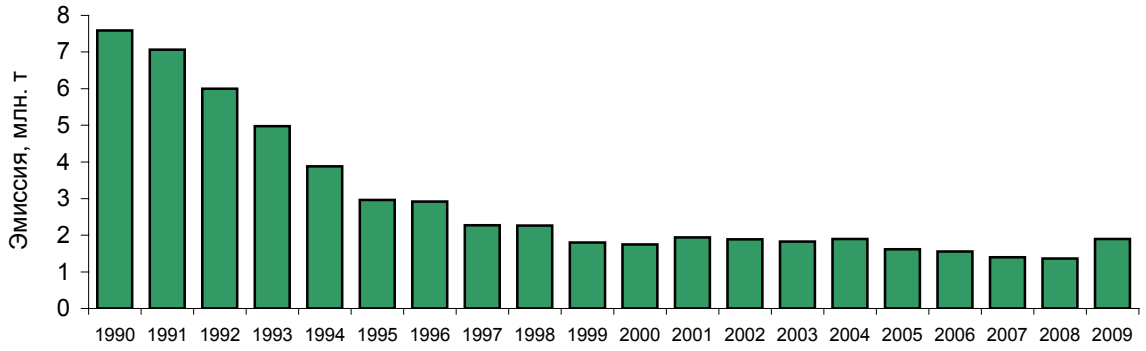


Рис 3.40. Динамика выбросов диоксида углерода от морского бункерного топлива

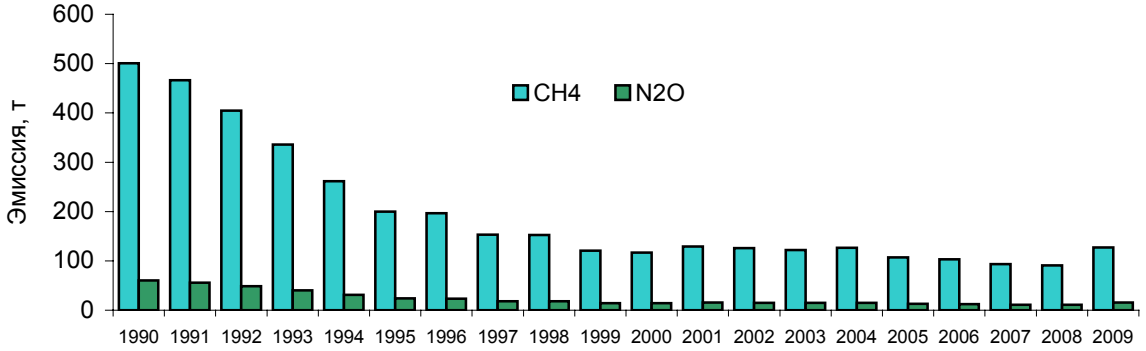


Рис. 3.41. Динамика выбросов метана и оксида диазота от морского бункерного топлива

Наибольшая величина эмиссии CO_2 наблюдалась в 1990 и 1991 годах. В 2009 году эмиссия диоксида углерода составила 1,9 млн. т или 25,0 % 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 2009 году эмиссии метана и закиси азота составили 127,3 и 15,3 т соответственно или около 25,4 % от уровня 1990 года.

Выбросы предшественников озона (NO_x, CO, NMVOC) приведены в соответствующих таблицах ОФД для всего временного ряда с 1990 по 2009 год раздельно для международной авиационной и морской деятельности. Анализ показал, что эмиссия предшественников озона проявляет сходные тенденции выбросов, что и газы с прямым парниковым эффектом.

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 ±7%. Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов CO_2 для разных видов топлив находится, как правило, в пределах ±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, 2000; 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 ±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 ±1,5%, а для топочного мазута ±3%. Однако неопределенность коэффициентов выбросов иных газов гораздо выше. Неопределенность коэффициентов выбросов CH_4 может достигать ±50%. Неопределенность коэффициента выбросов N_2O может составлять от - 40 до +140% от значения (IPCC, 2000; IPCC, 2006).

Нами выполнена количественная оценка неопределенности по уровню 1 при доверительном интервале 95% (IPCC, 2000; IPCC, 2006). В оценке были использованы вышеупомянутые неопределенности данных о деятельности и максимальные величины неопределенностей коэффициентов выбросов, рекомендуемые МГЭИК. Расчеты показали, что общая неопределенность оценки выбросов парниковых газов от использования международного бункерного топлива составила 12,3%. Неопределенность тенденций выбросов составила 13,3%.

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. Проверки выполнялись лицами, непосредственно занятыми в подготовке кадастра.

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. Кроме того, по результатам работ в 2011 г. была опубликована статья в рецензируемом международном журнале (Грабар с соавт., 2011). Рецензирование статьи независимыми экспертами является дополнительной процедурой контроля качества, подтверждающей корректность выполненных оценок.

В ответ на замечания группы экспертов Секретариата РКИК ООН, высказанные во время углубленного рассмотрения Национального кадастра парниковых газов в 2009, 2010 гг., была проведена работа по совершенствованию алгоритма расчета потребления топлива с 1990 по 1999 гг. с учетом изменений в структуре парка воздушных судов. Были также проанализированы расчеты выбросов парниковых газов от международных морских пассажирских перевозок. Выполненный анализ показал, что выбросы от международных пассажирских перевозок учтены при оценке внутренних (национальных) выбросов, чем обеспечивается полнота охвата всех видов хозяйственной деятельности на морском транспорте.

Представленные в настоящем кадастре перерасчеты связаны с применением усовершенствованного алгоритма расчета потребления топлива с 1990 по 1999 гг. с учетом изменений в структуре парка воздушных судов. Кроме того, для обеспечения согласованности кадастра выбросы метана и закиси азота с 1990 по 2009 гг. от международных морских перевозок были пересчитаны отдельно по каждому из используемых топлив (мазут, дизельное топливо). Обоснование выполненных перерасчетов приведено в таблицах ОФД.

В части планируемых усовершенствований предполагается улучшить процедуры контроля качества путем привлечения независимых экспертов к проверке выбросов парниковых газов от международных авиаперевозок.

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 (CO2, CH4), 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. Грабар В.А., Гитарский М.Л., Дмитриева Т.М., Глуховская Е.П., Хорькова Н.И., Киричков С.В. Оценка эмиссии парниковых газов от гражданской авиации в России. Метеорология и гидрология, 2011, №1, с. 30-38
6. Гранков М.Л. Русское судоходство. История и современность. Том 1. Коммерческий флот России. Страницы истории. – М.: Марин-Пресс, 2004, - 472 с.
7. Григорьев М., Попов В. Проверяйте пробу, не отходя от скважин. Нефтегазовая вертикаль, 2002, 12, с. 36.
8. ГОСТ 30319.0-96 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения».
9. Малышев Ю.Н., Айруни А.Т. Комплексная дегазация угольных шахт. –М.: Издательство академии горных наук, 1999, -327 с.
10. Методические рекомендации «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте». - М.: ОАО «НИИАТ» - Компания «Автополис-плюс», 2008.
11. Морские порты, 2006 №1, с. 43-48.
12. 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.
13. Охрана окружающей среды. Экологический отчет ОАО Газпром за 2008 год. М.: ОАО Газпром, 2009, -59 с.
14. Охрана окружающей среды. Экологический отчет ОАО Газпром за 2009 год. М.: ОАО Газпром, 2010, -70 с.
15. 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.
16. Постановление Правительства России от 8 января 2009 г. № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».
17. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух. –М.: ОАО «НИИАТ», 2008.
18. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. -М.: Логос, 1996, -1202 с.
19. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. -М.: Госкомстат России, 1997-2008.
20. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. -М.: Росстат, 2009. –795 с.
21. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. -М.: Росстат, 2010. –813 с.
22. Рудин М.Г., Сомов В.Е., Фомин А.С, Карманный справочник нефтепереработчика. /Под редакцией М.Г.Рудина. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2004. – 336 с.

23. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
24. Эмиссии парникового газа российской системы экспортных газопроводов для транспортировки природного газа. Окончательный отчет. Вуппертальский институт климата, экологии и энергетики, Химический институт Макса Планка. Вупперталь-Майнц., 2005, -54 с.
25. 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 Mathane Realeases from Natural Gas Production and Transmission in Russia. Atmospheric Environment, 1999 (33), 3291-3299.
26. Energy Policies of the Russian Federation - 1995 Review. IEA/OECD, 1995, -323 pp.
27. Hayhurst A.N., A.D. Lawrence. Emissions of nitrous oxide from combustion sources. Prog. Energy Combwt. Sci. 1992, Vol. IS, pp. 529-552.
28. IEA, 2005: http://www.iea.org
29. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC/OECD/IEA, Vol. 2, 1997.
30. IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES/OECD/IEA. 2000
31. 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.
32. Neelis M.L., Patel M., Gielen D.J. 2003. Modelling non-energy use CO2 emissions and carbon storage with the Non-energy use Emission Accounting Tables. (downloaded at http://www.chem.uu.nl/nws/www/nenergy/).
33. Optimising Russian Natural Gas. OECD/IEA, 2006, -200 pp.
34. Patel, M., 2004. CO2 emissions from the non-energy use of fossil fuels: Conclusions from the country studies and from a global perspective. Resources, Conservation and Recycling.
35. 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 2009 г. составила 158 247 Гг CO_2-эквивалента, что соответствует 7,5% от общего выброса парниковых газов в Российской Федерации (без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства, рис. 4.1).

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 был минимальным и соответствовал 52,1% уровня 1990 г. С 1999 г. объем выбросов в промышленности постепенно увеличивался и достиг максимума в 2007 г. (74,2% от уровня 1990 г.). В 2008 – 2009 гг. наблюдалось снижение выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы», связанное с падением производства из-за мирового экономического кризиса и, в меньшей степени, со снижением удельных выбросов парниковых газов от таких источников, как производство аммиака, первичного алюминия, ГХФУ-22 и гексафторида серы. Выброс парниковых газов в 2009 г. составлял 61,5% 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 2009 г. составил 53,5%. Следующим по значению источником является производство продукции из минерального сырья. Его доля в суммарном выбросе – 26,2%. Выброс химической промышленности составляет 13,1%. Результаты инвентаризации выбросов парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» представлены в таблице 4.1 и на рисунке 4.2.

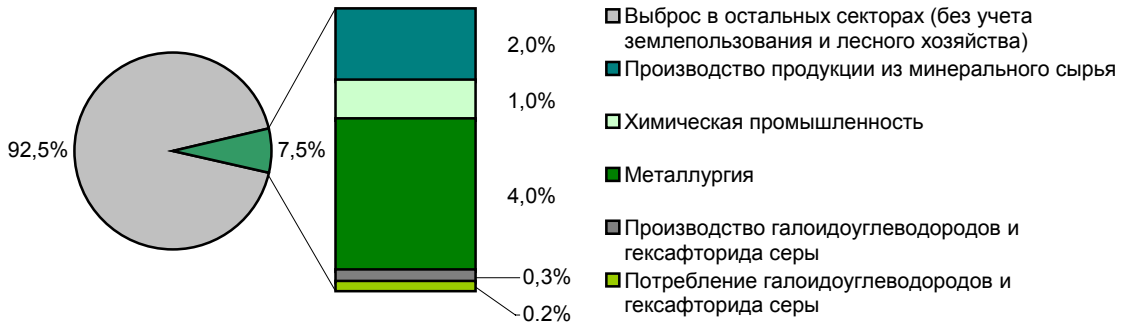


Рис. 4.1. Доля сектора «Промышленные процессы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2009 г.

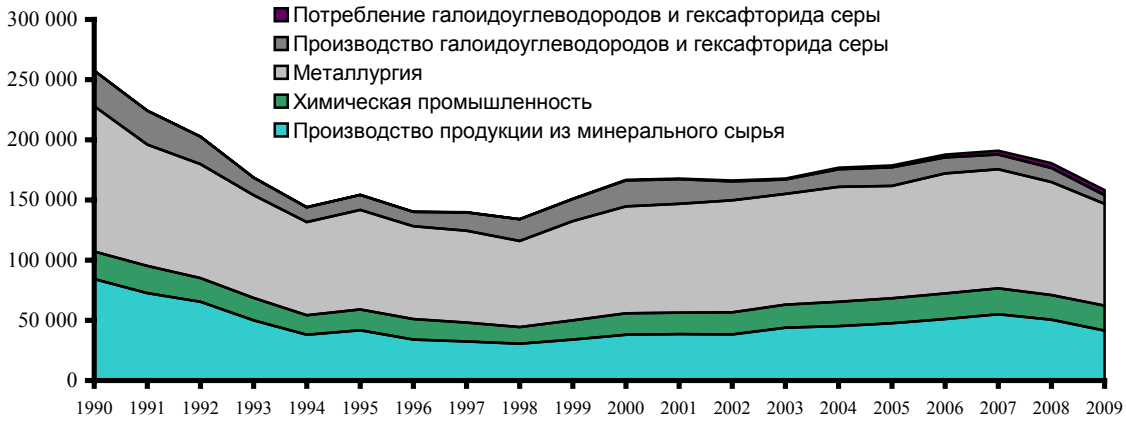


Рис. 4.2. Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» в 1990-2009 гг., Гг CO_2-экв.

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

4.2.1 Обзор

В этом субсекторе были оценены выбросы CO_2 от производства цемента (2.A.1), строительной и технологической извести (2.A.2), использования известняков и доломитов в обжиговых производствах (2.A.3), использования кальцинированной соды (2.A.4), а также выбросы диоксида серы от производства цемента (2.A.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 2009 г. 47,5 % и 34,4% общего выброса парниковых газов от производства продукции из минерального сырья (2.A). Выбросы CO_2 от производства извести и от использования кальцинированной соды в 2009 г. составили, соответственно, 15,8% и 2,2 % от общего выброса CO_2 в этом субсекторе. С 1990 г. по 1998 г. наблюдалось существенное снижение выбросов парниковых газов в субсекторе 2.A, 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 2008 г. наблюдался рост выбросов. В 2009 г. общий выброс парниковых газов в субсекторе 2.A несколько упал и составил 49,3% от уровня 1990 г.

Использование кровельного и окисленного нефтяного битума (2.A.5), асфальтирование дорог (2.A.6) и производство стекла (2.A.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.A.1)

Выбросы CO_2 от производства цемента оценивалась 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. Использовалось национальное значение содержания CaO в клинкере по массе, равное 65,6%; и поправочный коэффициент (CKD Correction factor) по умолчанию (IPCC, 2000) 1,02.

Таблица 4.1

Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» в 1990-2009 гг., Гг CO_2-экв.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство продукции из минерального сырья																			
84223	72691	65298	50116	38034	41813	34157	32525	30617	34076	37968	38570	38250	44010	45323	47532	51034	54957	50637	41535
Химическая промышленность																			
22905	22541	19926	18459	16219	17227	16928	15546	13736	15917	17903	17871	18406	18963	20069	20731	21335	21595	20392	20694
Металлургия																			
120757	100734	94695	85507	77420	82661	77238	76388	71598	82358	88990	90417	93184	92130	95475	93372	99600	99102	93876	84577
Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы																			
29606	28144	22626	14596	12303	12594	11773	15219	18005	18488	21554	20510	15727	11946	14709	15401	13355	12151	11738	7185
Потребление галоидоуглеводородов и гексафторида серы																			
32	36	33	37	50	67	88	167	209	281	350	495	653	948	1256	1739	2380	3200	4052	4256
Всего																			
257523	224146	202577	168715	144026	154362	140183	139846	134166	151120	166766	167862	166220	167997	176831	178774	187703	191004	180694	158247

Таблица 4.2

Выбросы CO_2 от производства продукции из минерального сырья в 1990-2009 г., Гг

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство цемента																			
34609	32837	26717	21995	16475	16646	12723	12273	11923	13173	15113	15863	17116	18666	20915	22256	24545	27645	23625	19746
Производство извести																			
12126	10997	9829	8634	6986	6887	5816	5669	5298	6290	6685	6844	6949	7255	7449	7596	8240	8663	8519	6557
Использование известняков и доломитов																			
36162	27610	27655	18671	13924	17533	15025	13954	12862	13947	15449	15067	13384	17321	16041	16766	17159	17578	17416	14301
Использование кальцинированной соды																			
1326	1247	1096	815	649	746	593	628	535	667	721	797	801	767	917	914	1091	1071	1076	930
Всего																			
84223	72691	65298	50116	38034	41813	34157	32525	30617	34076	37968	38570	38250	44010	45323	47532	51034	54957	50637	41535

Содержание CaO в клинкере российского производства определялось на основании данных о содержании CaO в клинкере, полученных от 19 из 52 действующих цементных заводов с долей в производстве клинкера, составляющей 61% суммарного производства клинкера в Российской Федерации. Среднее значение содержания CaO в клинкере рассчитывалось как средневзвешенное с учетом объемов производства клинкера на заводах.

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.A.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.

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).

Таблица 4.3

Производство цементного клинкера в России в 1990-2009 гг., тыс. т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Объем производства	65830	62459	50819	41836	31338	31663	24201	23344	22678	25055
Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Объем производства	28746	30172	32557	35505	39783	42333	46686	52583	44938	37559

Таблица 4.4

Производство строительной и технологической извести в России, тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Строительная	5072	4463	3856	3158	2120	2010	1393	1305	1217	1414
Технологическая	11238	10328	9364	8455	7276	7253	6429	6321	5908	7045
Всего	16309	14791	13220	11613	9396	9263	7822	7625	7125	8460
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Строительная	1382	1447	1527	1542	1622	1639	1766	1904	1877	1209
Технологическая	7609	7759	7819	8216	8398	8577	9317	9748	9580	7610
Всего	8991	9205	9346	9757	10019	10216	11083	11652	11457	8819

Выбросы CO_2 от использования известняков и доломитов в обжиговых производствах (2.А.3)

Выбросы CO_2 от использования известняков и доломитов оценивались по методике МГЭИК, приведенной в (IPCC, 2000). Для оценки выбросов CO_2 использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию, равные 0,440 тонн CO_2/тонну известняка и 0,477 тонн CO_2/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 CO_2 от использования карбонатных пород в качестве флюсов в черной и цветной металлургии, сырья в производстве стекла, а также от использования доломитов для производства смолодоломитовых и смолодоломит-магнезитовых огнеупоров, доломитового кирпича, заправочного материала (устройство и ремонт отдельных частей мартеновских печей и конвертеров).

Выбросы CO_2 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).

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 - 2010). 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 - 2010). 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.

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	2008	2009
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	39,4	32,2
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	6,8	4,3
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	6,2	4,0
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	33,2	28,2
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	1,5	1,4
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	0,31	0,29
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	1,19	1,11
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	33,51	28,49
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	7,39	5,11

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 CO2 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 4.6

Государственные стандарты для известняков, используемых в обжиговых производствах

Область применения	Минимальное содержание CaO,%	Соответствующее минимальное содержание химически чистого известняка,%	Источник информации
Сырье доменное, агломерационное, электросталеплавильное, ферросплавное 1сорт	52	92,8	Шишкин А.В., 1984
Сырье доменное, агломерационное, электросталеплавильное, ферросплавное 2сорт	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 (кусковой)
Известняк для производства стекла, сорт ”ИК-53-0.2”	53	97,3	ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусковой)
Известняк для производства стекла, сорт ”ИК-51-0.3”	51	95,5	ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусковой)
Химически чистый известняк	56,03	100	Бирюлев Г.Н. и др.,1999

Таблица 4.7

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

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

Таблица 4.8

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

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

Кроме того, в нашем распоряжении имеются данные о среднем содержании CaO 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 CaO 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%).

Выбросы CO_2 от производства и использования соды (2.A.4)

Выбросы CO_2 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.

При оценке выбросов CO_2 от использования (потребления) соды предполагалось, что объем потребления соды в России равен объему ее производства – экспорт + импорт. Использовались данные о производстве кальцинированной соды, собираемые Росстатом (Российский статистический ежегодник, 1998, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010). Данные об объемах экспорта и импорта кальцинированной соды в 1996-2009 гг. получены из базы данных Федеральной Таможенной Службы. Данные об экспорте и импорте кальцинированной соды в 1990-1995 гг. отсутствуют. Поэтому потребление кальцинированной соды в стране в 1990-1995 гг. оценивалось в предположении, что соотношение между ее потреблением и производством в 1990-1995 гг. было таким же как и в 1996 г. Данные о производстве, экспорте и импорте кальцинированной соды приводятся в таблице 4.9.

Выбросы НМЛОС от производства асфальтовых кровельных покрытий (2.A.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 2011 г.

Таблица 4.9

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Производство	3240	3048	2679	1992	1585	1823	1449	1652	1538	1918
Экспорт							87,2	158,4	278,1	317,1
Импорт							66,8	20,0	29,0	6,9
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство	2201	2339	2385	2386	2576	2582	2938	2939	2820	2322
Экспорт[1)]	479,8	482,1	504,3	573,6	448,9	544,0	599,4	733,9	550,0	378,7
Импорт[1)]	17,0	63,3	49,1	36,7	83,4	164,3	289,1	375,4	323,2	298,3

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

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 2011 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 EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 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 4.10

Производство окисленного нефтебитума в России в 1990-2009 гг., тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Кровельный нефтебитум	1413	1310	909,7	585,9	392	372	310,8	346,2	333,6	372,1
Строительный нефтебитум	1574	1446	978	625,5	617,5	638,4	467,1	414,4	397	459,8
Всего	2987	2756	1887,7	1211,4	1009,5	1010,4	777,9	760,6	730,6	831,9
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Кровельный нефтебитум	439,2	466,7	405,1	627,1	616,6	595,6	539,9	627,2	468,8	405,4
Строительный нефтебитум	597,3	522,5	403,6	424,9	369,7	320,2	330,5	301,0	252,9	188,1
Всего	1036,5	989,2	808,7	1052	986,3	915,8	870,4	928,0	721,7	593,5

Таблица 4.11

Производство нефтяного битума дорожного и холодных асфальтобетонных смесей в России в 1990-2009 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	2008	2009
704	548	776	548	475	535	551	792	1007	530
Нефтебитум дорожный жидкий, тыс. т									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
7665	6756	4854	4623	3792	3955	3281	3137,6	4293,6	3604,7
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
3785	3793,6	3196,3	3275	3374,3	3208,5	3657,1	4221,5	4596,9	3180,1
Оценка объемов производства холодных асфальтобетонных смесей, тыс. т									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1313	1157	831	792	649	677	562	537	735	617

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

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

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

Оценка выбросов проводилась по данным Росстата о производстве различных видов архитектурно-строительного стекла: строительного, термополированного, закаленного и трехслойного безосколочного (табл. 4.12). Объемы производства архитектурного и строительного стекла представлены в квадратных метрах. Плотность и толщина различных видов архитектурно-строительного стекла взяты из справочника по строительным материалам (Айрапетов, 2005). Плотность стекла принята 2,5 г/см^3; 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 1990-2009 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 1990-2009 гг.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Строительное[1)], млн. м^2	144,5	140,9	126,3	104,8	61,0	61,4	46,9	40,4	38,5	40,4
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	48,6
Трехслойное безосколочное[1)], млн. м^2	2,8	2,1	1,8	2,0	1,5	1,6	1,5	1,6	1,4	1,5
Закаленное (сталинит)[1)], млн. м^2		6,0	5,4	4,3	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	3,2
Бутылки, млн.шт.	1 414	1 262	1 372	1 526	1 557	1 769	1 913	1 741	2 111	2 418
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Строительное[1)], млн. м^2	40,2	37,7	38,4	36,6	35,1	34,9	45,1	55,2	71,8	100,8
Листовое термополированное[1,2)], млн. м^2	52,5	68,0	63,5	65,4	76,9	85,5	115,2	115,8	122,9	119,4
Трехслойное безосколочное[1)], млн. м^2	1,6	1,6	1,5	2,3	1,8	1,7	1,8	2,4	2,2	1,5
Закаленное (сталинит)[1)], млн. м^2	3,9	4,1	4,0	4,2	5,7	5,6	5,9	5,0	5,1	2,5
Бутылки, млн.шт.	3 001	3 769	4 512	5 559	7 020	7 115	9 180	10 776	11 937	9693

[1)] В натуральном выражении
[2)] До 1998 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 продукции из минерального сырья, Гг

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Производство асфальтовых кровельных покрытий	7,2	6,6	4,5	2,9	2,4	2,4	1,9	1,8	1,8	2,0
Использование асфальта для дорожных покрытий	420	370	266	253	208	217	180	172	235	198
Производство стекла	12,4	12,3	12,2	11,4	8,7	9,2	8,7	8,2	9,0	10,1
Всего	440	389	283	268	219	228	190	182	246	210
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство асфальтовых кровельных покрытий	2,5	2,4	1,9	2,5	2,4	2,2	2,1	2,2	1,7	1,4
Использование асфальта для дорожных покрытий	225	175	248	175	152	171	176	253	322	170
Производство стекла	11,6	14,1	15,2	17,4	21,1	21,9	28,6	32,1	35,6	31,9
Всего	239	192	265	195	175	195	207	288	360	203

4.2.3 Оценка 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.

Перерасчеты выбросов парниковых газов в субсекторе 2.А в 2011 г. не проводились.

Планируемые усовершенствования.

Изучается возможность учета выбросов CO_2 от использования магнезита для производства огнеупорных материалов.

4.2.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.А оценка неопределенностей выбросов CO_2 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 CaO в клинкере, равного 64,6%, 2% для предположения о том, что весь CaO в клинкере получен в результате обжига известняка (IPCC, 2000). Установленное по умолчанию значение потерь цементной пыли при производстве клинкера, равное 2% (IPCC, 2000), в условиях устаревшего оборудования на российских цементных заводах может быть значительно выше. Неопределенность этого параметра достигает 200%.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CO_2 от производства цемента составляет 10%.

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

Неопределенности, связанные с использованием установленных по умолчанию коэффициентов выбросов для жирной и доломитовой извести, а также поправочного коэффициента для учета гашеной извести, невелики и составляют соответственно 2%, 2% и 5% (IPCC, 2000). Общая неопределенность использования параметров расчета выбросов CO_2 по умолчанию равна 5,4%.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CO_2 от производства извести практически полностью определяется неопределенностью исходных данных о производстве извести и составляет 31%.

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

Неопределенность коэффициентов выбросов CO_2 определяется неопределенностью содержания химически чистого известняка и доломита в реальных известняках и доломитах и составляет не более 3%, в связи с жесткими требованиями к качеству исходного минерального сырья, предъявляемыми действующими стандартами и техническими условиями.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов CO_2 от использования известняков и доломитов составляет около 8%.

Потребление кальцинированной соды. Неопределенность выбросов CO_2 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 1996-2009 гг. неопределенность выбросов CO_2 от использования кальцинированной соды составляет не более 3%.

4.3 Химическая промышленность (2.B)

4.3.1 Обзор

Для субсектора «Химическая промышленность» проводилась оценка выбросов следующих парниковых газов: CO_2 от производства аммиака (2.B.1) и карбида кальция (2.B.4.2) и карбида кремния (2.B.4.1); CH_4 от производства карбида кремния (2.B.4.1), технического углерода (2.B.5.1), этилена (2.B.5.2), дихлорэтилена (2.B.5.3), стирола (2.B.5.4) и метанола (2.B.5.5); N_2O от производства азотной кислоты (2.B.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.B.5).

Выбросы N_2O от производства адипиновой кислоты (2.B.3) в Российской Федерации отсутствуют ввиду отсутствия производства данной продукции.

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 60,0% от выбросов 1990 г. В 2009 г. суммарные выбросы парниковых газов от химической промышленности составили 20694 Гг CO_2-экв. или 90,4% от уровня 1990 г.

Таблица 4.16

Выбросы парниковых газов в химической промышленности в 1990-2009 гг., Гг CO_2-экв

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Выброс CO_2 от производства аммиака																			
17727	17491	15603	14797	13302	14058	13644	12504	11005	12829	14333	14076	14166	14869	15789	16162	16709	16772	16001	16037
Выброс CO_2 от производства и потребления карбида кальция																			
936	764	735	740	551	494	434	454	479	570	553	563	528	483	424	420	464	431	391	246
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	150	157
Всего CO_2																			
18746	18329	16406	15619	13930	14652	14159	13030	11562	13494	14994	14755	14808	15473	16348	16720	17318	17347	16543	16440
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	16	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	146	123
Выброс CH_4 от производства этилена																			
49	45	41	36	30	34	25	26	24	34	40	41	42	44	45	44	45	45	49	48
Выброс CH_4 от производства дихлорэтилена																			
0,11	0,12	0,06	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,11	0,12	0,06	0,02	0,02
Выброс CH_4 от производства стирола																			
38	33	28	25	21	20	14	14	14	21	28	31	32	36	43	38	33	28	25	21
Выброс CH_4 от производства метанола																			
105	98	88	80	80	64	45	63	50	61	80	89	95	122	122	105	98	88	80	80
Всего CH_4																			
424	377	318	257	200	200	165	183	164	206	257	287	303	356	379	389	389	414	407	325
Выброс N_2O от производства азотной кислоты																			
3735	3834	3201	2583	2089	2375	2605	2333	2011	2217	2652	2828	3295	3134	3342	3622	3627	3834	3443	3928
Всего																			
22905	22541	19926	18459	16219	17227	16928	15546	13736	15917	17903	17871	18406	18963	20069	20731	21335	21595	20392	20694

Основным источником парниковых газов в химической отрасли являются выбросы CO_2 от производства аммиака, доля которых в 2009 г. составила 77,5%. Следующий по значимости источник парниковых газов – производство азотной кислоты, выбросы N_2O от которого составили 19,0% суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности в 2009 г. Выбросы метана от производства технического углерода, этилена, дихлорэтилена, стирола и метанола существенно ниже и в 2009 г. составляли 1,5% суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности.

4.3.2 Методика расчетов

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

В кадастре 2011 г. оценка выбросов CO_2 от производства аммиака в 1990-2009 гг. была пересчитана в соответствии с методикой Уровня 1а МГЭИК (IPCC, 1996), использующей в качестве исходных данных для расчета объем потребления природного газа в качестве сырья для производства азотоводородной смеси.. Расчет базировался на данных по объемам производства аммиака и удельному потреблению природного газа в 1990-2009 гг. для агрегатов по производству аммиака, работающих на предприятиях азотной промышленности России. Эти данные были переданы научно-исследовательской фирмой «Азотэкон». Они охватывают от 72% (в 1990 г.) до 95-96% (в 2000-2009 гг.) суммарных объемов производства аммиака в Российской Федерации (по данным Росстата). В 1998-1999 гг. отсутствуют данные для крупнейшего в отрасли предприятия – ОАО «Тольяттиазот». Следует отметить, что наблюдается постепенное снижения удельного потребления природного газа на производство 1 тонны аммиака: если в 1990 г. оно составляло для разных агрегатов 1228 – 1780 $м^3$/т, то в 2009 – 1100 – 1420 $м^3$/т.

Потребление природного газа в качестве сырья для производства азотоводородной смеси, по данным фирмы «Азотэкон», составляет 55% от суммарного потребления природного газа для производства аммиака.

По полученным данным было рассчитано средневзвешенное удельное потребление природного газа в качестве сырья для производства 1 т аммиака в 1990 – 2009 гг. Эти данные и данные об объемах производства аммиака (Росстат) приводятся в таблице 4.17.

Коэффициент выбросов рассчитывался по формуле:

$$EF = CCF * COF * 44/12,$$

где CCF коэффициент углеродного содержания природного газа по умолчанию, равный 15,3 кг/ГДж, COF – коэффициент окисления углерода, равный 0,995 (сектор Энергетика).

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.

Таблица 4.17

Производство синтетического аммиака и удельное потребление природного газа в качестве сырья в России в 1990-2009 гг.

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Объем производства, тыс. т	12 592	11 936	10 529	9 900	8 838	9 657	9 650	8 737	7 965	9 280
Удельное потребление природного газа, $м^3$/т	746	776	785	792	797	771	749	758	732	732
Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Объем производства, тыс. т	10 640	10 575	10 491	11 087	11 979	12 473	12 954	13 151	12 702	12 949
Удельное потребление природного газа, $м^3$/т	714	705	715	711	698	687	683	676	667	656

Выбросы N_2O от производства азотной кислоты (2.B.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 NOx/ 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 внутризаводского 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 национальном кадастре выбросов парниковых газов 2011 г. выполнен расчет количества азотной кислоты, использованной для производства нитратных и комплексных минеральных удобрений. Оценено количество азотной кислоты, которое было использовано для производства аммиачной селитры, нитратов натрия и кальция, а также комплексных минеральных удобрений: нитрофоски, нитроаммофоса и нитроаммофоски.

Для оценки количества азотной кислоты, переработанной в нитрат аммония (аммиачную селитру), нитраты кальция и натрия использовались расходные коэффициенты, рассчитанные по стехиометрическим соотношениям. Для оценки количества азотной кислоты, затраченной на производство нитроаммофосфатов, применялся единый расходный коэффициент, рассчитанный для производства нитроаммофоски и равный 0,135 т (в единицах N) азотной кислоты на 1 т (в единицах P_2O_5+N) нитроаммофоски (Соколов, 2003). Такое упрощение не должно привести к большим погрешностям ввиду сходства технологических схем производства и существенного преобладания объемов производства нитроаммофоски. С 1998 г. объем производства нитроаммофоски в России составляет более 95% объема производства всех нитроаммофосфатов, а в 2009г. – 100%. Для перевода метрических тонн нитроаммофоски в тонны P_2O_5+N применялся коэффициент 0,35; для перевода метрических тонн азотной кислоты в тонны азота - коэффициент 0,22. Расходные коэффициенты, использованные для оценки количества азотной кислоты, затраченной на производство минеральных удобрений, приводятся в таблице 4.18.

Таблица 4.18

Коэффициенты расхода азотной кислоты на производство минеральных удобрений, т/т.

	Расходные коэффициенты
Нитрат аммония	0,786
Нитрат кальция	0,768
Нитрат натрия	0,741
Нитроаммофоска	0,215

Общее производство азотной кислоты, приведенное в таблице 4.20, складывается из данных статистики и оценки, приведенной в таблице 4.19. 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.

Выбросы CO_2 и CH_4 от производства карбида кремния (2.B.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.

Таблица 4.19

Оценка количества азотной кислоты, использованной для производства минеральных удобрений в 1990-2009 гг., тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Производство нитрата аммония	6614	6527	5530	4430	3638	4096	4572	4010	3388	3861
Производство нитрата кальция		62,0	49,6	39,6	11,2	2,6	1,7	1,8	0,7	1,5
Производство нитрата натрия	23,3	19,9	15,4	8,0	5,3	8,4	6,0	8,1	7,1	15,8
Производство нитроаммофосфатов	1180	2487	2089	1850	1493	1922	2028	2217	2065	1673
Расход азотной кислоты	5469	5727	4845	3916	3193	3640	4035	3635	3112	3407
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство нитрата аммония	4667	4948	5931	5456	5626	6059	6105	6563	5886	6850
Производство нитрата кальция	3,2	5,0	5,6	4,5	5,7	11,3	10,0	10,5	8,8	7,3
Производство нитрата натрия	17,9	21,2	27,3	29,7	34,8	32,7	21,8	22,9	17,5	12,1
Производство нитроаммофосфатов	1845	2187	2132	2611	2992	3071	2998	2947	2696	2803
Расход азотной кислоты	4080	4378	5144	4875	5095	5454	5466	5817	5225	6001

Таблица 4.20

Объемы производства азотной кислоты в 1990-2009 гг., тыс. т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Крепкая, в моногидрате[1)]	649,2	541,5	380,3	299,4	208,6	227,7	147,2	155,0	159,9	171,4
Слабая, в моногидрате	63,3	47,0	29,6	22,8	18,0	17,4	66,2	9,3	8,9	45,8
Слабая, использованная на производство минеральных удобрений	5469	5727	4845	3916	3193	3640	4035	3635	3112	3407
Всего, 100%-ная кислота[2)]	6023,4	6184,5	5163,6	4166,3	3368,9	3831,1	4200,9	3763,2	3243,6	3575,8
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Крепкая, в моногидрате	205,6	211,9	179,9	160,9	180,6	162,9	156,5	156,6	163,8	125,8
Слабая, в моногидрате	47,5	23,1	39,6	70,1	199,3	334,6	337,8	315,8	257,7	305,1
Слабая, использованная на производство минеральных удобрений	4080	4378	5144	4875	5095	5454	5466	5817	5225	6001
Всего, 100%-ная кислота[1)]	4277,0	4561,2	5314,8	5054,3	5390,3	5841,3	5850,7	6184,0	5553,2	6335,9

[1)] 1990г. -оценка ИГКЭ

[2)] Округленные значения

В России карбид кремния производится только на ОАО «Волжский абразивный завод» в г. Волжский Волгоградской области. В 2008-2011 гг. получены данные завода об объемах производства карбида кремния и затратах нефтяного кокса на его производство в 1990-2009 гг. Эти данные приводятся в таблице 4.21.

Выбросы CO_2 и CH_4 рассчитывались по методике, описанной в (IPCC, 1996, 2006) на основе данных об объемах затрат нефтяного кокса при производстве карбида кремния. Для расчета выбросов метана использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 10,2 кг CH_4/тонну использованного нефтяного кокса. Для расчета выбросов CO_2 коэффициент выбросов рассчитывался по формуле (IPCC, 2006):

$$EF = 0,65*CCF*COF*44/12,$$

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

Выбросы CO_2 от производства и потребления карбида кальция (2.B.4.2)

Карбид кальция производится путем прокаливания известняка и последующего восстановления извести углеродом, например, углеродом нефтяного кокса. Оба процесса приводят к выбросам CO_2. Использование карбида кальция также сопровождается эмиссией CO_2.

Оценка выбросов CO_2 при производстве и потреблении карбида кальция проводилась по методике, описанной в (IPCC, 1996). Выбросы CO_2 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 1996-2009 гг. Данные за 1990-1995 гг. отсутствуют, и объем потребления карбида кальция за эти годы оценивался в предположении, что соотношение между его потреблением и производством в 1990-1995 гг. было таким же как и в 1996 г.

Для всех трех процессов использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 1996), они приводятся в таблице 4.22.

Данные о производстве приведены в таблице 4.23.

Таблица 4.21

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Производство	36,5	32,9	29,9	35,7	34,2	43,8	35,8	31,9	34,1	41,9
Затраты нефтяного кокса	40,1	36,2	32,9	39,2	37,7	48,1	39,3	35,1	37,5	46,1
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство	47,9	51,5	50,0	52,9	59,4	60,8	63,6	66,6	70,2	64,8
Затраты нефтяного кокса	52,7	56,6	55,0	58,2	65,3	66,9	70,0	69,7	72,6	68,4

Таблица 4.22

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

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

Оценка выбросов метана от производства технического углерода, этилена, дихлорэтилена, стирола и метанола проводилась по методике, описанной в (IPCC, 1996). Расчет проводился на основе данных об объемах производства каждого из видов продукции. При оценке выбросов метана использовались коэффициенты эмиссии метана по умолчанию (IPCC, 1996)., которые приводятся в таблице 4.24.

Данные о производстве технического углерода, этилена, стирола и метанола предоставлены Росстатом, данные о производстве дихлорэтилена получены от завода-производителя. Объемы производства приводятся в таблице 4.25

Таблица 4.23

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Производство	289,7	236,4	227,6	229,1	170,5	152,8	134,2	147,9	160,0	196,7
Экспорт							3,7	1,5	4,0	14,7
Импорт							38,0	17,4	9,9	5,0
Потребление	289,7	236,4	227,6	229,1	170,5	152,8	168,4	163,7	165,9	187,0
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство	192,2	189,6	177,4	161,0	138,5	137,2	155,4	146,5	133,0	80,8
Экспорт[1)]	17,8	9,9	10,9	9,3	5,7	4,2	5,8	9,2	11,7	6,5
Импорт[1)]	4,8	12,9	15,3	16,4	19,6	18,2	11,0	7,9	10,7	13,7
Потребление	179,2	192,6	181,8	168,1	152,4	151,2	160,6	145,2	132,0	88,0

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

Таблица 4.24

Коэффициенты выбросов CH_4, кг/т. продукции

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

Таблица 4.25

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Технический углерод	968,4	839,9	669,2	465,7	263,6	311,4	310,1	315,6	292,3	348,1
Этилен	2318,5	2149,3	1960,3	1726,4	1405,9	1596,3	1199,7	1255,4	1165,8	1630,6
Дихлорэтилен	13,5	13,8	7,2	2,5	2,8	2,4	1,7	2,2	1,6	2,0
Стирол	446,5	387,7	329,2	292,8	254,1	241,2	170,2	162,0	170,6	245,0
Метанол-ректификат (включая метанол-сырец в пересчете на ректификат)	2508,0	2321,6	2083,6	1903,7	1908,9	1522,9	1076,3	1495,2	1178,7	1443,8
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Технический углерод	426,0	493,5	527,9	616,0	666,9	681,6	631,3	665,2	631,3	532,6
Этилен	1889,2	1944,2	1996,4	2096,8	2154,8	2101,4	2146,5	2120,6	2337,7	2276,6
Дихлорэтилен	2,4	2,8	2,3	2,9	2,5	3,2	2,5	1,6	1,3	0,6
Стирол	327,8	369,2	375,5	428,4	516,6	583,2	599,1	620,4	577,5	494,0
Метанол-ректификат (включая метанол-сырец в пересчете на ректификат)	1914,1	2129,1	2269,0	2894,3	2911,0	2943,1	3158,4	3533,6	3512,5	2344,4

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 4.26.

Таблица 4.26

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	2008	2009
Пропилен																			
990	929	854	778	582	681	495	543	543	740	856	903	969	944	962	1022	1033	1050	1111	1163
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	509	603
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	270	258
Поливинилхлоридная смола и сополимеры винилхлорида																			
490	481	426	353	332	283	158	266	297	419	480	487	528	547	563	580	592	587	579	528
Полиэтилен																			
767	669	635	649	510	685	573	586	597	801	923	951	1012	1038	1069	1049	1074	1246	1272	1412
в том числе: низкой плотности																			
372	359	342	354	327	342	346	367	312	319	321	324	313	337	357	328	337	358	359	389
высокой плотности																			
391	306	290	291	181	340	224	216	242	390	434	425	465	464	461	475	476	604	630	695
Этилбензол																			
			47,0	33,5	38,1	22,2	19,4	201	267	343	365	358	394	401	428	645	666	612	517
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	136	139

Предполагалось, что разница между суммарным объемом производства полиэтилена и объемами производства полиэтилена высокой и низкой плотности обусловлена существованием в России производства линейного полиэтилена низкой плотности. Использованные в расчетах коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 1996) представлены в таблице 4.27.

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 4.28

Оценка выбросов CO, SO_2, NO_X приводится в таблице 4.29. Оценка выбросов НМЛОС в химической промышленности - в таблице 4.30.

Таблица 4.27

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

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

Таблица 4.28

Производство серной кислоты в моногидрате в России, млн. т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Объем производства	12,8	11,6	9,7	8,2	6,3	6,9	5,8	6,2	5,8	7,1
Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Объем производства	8,3	8,2	8,5	8,8	9,2	9,5	9,4	9,7	9,1	8,5

Таблица 4.29

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	2008	2009
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	100,4	102,3
	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	0,4	0,4
Производство азотной кислоты	NO_X	3,3	3,4	2,8	2,3	1,9	2,1	2,3	2,1	1,8	2,0	2,4	2,5	2,9	2,8	3,0	3,2	3,2	3,4	3,1	3,5
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	6,3	5,3
	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	0,3	0,2
	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	2,0	1,7
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	159,3	148,8

Таблица 4.30

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	2008	2009
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	59,7	60,9
Технический углерод	38,7	33,6	26,8	18,6	10,5	12,5	12,4	12,6	11,7	13,9	17,0	19,7	21,1	24,6	26,7	27,3	25,3	26,6	25,3	21,3
Этилен	3,2	3,0	2,7	2,4	2,0	2,2	1,7	1,8	1,6	2,3	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	3,3	3,2
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	10,4	8,9
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	1,6	1,6
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	6,1	7,2
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	1,5	1,4
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	4,9	4,5
Полиэтилен	3,6	3,0	2,9	2,9	2,1	3,2	2,5	2,5	2,6	3,6	4,1	4,1	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6	5,5	5,7	6,3
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	1,2	1,0
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	0,1	0,1
Всего	120,8	110,2	94,4	81,5	65,6	72,4	68,4	65,4	62,1	75,8	89,0	92,8	94,9	102,9	111,3	116,6	118,7	124,6	119,7	116,4

4.3.3 Оценка и контроль качества, перерасчеты выбросов парниковых газов и планируемые усовершенствования

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

В субсекторе 2.B в 2011 г. в соответствии с рекомендациями международной группы экспертов по проверке были выполнены следующие перерасчеты:

– Выбросы CO_2 от производства аммиака (2.B.1) были пересчитаны для всего временного ряда с использованием методологии уровня 1а МГЭИК (IPCC, 1996);
– Выполнена оценка дополнительного количества азотной кислоты, используемой в качестве сырья при производстве нитроаммофосфатов, нитратов кальция и натрия для уточнения оценки объемов производства азотной кислоты и выбросов N_2O (2.B.2)
– Выполнена оценка выбросов CH_4 от производства дихлорэтилена (2.B.5)

Планируемые усовершенствования

В настоящее время в субсекторе 2.B усовершенствования не планируются.

4.3.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.B 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 5%.

Таким образом, неопределенность оценки выбросов N_2O от производства азотной кислоты составляет около 11%.

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 CO_2 и CH_4 от производства карбида кремния определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 10%.

Производство и использование карбида кальция. Неопределенность коэффициентов выбросов CO_2 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 1996-2009 гг.

Производство технического углерода, метанола, дихлорэтилена, этилена и стирола. Неопределенность коэффициентов выбросов CH_4 от производства в нефтехимической промышленности составляет от 10 до 85%.

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

Неопределенность оценок выбросов CH_4 от производства технического углерода, метанола, этилена, дихлорэтилена и стирола полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов CH_4

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

4.4 Металлургия (2.C)

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 59,3% от уровня 1990 г. В 2009 г. суммарный выброс парниковых газов от металлургии составил 84577 Гг CO_2-эквивалента, что соответствует 70,0% от уровня выбросов в металлургии в 1990 г.

Основным источником парниковых газов в металлургии является выплавка чугуна и стали (2.C.1), выброс от которой в 2009 г. составил 86,6% общего выброса парниковых газов в металлургической промышленности. Следующим по значению источником парниковых газов в отрасли является производство первичного алюминия (2.C.3). В 2009 г. выброс этого источника составил 10,4% общего выброса. Выброс парниковых газов от производства ферросплавов (2.C.2) в 2009 г. составил 3,0% общего выброса.

4.4.2 Методика расчетов

Выбросы CO_2 от производства чугуна и стали (2.C.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 раздельную оценку выбросов CO_2 для доменного производства чугуна и для выплавки стали. Отдельно оценивались выбросы CO_2 при производстве железа прямого восстановления и электростали на ОЭМК по методу уровня 3 (IPCC, 2006).

Таблица 4.31

Выбросы парниковых газов в металлургии в 1990-2009 гг., Гг CO_2-экв

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Выброс CO_2 от производства чугуна, стали и железа прямого восстановления																			
100963	80782	76391	67647	60398	65812	61608	61872	57399	67630	73680	75697	79414	78462	81522	79408	85566	85027	79788	72947
Выброс CO_2 от производства ферросплавов																			
2615	2374	1983	1793	1504	1555	1416	1635	1575	2004	2221	2242	2256	2519	2568	2816	3143	3200	3060	2547
Выброс CO_2 от производства алюминия																			
5112	4842	4915	4991	4780	5001	5178	5202	5239	5440	5552	5636	5724	5928	6131	6208	6462	6848	7195	6521
Всего CO_2																			
108690	87999	83290	74430	66683	72368	68202	68709	64214	75074	81453	83575	87395	86909	90222	88431	95171	95075	90043	82016
Выброс CH_4 от производства кокса																			
413	341	321	293	267	291	267	269	248	295	315	314	331	348	359	333	343	356	337	288
Выброс CF_4 от производства алюминия																			
10600	11259	10112	9834	9524	9134	8012	6785	6540	6384	6591	5963	4970	4448	4446	4206	3735	3359	3192	2078
Выброс C_2F_6 от производства алюминия																			
1054	1134	972	950	947	867	757	626	597	606	631	564	489	425	448	401	350	312	304	196
Всего ПФУ																			
11654	12394	11084	10784	10471	10002	8769	7411	7136	6989	7222	6527	5459	4873	4894	4607	4086	3671	3496	2273
Всего																			
120757	100734	94695	85507	77420	82661	77238	76388	71598	82358	88990	90417	93184	92130	95475	93372	99600	99102	93876	84577

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 топливно-энергетического баланса РФ об использовании кокса в черной металлургии. В 1991-1999, 2007-2009 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, 2010) и среднего удельного расхода кокса на производство тонны чугуна.

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

Производство 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 (CO_2), содержащимся в отходящем из печи колошниковом газе по реакции:

$$CH_4 + CO_2 = 2CO + 2H_2$$

Использование CO_2 для конверсии природного газа приводит к значительному сокращению выбросов CO_2 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 данные по умолчанию 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 1990-2009 гг. приводятся в таблице 4.35.

Таблица 4.32

Оценка удельного потребления кокса в черной металлургии

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

Производство стали. Оценка выбросов CO_2 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 CO_2 от производства стали использовались эти значения. Удельный расход электродов в электропечах 1,25 кг углерода/т электростали, что соответствует коэффициенту выбросов – 4,58 кг CO_2/т. электростали, принят по умолчанию (IPCC, 2000).

При оценке выбросов CO_2 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, 2009, 2010). 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, 2009, 2010, Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации, 2005).

Отдельно оценивались выбросы CO_2 от производства электростали на ОЭМК по методу уровня 3 МГЭИК на основании данных предприятия о производстве стали, потреблении металлизированных окатышей, стального лома и углеродных электродов, содержании углерода в сырье и конечной продукции. В кадастре 2011 выполнен перерасчет выбросов CO_2 для всего временного ряда с использованием данных предприятия о содержании углерода в электродах (99%). Данные о производстве стали и потреблении сырья приводятся в таблице 4.35.

Кроме оценки выбросов CO_2, проведена оценка выбросов NO_x, НМЛОС, CO, SO_2 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 CH_4/тонну кокса. Данные Росстата о производстве кокса в России приводятся в таблице 4.37.

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
Среднее содержание углерода в электродах, %	99

Таблица 4.34

Коэффициенты выбросов NOx, 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 металлизованных окатышей, электростали и потребление сырья на ОЭМК в 1990- 2009 гг.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство металлизованных окатышей, тыс. тонн	1683	1676	1575	1544	1707	1678	1505	1730	1726	1787	1918	1855	1905	1905	2099	2266	2250	2236	2403	2438
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	2160	2344
Удельный расход природного газа на производство металлизованных окатышей, $м^3/т$	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	317,1	319,3
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	1284	1136
Производство стали, тыс. тонн	1556	1584	1517	1452	1588	1634	1462	1655	1558	1836	2061	2118	2216	2353	2464	2560	2656	2890	3018	3250

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	2008	2009
Производство чугуна	59387	48891	46135	40857	36535	39758	37148	37328	34661	40856	44584	45016	46691	48812	50427	49175	52362	51516	48275	44021
В том числе передельного чугуна	55812	46638	44021	39339	35454	38494	36286	36387	33521	39663	43352	43634	45199	47249	49109	47930	50947	50171	47152	43520
Экспорт передельного чугуна	2549	3198	1931	2268	3258	2889	2109	2455	2537	2908	3691	3652	4193	4733	5546	5132	6101	5805	5449	4630
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	5,4	6,5
Производство стали	89622	77100	67029	58346	48812	51589	49253	48502	43673	51518	59150	59030	59883	62839	65646	66262	70816	72370	68711	59362
В том числе электростали	13361	12420	10407	8230	6501	6619	6205	6215	5584	6831	8711	8884	8997	10036	11572	13604	16269	19543	20020	16158
Производство проката черных металлов	63737	55125	46824	42718	35855	39035	38911	38793	35189	40877	46712	46903	48534	50673	53701	54661	58215	59612	56664	50799

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	2008	2009
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	32,1	27,4

Выбросы CO_2 от производства ферросплавов (2.C.2)

Оценка выбросов CO_2 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.

В 2011 г., в соответствии с рекомендациями Группы экспертов РКИК ООН по обзору национальных кадастров, выполнена оценка выбросов CO_2 от производства металлического кремния. Данные об объемах его производства в 1990-1999 гг. получены от исследовательской группы «Инфомайн». Для расчетов выбросов в 2000-2009 гг. использованы данные Росстата.

Для расчета выбросов использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию (табл. 2.17 (IPCC, 1996): 1,6 т.CO_2/т ферромарганца, 2,35 т. CO_2/т ферросилиция 50%, 1,3 т CO_2/т. феррохрома, 1,7 т CO_2/т. силикомарганца, 4,3 т CO_2/т. металлического кремния.

Выбросы CO_2, ПФУ от производства алюминия (2.C.3)

Выбросы CO_2. Оценка выбросов CO_2 от производства алюминия производилась по методике уровня 1b (IPCC, 1996). Использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию: 1,8 т CO_2/т выплавленного алюминия для производства с использованием технологии Содерберга, и 1,5 т.CO_2 /т. алюминия для технологии с предварительно обожженными анодами (IPCC, 1996).

В кадастре выбросов 2011 г. использовались уточненные данные ОК «РУСАЛ» об объемах выплавки первичного алюминия в 1990-2005, 2008 гг. по технологиям Содерберга и предварительно обожженных анодов, что привело к перерасчету выбросов CO_2. Данные по выплавке первичного алюминия в период 1990-2009 гг. приводятся в таблице 4.41 по данным федеральной статистики (Российский… 1998, 2004-2007; 2008, 2009, 2010, Промышленность… 2005).

Данные о производстве первичного алюминия с применением различных технологий на алюминиевых заводах компании «РУСАЛ» получены от компании «РУСАЛ» и приводятся в таблице 4.42.

Выбросы ПФУ. Оценка выбросов перфторуглеродов CF_4 и C_2F_6 от производства первичного алюминия выполнена с использованием методики уровня 2 (IPCC, 2000). Расчет был выполнен на основе данных об объемах производства алюминия, используемой технологии, частоте и средней продолжительности анодных эффектов, предоставленных компанией «РУСАЛ». Для 2006-2009 гг. эти данные детализированы для всех цехов каждого из 13 алюминиевых заводов, работающих на территории Российской Федерации. Для периода 1990 – 2005 гг. данные предоставлены по каждому из заводов в целом.

Для каждой технологии производства алюминия рассчитывались коэффициенты выбросов с использованием данных о частоте и средней продолжительности анодных эффектов и угловых коэффициентов по умолчанию (IPCC, 2000).

Данные о частоте и продолжительности анодных эффектов в 1990-2005 гг. отсутствуют для Красноярского алюминиевого завода, но известно, что удельные выбросы CF_4 и C_2F_6 от производства первичного алюминия в 2007 г. снизились на 82% по сравнению с 1990 г. (информация с сайта компании «РУСАЛ»). Эта информация была использована для оценки коэффициентов выбросов ПФУ на КрАЗе в 1990-2005 гг. и для формирования согласованного временного ряда данных.

Динамика изменения выбросов перфторуглеродов на алюминиевых заводах Российской Федерации в 1990-2009 гг. представлена в таблице 4.43.

Снижение на 16% в 2002 г. выбросов ПФУ при производстве первичного алюминия связано с оснащением в 2002 г. всех электролизеров Саяногорского алюминиевого завода системой автоматической подачи глинозема.

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	2008	2009
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	155,5	87,8
Ферросилиций, в пересчете на 45% содержание кремния	633	537	490	503	359	372	461	498	494	601	672	707	702	761	724	742	892	896	846	765
Феррохром 60%	476	505	428	292	343	354	135	248	218	267	294	235	232	352	454	584	554	528	490	378
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	83,4	114,7
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	66,5	43,1
Металлический кремний	48	48	48	49	49	41	37	43	28	38	63	73	67	62	61	58	56	57	57	24

Оценка выбросов CO, NO_x и SO_2 выполнена по методике (IPCC, 1996) с использованием коэффициентов эмиссии по умолчанию (табл. 2-21), равных для технологии с предварительно обожженными анодами – 535 кг CO/тонну алюминия, 2,15 кг NO_x/ тонну и 15,1 кг SO_2/ тонну, и для технологии Содерберга – 135 кг CO /тонну алюминия, 2,15 кг NO_x/ тонну и 14,2 кг SO_2/ тонну.

Кроме того, специалистами компании РУСАЛ совместно с экспертом Международного Института Алюминия Джерри Марксом были проведены измерения[21] 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 C_2F_6/CF_4 в выбросах для технологий, применяемых на КрАЗе. Эти данные (табл. 4.39) были использованы для оценки выбросов по методике уровня 3b (IPCC, 2000).

Результаты сопоставления расчетов по методике уровня 3b и 2 приводятся в таблице 4.40. 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.

Таблица 4.39

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 4.40

Сопоставление результатов расчета выбросов CF_4 и C_2F_6 от производства алюминия на КрАЗе в 2006 - 2007 гг. по методикам уровня 2 и 3b (IPCC, 2000), Гг CO_2-экв

	CF_4		C_2F_6	
	2006	2007	2006	2007
Метод уровня 3b	488,0	356,0	34,6	23,7
Метод уровня 2	692,2	625,6	54,3	48,8

[21] [21] 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.

Таблица 4.41

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	2008	2009
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	105,8	91,1

Таблица 4.42

Доля использования различных технологий в производстве первичного алюминия в Российской Федерации в 1990-2009 гг.,%

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS)	74,4	72,8	73,2	72,5	73,6	72,8	72,1	72,0	71,4	69,6	69,1	68,7	68,1	67,1	66,4	66,0	66,5	63,8	61,2	63,2
Электролизеры Содерберга с боковым токоподводом (HSS)	15,8	15,8	15,7	14,8	14,0	13,8	13,6	13,6	14,0	13,7	13,8	13,7	14,0	13,6	13,2	13,0	12,6	12,0	11,4	6,8
Электролизеры с предварительным обжигом анодов без применения АПГ и периферийной загрузкой (SWPB)	9,8	11,4	11,1	12,7	12,5	13,4	14,2	14,3	14,5	15,2	15,6	14,3	1,9	2,1	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,0
Электролизеры с предварительным обжигом анодов с применением АПГ и центральной загрузкой (CWPB)	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	1,4	1,5	3,3	16,0	17,1	17,7	18,4	18,3	21,8	25,1	28,0

Таблица 4.43

Выбросы перфторуглеродов на заводах Российской Федерации, Гг СО2 экв.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
БАЗ	886	837	688	824	644	608	538	281	313	315	401	332	422	350	343	333	347	342	303	198
БрАЗ	1440	1746	1862	1587	1733	1929	1598	1374	1378	1103	1297	1280	1092	1019	1058	1153	1190	1085	913	752
ВАЗ	514	450	176	242	114	82	97	74	101	163	182	166	167	137	138	166	153	95	103	53
ВгАЗ	819	760	747	698	647	681	519	354	332	346	380	316	239	241	200	159	155	153	157	5
ИркАЗ	931	892	816	1079	790	649	598	634	846	793	751	707	564	525	440	557	366	323	345	162
КАЗ	156	180	186	169	191	180	199	137	124	156	105	108	105	98	108	100	121	102	80	81
КрАЗ	2979	2756	2680	2534	2326	2335	2262	2111	1883	1803	1658	1532	1388	1281	1145	970	747	674	662	363
НАЗ	448	363	329	271	264	255	224	141	148	137	152	110	110	93	85	101	131	114	85	81
НкАЗ	925	1143	1212	1014	789	943	851	743	591	539	528	458	400	360	344	361	380	371	368	271
САЗ	1911	2674	2012	2023	2637	1890	1448	1104	970	1231	1343	1160	633	463	634	366	183	126	132	116
УАЗ	646	594	376	344	335	450	434	458	452	402	425	357	338	297	380	322	296	238	264	137
ХАЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	73	14
Алюком-Тайшет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	18	19	17	14	13	41

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» – в 4 раза для CF_4 и в 6-7 раз для C_2F_6.

Выбросы гексафторида серы при производстве магниевых сплавов

В предыдущих кадастрах выбросы SF_6 оценивались по методике и с использованием коэффициента эмиссии МГЭИК (IPCC, 1996). При этом учитывалось, что для выплавки магниевых сплавов используются три технологии: выплавка под флюсом, выплавка в атмосфере инертного газа и выплавка в атмосфере SF_6. Ввиду отсутствия данных о доле каждой из технологий в общем объеме выплавки, принималось что доля процесса с использованием SF_6 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 1990-2009 гг. SF_6 в России в условиях производства не использовался. В настоящем кадастре для выбросов SF_6 в период 1990-2009 г. принята оценка NO (не происходят).

4.4.3 Оценка и контроль качества, перерасчеты выбросов парниковых газов и планируемые усовершенствования

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

В субсекторе 2.C в 2011 г. были выполнены следующие перерасчеты:

– Уточнены выбросы CO_2 от производства стали на ОЭМК для всего временного ряда с использованием данных предприятия о содержании углерода в электродах (2.C.1.1.);
– В соответствии с рекомендацией международной группы экспертов по проверке национальных кадастров выбросов парниковых газов выполнена оценка выбросов CO_2 от производства металлического кремния (2.C.2)
– В соответствии с рекомендацией международной группы экспертов по проверке национальных кадастров выбросов парниковых газов выполнен перерасчет выбросов перфторуглеродов от производства первичного алюминия в соответствии с методикой 2 уровня (IPCC, 2000) для всего временного ряда (2.C.3)

Планируемые усовершенствования

В настоящее время в субсекторе 2.C усовершенствования не планируются.

4.4.4 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.C оценка неопределенностей выбросов CO_2, CH_4 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 CO_2 от этого источника составляет – около 8,5%.

Производство кокса. Неопределенность данных Росстата об объемах производства кокса составляет 3%. Неопределенность принятых по умолчанию коэффициентов выбросов метана – 25% (IPCC, 2006). Таким образом неопределенность оценок выбросов метана полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов CH_4 и составляет 25%.

Производство ферросплавов. Неопределенность данных Росстата об объемах производства ферросплавов составляет 3%. Неопределенности, связанные с использованием коэффициентов выбросов CO_2 по умолчанию значительно выше и составляют 37,5% (IPCC, 2006). Суммарная неопределенность оценки выбросов от производства ферросплавов по результатам расчетов составляет от 24 до 30%.

Производство первичного алюминия. Для этого источника оценивались неопределенности как для выбросов CO_2, так и для выбросов перфторуглеродных соединений. По результатам расчетов неопределенность выбросов CO_2 от производства алюминия составляет 10,5%. Неопределенность коэффициентов выбросов – 10% (IPCC, 2006), неопределенность данных о производстве первичного алюминия – 3%.

Для метода уровня 2 неопределенность оценки выбросов CF_4 и C_2F_6 рассчитывается на основе значений неопределенности данных о производстве алюминия и неопределенности значений углового коэффициента для различных технологий производства алюминия. Неопределенность заводских данных о производстве алюминия составляет 1% (IPCC, 2006), неопределенность частоты и длительности анодных эффектов невелика (IPCC, 2006) и принята равной 20%. В расчетах используются значения неопределенности угловых коэффициентов «по умолчанию» (IPCC, 2000, 2006).

В результате расчетов получены значения неопределенности оценки выбросов CF_4 и C_2F_6 для метода уровня 2 в 2006 – 2009 гг. – 5-7%, что объясняется высокой степенью детальности исходных данных, используемых для расчета выбросов ПФУ.

Неопределенность оценки выбросов CF_4 и C_2F_6 для метода уровня 2 в 1990-2005 гг. составляет 15 – 20%.

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 4.44.

Кроме того, оценивались выбросы NO_x, CO и SO_2 от целлюлозно-бумажной промышленности.

4.5.2 Методика расчетов

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

Для пищевой промышленности проводилась оценка выбросов НМЛОС от производства сахара, маргарина, мяса, птицы, рыбы, хлеба и хлебобулочных изделий. В расчетах использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию (табл. 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, 2009). Коэффициенты эмиссии НМЛОС в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.45. Данные Росстата об объемах производства в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.46.

Таблица 4.44

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	2008	2009
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	130,2	118,8
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	191,1	178,3
Целлюлозно-бумажная промышленность	17,3	14,9	13,5	10,6	8,3	10,8	8,1	8,6	9,2	12,3	14,2	14,9	16,0	16,5	17,0	17,5	17,8	18,1	17,9	17,0
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	339,1	314,1

Таблица 4.45

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 4.46

Производство отдельных видов пищевой продукции в Российской Федерации в 1990-2009 гг.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Сахар-песок, тыс. т																			
3758	3425	3923	3918	2736	3155	3294	3778	4745	6808	6077	6590	6167	5841	4828	5600	5833	6112	5873	5023
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	64,2	64,2
Товарная пищевая рыбная продукция, включая консервы рыбные, млн. т																			
4,3	3,7	3,3	2,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1	3,0	3,0	3,0	3,4	3,5	3,8	3,7	3,9
Мясо, включая субпродукты 1 категории, тыс. т																			
6484	5700	4686	3970	3224	2370	1900	1510	1315	1113	1194	1284	1456	1677	1776	1857	2185	2561	2899	3380
Колбасные изделия, тыс. т																			
2283	2077	1547	1493	1545	1293	1296	1147	1087	948	1052	1224	1468	1700	1865	2014	2198	2411	2454	2238
Мясные полуфабрикаты, тыс. т																			
1075	873	390	393	352	268	255	226	219	198	244	338	409	599	772	987	1093	1254	1451	1538
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	718	614
Маргариновая продукция, тыс. т																			
808	627	560	438	278	198	200	222	239	379	462	515	536	542	560	642	664	752	762	693
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	7,5	7,2

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, 2009, 2010). 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 1990-2009 гг. приводятся в таблице 4.47.

Выбросы НМЛОС NOx, CO и SO_2 от целлюлозно-бумажной промышленности(2.D.1)

Оценка выбросов НМЛОС, NOx, CO и SO_2 от целлюлозно-бумажной промышленности проводилась по методике МГЭИК (IPCC, 1996). В расчетах использовались статистические данные об объемах производства целлюлозы, а также данные об объемах производства целлюлозы способом сульфатной варки, полученные из базы данных Росстата. Данные о производстве целлюлозы приводятся в таблице 4.48.

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 SO_2/ 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, перерасчеты выбросов парниковых газов и 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.E)

4.6.1 Обзор

Для этого субсектора в кадастре 2011 г. проводилась оценка попутных выбросов трифторметана (ГФУ-23) при производстве хлордифторметана (ГХФУ-22) (2.E.1.1), а также оценка фугитивных выбросов при производстве других галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.E.2).

Результаты этой оценки приводятся в таблице 4.51.

В 2009 г. выбросы от этого субсектора составили 7185 Гг CO_2 – эквивалента, что составляет 24,3% уровня выбросов от этого субсектора в 1990 г.. В 2009 г. достигнут минимальный уровень выбросов от этого субсектора благодаря существенному сокращению попутных выбросов ГФУ-23 от производства ГХФУ-22 - основному источнику выбросов в данном субсекторе. Его доля в 2009 г. составила 90,6% суммарного выброса парниковых газов от субсектора. Следующим по значимости источником выбросов в субсекторе является производство гексафторида серы (9,0% суммарного выброса от субсектора в 2009 г.).

Таблица 4.47

Производство алкогольных напитков в Российской Федерации в 1990-2009 гг., млн. декалитров

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Пиво	336	333	279	247	218	213	208	261	336	445	516	638	703	755	838	910	1001	1147	1140	1091
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	50,3	50,1
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	3,9	4,2
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	20,8	19,4
Коньяки	5,9	3,7	1,8	1,7	1,8	0,9	1,2	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,7	3,5	3,9	4,5	6,4	8,1	9,9	12,6
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	122	113

Таблица 4.48

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	2008	2009
Всего	7525	6400	5676	4403	3314	4197	3075	3164	3210	4225	4960	5272	5579	5764	5922	6001	6008	5973	5913	5487
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	4827	4597

4.6.2 Методика расчетов

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

В кадастре 2011 г. оценка выбросов ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22 проводилась по методике уровня 2 МГЭИК (IPCC, 2006) для всего временного ряда с учетом детальных данных об объемах производства, сбора и улавливания попутного ГФУ-23, а также данных о выходе ГХФУ-22 по углероду и фтору, собранных Министерством промышленности и торговли на заводах-производителях. В Российской Федерации ГХФУ-22 производится на трех химических комбинатах: ОАО «Галоген», ООО «Завод полимеров КЧХК», ВОАО «Химпром». Расчет коэффициентов выбросов для каждого предприятия проводился по уравнениям 3.32 и 3.33, с учетом выхода ГХФУ-22 по углероду и фтору. При расчетах выбросов ГФУ-23 коэффициент выбросов принимался равным среднему арифметическому значений коэффициентов выбросов, рассчитанных по углероду и по фтору. Коэффициент, относящий потерю выхода основного продукта к количеству ГФУ-23, принимался равным 1 (по умолчанию). Выход ГХФУ-22 по углероду и фтору, а также рассчитанные по этим данным коэффициенты выбросов ГФУ-23 приводятся в таблице 4.53. В настоящее время нет данных о выходе ГХФУ-22 по углероду и фтору для ОАО «Завод полимеров КЧХК» в 1990 – 2001 гг. и для ВОАО «Химпром» - в 2001 – 2002 гг.. Для оценки выбросов для этого периода времени использовались коэффициенты выбросов, рассчитанные для ОАО «Завод полимеров КЧХК» в 2002 г. и для ВОАО «Химпром» в 2003 г.

Данные об объемах производства ГХФУ-22, сбора и улавливания ГФУ-23 в Российской Федерации приводятся в таблице 4.49. В 2011 г. уточнены данные об объемах производства ГХФУ-22 в 2002 – 2006 гг. и об объемах сбора и улавливания ГФУ-23 в 2007 – 2008 гг.

В результате проведенного перерасчета увеличение выбросов ГФУ-23 по сравнению с оценками, полученными по методу уровня 1 МГЭИК, в 1990-1994 гг. составило около 100%, в 1995 – 2002 гг. – 62 – 84%, в 2004 – 2008 гг. – менее 20%.

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

В период 1990-2009 гг. на предприятиях России производились следующие фторированные соединения:

ГФУ: 1. трифторметан (ГФУ-23)
2. пентафторэтан (ГФУ-125)
3. дифторэтан (ГФУ-152а)
4. гептафторпропан (ГФУ-227еа)

ПФУ: 1. тетрафторметан (CF_4)
2. октафторпропан (C_3F_8)
3. октафторциклобутан (с-C_4F_8)

Производился также гексафторид серы (SF_6).

Таблица 4.49

Производство ГХФУ-22, сбор и улавливание попутного ГФУ-23 в 1990-2009 гг., т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Производство ГХФУ-22[1)]	37054	36107	26515	15991	14411	16591	14447	18624	21841	23882
Сбор и улавливание ГФУ-23	217	204	123	80	56	72	56	71	77	88
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство ГХФУ-22[1)]	29888	29113	21085	19737	28167	30203	28971	31145	31284	18773
Сбор и улавливание ГФУ-23	127	132	93	109	136	190	172	361	476	281

[1)]Данные Министерства промышленности и торговли

Данные по объемам производства ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990-2009 гг. собраны на предприятиях-производителях Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и представлены в таблице 4.50.

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 хладона.

Гексафторид серы (SF_6) повышенной чистоты в России производится на двух предприятиях: ООО «Завод полимеров КЧХК» и ОАО «Галоген». В 2011 г. получены детальные уточненные данные об объемах производства и удельных выбросах гексафторида серы на этих предприятиях для всего временного ряда данных. Эти данные были использованы для перерасчета фугитивных выбросов от производства гексафторида серы. Данные об удельных выбросах при производстве гексафторида серы приводятся в таблице 4.52.

Таблица 4.50

Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы в России, т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ГФУ-23	0	0	0	0	0	0,04	1,00	2,00	0,21	0
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	1,06	21,37	63,52	92,66
ГФУ-152а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227еа	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	4,58
CF_4	31,56	30,36	17,97	12,75	42,40	72,24	138,56	86,90	82,56	242,74
C_3F_8	5,75	9,55	8,59	9,67	6,02	0,51	0	8,00	2,00	0
c-C_4F_8	46,92	37,56	12,78	0,55	6,10	1,70	4,01	47,92	72,68	71,84
SF_6	244,71	240,60	81,88	37,11	20,32	90,26	255,82	264,27	118,02	132,30
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ГФУ-23	0	12,14	22,05	19,04	32,58	28,61	29,69	15,48	20,27	4,18
ГФУ-125	189,00	245,44	343,81	640,40	1041,71	1222,70	577,53	363,76	815,27	815,27
ГФУ-152а	0	6,00	3,03	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227еа	0	3,00	6,76	10,45	23,49	15,40	4,97	0	27,95	27,95
CF_4	372,87	453,26	150,96	99,18	157,06	246,60	257,32	394,56	332,02	132,02
C_3F_8	17,00	37,00	50,00	116,54	66,51	16,20	15,20	18,09	54,70	64,00
c-C_4F_8	62,20	48,22	55,22	69,19	197,83	114,96	133,93	143,97	112,47	89,41
SF_6	162,76	257,60	336,65	405,07	514,48	849,58	1247,8	881,89	929,15	831,63

Таблица 4.51

Выбросы парниковых газов от производства галоидоуглеводородов и гексафторида серы в 1990-2009 гг., Гг CO_2-экв.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Попутные выбросы ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22																				
ГФУ-23	28410	27060	22284	14441	12216	12195	10735	14184	17178	17822	20869	19652	14806	10868	13492	14121	12077	10859	11015	6513
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	0,91	1,19	0,24
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	5,09	11,41	11,41
ГФУ-152а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,002	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227еа	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	0,41	0,41
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	12,82	10,79	4,29
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	0,63	1,91	2,24
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	6,26	4,89	3,89
SF_6	1193	1081	341	154	84	397	1033	1030	820	654	667	836	906	1057	1184	1247	1253	1266	693	650
Итого	29606	28144	22626	14596	12303	12594	11773	15219	18005	18488	21554	20510	15727	11946	14709	15401	13355	12151	11738	7185

Таблица 4.52

Удельные выбросы при производстве гексафторида серы по данным предприятий-производителей в 1990 – 2009 гг, %

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ОАО «Галоген»																			
20,4	18,8	17,4	17,4	17,4	18,4	16,9	16,3	30,9	25,5	22,1	29,2	18,3	13,3	11,3	4,9	1,9	2,0	3,7	2,3
ООО «Завод полимеров КЧХК»																			
-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	1	0,9	2	3,2	7,2	7,4	7,6	8,3	14,6	2,2	4,8

Таблица 4.53

Коэффициенты попутных выбросов ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ОАО «Галоген»																				
Выход ГХФУ-22 по углероду,%	91,9	91,4	88,3	87,7	90,3	94,4	95,3	94,3	93,8	94,6	95,7	97,1	96,1	96,5	95,2	95,1	95,3	95,6	94,4	94,5
Выход ГХФУ-22 по фтору,%	86,7	88,9	87,3	82,4	83,8	88,1	87,7	87,3	85,7	88,5	90,2	91,1	91,1	90,2	89,7	89,8	90,1	89,8	89,5	89,2
Коэффициент выбросов ГФУ-23	0,069	0,065	0,082	0,097	0,083	0,055	0,052	0,057	0,064	0,053	0,044	0,036	0,040	0,041	0,047	0,047	0,046	0,045	0,051	0,051
ООО «Завод полимеров КЧХК»																				
Выход ГХФУ-22 по углероду,%													93,2	94,2	96,4	97,1	97,8	97,6	96,8	97,4
Выход ГХФУ-22 по фтору,%													83	88,3	90,4	88,8	90,2	90,8	90,5	89,9
Коэффициент выбросов ГФУ-23	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,055	0,041	0,042	0,035	0,035	0,039	0,038
ВОАО «Химпром»																				
Выход ГХФУ-22 по углероду,%														85,1	83,2	84,7	86	85,6	83,2	68,5
Выход ГХФУ-22 по фтору,%														78,4	76,1	78,9	79,9	78,5	79,9	65,9
Коэффициент выбросов ГФУ-23												0,119	0,119	0,119	0,133	0,119	0,111	0,116	0,122	0,220

4.6.3 Оценка и контроль качества, перерасчеты выбросов парниковых газов и планируемые усовершенствования

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

В субсекторе 2.E в 2011 г. были выполнены следующие перерасчеты:

– В соответствии с рекомендацией международной группы экспертов по проверке национальных кадастров выбросов парниковых газов выполнен перерасчет попутных выбросов ГФУ-23 от производства ГХФУ-22 (2.E.1.1) с использованием методики уровня 2 МГЭИК (IPCC, 2006). Перерасчет выполнен с использованием уточненных данных о деятельности (объемах производства ГХФУ-22 и объемах сбора и улавливания ГФУ-23) и технологических данных, собранных на предприятиях – производителях ГХФУ-22.

– Выполнен перерасчет фугитивных выбросов от производства SF_6 с использованием коэффициентов выбросов и данных об объемах производства, полученных от предприятий.

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 2 составляет около 28% с учетом 3% неопределенности данных о производстве ГХФУ-22, 10% неопределенности данных о сборе и улавливании ГФУ-23 и 20% неопределенности расчета коэффициентов выбросов ГФУ-23 (IPCC, 2006).

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

Неопределенность выбросов при производстве гексафторида серы, рассчитанных с использованием коэффициентов выбросов, полученных от предприятий-производителей, существенно ниже и, вероятно, не превышает 20%.

4.7 Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы

4.7.1 Обзор

Для этого субсектора проводилась оценка выбросов гидрофторуглеродов и перфторуглеродов, используемых для кондиционирования воздуха и охлаждения (2.F.1), во вспененных пластиках (2.F.2), для противопожарной защиты (2.F.3), в аэрозолях (2.F.4), в электронной промышленности (2.F.7), в других областях применения (2.F.6), а также выбросы SF_6 при использовании гексафторида серы в электрооборудовании (2.F.8). Результаты этой оценки приводятся в таблице 4.54.

Выбросы от субсектора «Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы» в 2009 г. составили 4256 Гг CO_2-эквивалента, что в 132 раз больше выбросов в этом субсекторе в 1990 г. Основным источником выбросов является «Кондиционирование воздуха и охлаждение» (2.F.1). Его доля в 2009 г. составила 81,9% суммарных выбросов в этом субсекторе. Следующими по значимости источниками выбросов ГФУ и ПФУ являются противопожарная защита, использование ГФУ в аэрозолях и дозированных ингаляторах и использование SF_6 в электротехническом оборудовании, с долей выбросов в 2009 г. 7,1%, 4,1% и 3,3% соответственно.

На долю ГФУ приходится 92,8% выбросов от субсектора. Доля выбросов ПФУ и SF_6 составляет 3,9% и 3,3% соответственно.

Таблица 4.54

Выбросы от использования ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в1990-2009 гг., Гг CO_2-экв.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	172,98	168,38	177,68
ГФУ - 32	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,04	0,09	0,23	0,59	1,76	4,81	8,85	21,07	33,77	43,70	51,18
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,55	1,34	3,28	8,02	18,60	42,85	96,34	176,83	312,16	485,98	623,03	676,80
ГФУ-134а	0	0	2,96	9,42	19,28	32,43	53,99	82,68	117,66	164,93	201,84	274,54	379,89	475,09	600,64	754,44	978,25	1297,72	1677,50	1834,88
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	0,004	0,025
ГФУ-143а	0	0	0	0	0	0	0	0,30	1,62	2,48	5,17	11,61	25,83	59,87	124,81	240,63	389,38	570,83	715,06	743,12
Итого ГФУ	0	0	2,96	9,42	19,28	32,43	53,99	83,14	119,85	168,79	210,39	307,24	456,36	631,43	914,60	1304,86	1857,88	2561,27	3227,67	3483,68
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	119,12	91,67
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	116,51	158,68	184,83
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	10,48	12,65
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	123,85	169,16	197,48
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	78,40	89,37	106,52
Аэрозоли																				
ГФУ-134а								9,75	19,5	29,25	39,00	48,75	58,5	68,25	78,00	87,75	97,50	107,25	117,00	117,00
ГФУ_152а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,42	0,63	0,21	0	0	0	7,00	7,00	0,74
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	58,77	57,50
Итого ГФУ	0	0	0	0	0	0	0	9,75	19,50	29,25	39,00	50,39	63,09	75,45	91,78	112,19	131,07	158,30	182,77	175,24
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	0,52	0,60
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	0,34	29,44	3,43
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	0,73	63,42	7,38
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	28,46	32,25	48,70
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	29,53	125,11	59,51
Использование в электротехническом оборудования																				
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	138,11	141,09
Итого от использования ГФУ, ПФУ и гексафторида серы.																				
	32,29	35,68	32,51	37,34	50,32	66,85	87,63	167,20	208,88	280,57	350,39	494,51	652,84	948,25	1255,52	1739,22	2379,74	3199,65	4051,83	4255,80

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 1996-2009 гг. получены на основании анализа статистических данных внешней торговли РФ. Данные об экспорте, импорте и производстве галоидоуглеводородов и гексафторида серы приводятся в таблицах 4.55, 4.56.

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 1992-1998 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 службы которых составляет 12 лет (IPCC, 2006). Поэтому в 2004-2009 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 2011 г. по методу уровня 2a МГЭИК оценивались выбросы ГФУ от бытового холодильного оборудования, стационарных и автомобильных систем кондиционирования воздуха, коммерческого и промышленного охлаждения. По методу уровня 2a оценивались выбросы наиболее широко используемых в системах охлаждения и кондиционирования воздуха хладагентов: ГФУ-134a, ГФУ-404a, ГФУ-407c, ГФУ-410a, ГФУ-507. Доля выбросов, оцененных по методике уровня 2a МГЭИК, составляет около 95% суммарного выброса от систем охлаждения и кондиционирования воздуха.

Выбросы по методу уровня 1a/b МГЭИК оценивались 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-402a,b, ГФУ-407a,b, ГФУ-408a, и др., а также выбросы от используемых в системах промышленного и коммерческого охлаждения хладагентов - ГФУ-23, ГФУ-143a. В кадастре выбросов 2011 г. уточнены выбросы от использования ГФУ-402a,b.

Для смесевых хладагентов значения выбросов пересчитывались в выбросы ГФУ, 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 2005 г.

Таблица 4.55

Производство, экспорт и импорт ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990-2009 гг., т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	15,48	20,27	4,18
экспорт							4,00	0	3,90	17,26	4,8	0	2,54	0	0	0,04	0	0	0	0
импорт							0	0	0,03	0,33	0	0,05	0,00	4,81	9,12	18,26	19,24	22,60	0	28,64
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	363,76	815,27	815,27
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	152,08	644,66
импорт							0	0	1,17	0	0	0	0	0	0	135,08	74,70	73,21	131,43	353,06
ГФУ-152а																				
производство	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,00	3,03	0	0	0	0	0	0	0
экспорт							0	0	0	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00	0	10,56
ГФУ-227еа																				
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	27,95	27,95
экспорт								1,00	9,35	4,00	2,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,30	41,02	62,52	54,28	31,45
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	394,56	332,02	132,02
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	280,36	104,39
импорт							0,00	0,03	0,053	0	0,00	0,21	0,00	0	0	0,03	2,36	1,01	5,43	0,58
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	18,09	54,70	64,00
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	29,54	62,20
импорт							0	0	0,01	0	0,40	0	0	0	0	0,48	0	0	0	1,13
ПФУ-318с																				
производство	46,92	37,56	12,78	0,55	6,10	1,70	4,01	47,92	72,68	71,84	62,20	48,22	55,22	69,19	197,83	114,96	133,93	143,97	112,47	89,41
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	70,74	16,26
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	65,81	44,09	56,42
Гексафторид серы																				
производство	244,71	240,60	81,88	37,11	20,32	90,26	255,82	264,27	118,02	132,30	162,76	257,60	336,65	405,07	514,48	849,58	1247,83	881,89	929,15	831,63
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	507,39	701,46
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	26,84	85,66

Таблица 4.56

Импорт и экспорт ГФУ и хладоновых смесей в 1996-2009 гг., т

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	2,08	0,46
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	1803,90	1287,75
ГФУ-143а														
экспорт	0	0	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	0,7	0
R-401a														
экспорт	0	0	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	0	7,91
R-401b														
экспорт	0	0	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	0	0
R-402a														
экспорт	0	0	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	0	0
R-402b														
экспорт	0	0	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	0	0
R-404a														
экспорт	0	0	0	0	0,41	0,04	0	0	0	1,72	0	0,20	1,13	0
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	874,64	784,33
R-407a														
экспорт	0	0	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	0	0
R-407b														
экспорт	0	0	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	0	0
R-407c														
экспорт	0	0	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	35,74	100,62
R-408a														
экспорт	0	0	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	0	0
R-410a														
экспорт	0	0	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	61,24	34,03
R-507														
экспорт	0	0	0	0,55	0	0	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	25,74	30,82
R-510														
экспорт	0	0	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	0	2,66
Смесь ГФУ-134а и ГФУ-152а														
экспорт	0	0	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	0	0
Смесь ГФУ-134а и ГФУ-125														
экспорт	0	0	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	0	0
готовые смеси для холодильной техники														
экспорт	0	0	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	232,57	599,34
Сжиженный газ для холодильной техники (без наименования)														
экспорт	0	0	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	701,73	0

По методу уровня 2а МГЭИК (IPCC, 2006) оценивались выбросы от использования ГФУ-134а в бытовых холодильниках российского производства. Использование ГФУ-134а в производстве бытовых холодильников в незначительных количествах начинается в 1995 г.

Информация об объемах производства и экспорта бытовых холодильников с ГФУ-134а и о количестве ГФУ-134а, использованного для их производства, собрана на заводах-производителях бытовых холодильников. ГФУ-134а используется для производства бытовых холодильников на следующих заводах-производителях бытовой холодильной техники: «Аристон-Индезит-Стинол» г. Липецк, «Бирюса» г. Красноярск (ГФУ-134а не используется с 2009 г.), «СЭПО-ЗЭМ» г. Саратов, «Айсберг» г. Смоленск, «Океан» г. Уссурийск, «Московский завод домашних холодильников» г. Москва и с 2008 г. "LG Electronics RUS" Московская область

В настоящее время нет информации о хладагентах, использовавшихся для производства для 2-15% (в разные годы) бытовых холодильников в период 1996-2009 гг., от суммарного объема производства бытовых холодильников в России. Для оценки выбросов ГФУ-134а предполагалось, что доля бытовых холодильников с ГФУ-134а для холодильников с отсутствием информации о хладагенте равна доле холодильников с ГФУ-134а для бытовых холодильников, информация о хладагенте для которых имеется. Также учитывалась и доля экспорта бытовых холодильников с ГФУ-134а. Данные об суммарных объемах производства бытовых холодильников в России, объемах производства бытовых холодильников с использованием ГФУ-134а и объемах экспорта бытовых холодильников с ГФУ-134а приводятся в таблице 4.57. В кадастре выбросов парниковых газов 2011 г. уточнены данные о производстве и экспорте холодильников с ГФУ-134а в 2005-2008 гг.

Таблица 4.57

Производство бытовых холодильников и морозильников в 1990-2009 гг., тыс. шт.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Производство бытовых холодильников и морозильников[1)]	3773,8	3710,2	3184,1	3481	2662,4	1788,6	1063,6	1186,2	1042,7	1172,7
В том числе с использованием ГФУ-134а[2)]	0	0	0	0	0	7,4	310,1	639,7	838,9	817,4
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134а[2)]	0	0	0	0	0	0	13,7	27,8	43,9	56,2
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Производство бытовых холодильников и морозильников[1)]	1326,8	1719,4	1938,4	2217,9	2589,2	2778,5	2994,7	3539,2	3728,0	2750,2
В том числе с использованием ГФУ-134а[2)]	806,0	1117,1	1222,9	1318,0	1557,4	1579,7	1709,4	1871,5	1888,3	1315,9
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134а[2)]	81,0	122,1	186,9	189,8	279,8	354,8	498,1	506,9	424,5	291,3

[1)] Данные Росстата

[2)] 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 2011 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 2011 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 4.58. 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 банка хладагентов.

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

Оценка выбросов ГФУ-134а от автомобильных кондиционеров проводилась для легковых автомобилей в период с 1992 до 2009 гг. Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а 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-134а, которое тоже было учтено при оценке выбросов ГФУ-134а. Предполагалось, что 75% импортированных автомобилей, произведенных после 1993 г., и 65% собранных в Российской Федерации иномарок оснащены кондиционером с ГФУ-134а.

Средний срок службы автомобиля принимался равным 12 лет (IPCC, 2006), средний объем ГФУ-134а в системе автомобильного кондиционирования – 0,9 кг (IPCC, 2006).

При расчете затрат ГФУ-134а 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 4.59.

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 банка ГФУ-134а и 50% – выбросы при утилизации в конце срока службы автомобиля.

В кадастре выбросов парниковых газов 2011 г. по методу уровня 2а МГЭИК (IPCC, 2006) оценивались выбросы от использования ГФУ-134а, ГФУ-404а и ГФУ-507 в автономном коммерческом и выносном промышленном холодильном оборудовании. Данные о долях коммерческого и промышленного холодильного оборудования на разных хладагентах приводятся в таблице 4.60.

При расчете выбросов от автономного коммерческого оборудования использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 2006): 6% – выбросы от обращения с контейнерами, 1,7% – выбросы от первоначальной заправки оборудования и 1,5% – ежегодные выбросы от накопленного банка хладагентов. Средний срок службы оборудования принимался равным 13 лет (IPCC, 2006), средний объем хладагента в системе – 0,28 кг (экспертные данные).

Таблица 4.58

Использование различных хладагентов в разных типах нового климатического оборудования в 2000-2009 гг.,%

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Мобильные моноблоки										
ГФУ-410а	-	-	-	-	-	-	2,0	6,0	21,2	45,3
ГФУ-407с	-	3,0	21,0	42,0	61,0	74,6	87,0	82,8	66,6	44,7
ГХФУ-22	100,0	97,0	79,0	58,0	39,0	25,4	11,0	11,2	12,2	10,0
Бытовые сплит-системы										
ГФУ-410а	-	-	0,1	2,0	6,0	15,8	14,1	14,4	15,0	10,9
ГФУ-407с	-	-	0,1	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,01
ГХФУ-22	100,0	100,0	99,8	97,9	93,5	84,2	83,6	83,1	85,0	89,1
Полупромышленные сплит-системы										
ГФУ-410а	-	-	0,3	0,5	3,2	7,9	30,9	31,2	32,7	37,5
ГФУ-407с	-	-	0,4	0,7	2,4	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0
ГХФУ-22	100,0	100,0	99,3	98,8	94,4	91,4	68,8	68,8	67,3	62,5
Мультисплит-системы										
ГФУ-410а	-	-	2,0	7,0	11,3	23,1	53,8	52,0	60,5	86,5
ГФУ-407с	-	-	-	-	2,4	-	-	-	-	-
ГХФУ-22	100,0	100,0	98,0	93,0	86,3	76,9	46,2	48,0	39,5	13,5
Мини-VRF										
ГФУ-410а	-	-	-	-	55,0	84,2	91,4	88,6	85,7	84,0
ГФУ-407с	-	-	-	100,0	37,5	4,8	0,4	-	-	-
ГХФУ-22	-	-	-	-	7,5	11,0	8,2	11,4	14,3	16,0
Компрессорно-конденсаторные агрегаты										
ГФУ-410а	-	-	-	-	-	-	2,0	11,0	3,0	3,0
ГФУ-407с	10,0	35,0	60,0	75,0	83,0	86,0	87,0	82,0	91,0	91,0
ГХФУ-22	90,0	65,0	40,0	25,0	17,0	14,0	11,0	7,0	6,0	6,0
Чиллеры										
ГФУ-410а	-	-	-	0,1	0,5	0,4	2,3	6,9	7,5	10,0
ГФУ-407с	10,0	21,0	35,0	52,0	66,7	59,6	57,3	38,1	27,2	25,5
ГФУ-134а	25,0	22,0	20,0	19,0	22,7	30,8	31,7	47,5	63,2	61,6
ГХФУ-22	65,0	57,0	45,0	28,9	10,1	9,1	8,7	7,5	2,2	2,9

Таблица 4. 59

Парк легковых автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а и объем использования ГФУ-134а для обслуживания автомобильных кондиционеров в России в 1992-2009 гг

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а, тыс. шт.	16,88	52,64	105,89	175,85	268,91	394,19	558,83	806,98	965,95
Объем затрат ГФУ-134а для обслуживания автомобильных кондиционеров, т	0,00	2,28	7,11	14,29	23,74	36,30	53,22	75,44	108,94
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а, тыс. шт.	1 316,10	1 798,56	2 217,62	2 701,65	3 392,11	4 369,45	5 804,42	7 610,32	8 403,07
Объем затрат ГФУ-134а для обслуживания автомобильных кондиционеров, т	132,20	187,32	280,77	380,50	463,89	629,13	868,17	1148,68	1 201,54

Таблица 4.60

Использование различных хладагентов в разных типах коммерческого и промышленного холодильного оборудования в 1994-2009 гг.,%

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Автономное коммерческое холодильное оборудование российского производства																
ГФУ-404а						1	2	3	5	8	12	17	21	24	29	37
ГФУ-134а					1	4	9	12	15	19	21	23	26	27	28	30
ГХФУ-22	100	100	100	100	99	94	89	85	80	73	67	60	53	50	43	33
Импортное автономное коммерческое холодильное оборудование																
ГФУ-404а								0,9	3,1	7,8	13,0	18,6	23,2	25,8	31,0	38,0
ГФУ-134а			0,6	2,0	6,7	13,4	26,8	41,2	54,9	64,6	71,8	75,6	74,1	72,6	68,0	62,0
ГХФУ-22	100	100	99,4	98,0	93,3	86,6	73,2	57,9	42,0	27,2	14,4	4,9	1,7	0,4	0,0	0,0
ГФУ-507										0,4	0,7	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0
Промышленные системы с выносным холодом																
ГФУ-404а				0,5	0,9	1,8	3,6	7,3	14,5	24,2	37,3	48,5	57,0	60,0	63,0	66
ГФУ-134а	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	19,0	24,0	22,0	18,0	14,0	12,0	10,0	9,0	6
ГФУ-507											0,2	1,0	3,0	6,0	7,0	8,5
ГХФУ-22	98,0	96,0	94,0	91,5	89,1	86,2	80,4	73,7	61,5	53,8	44,5	36,6	28,0	24,0	21,0	19

При оценке выбросов от промышленных систем с выносным холодом количество установок, мощности и типы компрессоров определялись на основании анализа промышленной и таможенной статистики Российской Федерации. Учитывалась зависимость объема первоначальной заправки компрессора от его типа и мощности. Кроме того, учитывались дозаправки оборудования при авариях и в процессе планового обслуживания холодильного оборудования.

При расчете выбросов от промышленного холодильного оборудования использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 2006): 6% - выбросы от обращения с контейнерами, 1,7% - выбросы от первоначальной заправки оборудования. Средний срок службы оборудования принимался равным 23 года (IPCC, 2006). Коэффициент ежегодных выбросов от накопленного в оборудовании банка хладагентов принимался равным 7% (экспертные данные).

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 течение 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)

В кадастре выбросов парниковых газов 2011 г. по рекомендации международной группы экспертов по проверке выполнена оценка выбросов от использования импортных дозированных ингаляторов больными бронхиальной астмой. Выпускаемый в России дозированный ингалятор для лечения астмы – «Сальбутамол» производится с использованием ГХУ – 11,12 (информация получена в 2010 г. от производителей «Сальбутамола» - фармацевтических компаний «Алтайвитамины» и «Мосхимпрепараты»).

Импорт дозированных ингаляторов не учитывается таможенной статистикой Российской Федерации, поэтому оценки выбросов были выполнены на основе данных о количестве больных бронхиальной астмой. Количество больных с диагнозом бронхиальная астма в России – около 7 млн. человек, но только 1 млн. человек из них больны серьезно и получают постоянное лечение (Цой А.Н., Архипов В.В., 2007). Предполагалось, что доля больных, использующих импортные препараты, увеличивалась с 0% в 1996 до 50% в 2008-2009 гг.. Больные используют один дозированный ингалятор объемом 10 мл в месяц. Такой дозированных ингалятор содержит 15 г ГФУ-134а (НДК, Германия, 2010 г).

Выбросы от других областей использования ГФУ и ПФУ (2.F.6)

По данным маркетингового исследования в других областях используется 3% ГФУ-227еа и 40% ГФУ-23 (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007). Предполагается, что ГФУ-227еа используется в низкоэмиссионных приложениях, а ГФУ-23 скорее всего используется в качестве сырья для органического синтеза.

Оценка выбросов от использования ГФУ-23 в качестве сырья не проводилась, так как отсутствует методика расчета выбросов для такого вида использования ГФУ.

При расчете выбросов от использования ГФУ-227еа использовались коэффициенты выбросов по умолчанию – 1% от ежегодного потребления ГФУ-227еа в этой области использования (выбросы при производстве) и 2% от накопленного банка ГФУ-227еа (ежегодные утечки) (IPCC, 2000).

Выбросы от использования ПФУ в производстве полупроводников (2.F.7)

Выбросы оценивались по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2000). Расчет проводился по формулам 3.31 и 3.32 (IPCC, 2000). Использовались коэффициенты выбросов по умолчанию.

Для производства полупроводников в России используется 100% ПФУ-218, потребляемого в стране и 16% ПФУ-318 (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007).

Выбросы от использования гексафторида серы в электротехническом оборудовании (2.F.8)

Выбросы оценивались по методу уровня 2b МГЭИК (IPCC, 2000). Расчет проводился по формуле 3.17 (IPCC, 2000). Использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 2% от банка SF6, накопленного в существующем электротехническом оборудовании.

Использование элегазового оборудования в электрических сетях РАО «ЕЭС России» началось в 1989 г. Данные по общему количеству SF_6 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 4.61.

В кадастре выбросов парниковых газов 2011 г. учтено использование SF_6 в элегазовом электрооборудовании на Оскольском электрометаллургическом комбинате и на атомных электростанциях ОАО «Концерн Энергоатом». Эти данные также представлены в таблице 4.61.

Таблица 4.61

Общее количество SF_6 в электротехническом оборудовании, т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Электросети РАО «ЕЭС России»	4,2	8,3	12,5	16,7	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5	41,7
ОЭМК	15,5	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	0,1
Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Электросети РАО «ЕЭС России»	45,8	50,0	55,8	75,8	91,0	177,0	207,3	243,6	265,4	267,9
ОЭМК	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,6	15,6	15,6	15,6
АЭС ОАО «Концерн Энергоатом»	0,1	0,1	0,4	0,5	1,5	1,6	2,4	4,2	7,9	11,7

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.

В субсекторе 2.F в 2011 г. были выполнены следующие перерасчеты:

– В соответствии с рекомендацией международной группы экспертов по проверке национальных кадастров выбросов парниковых газов выполнена оценка выбросов ГФУ-134а от использования дозированных ингаляторов (2.F.4);

– Уточнены данные о производстве и экспорте бытовых холодильников в 2005 – 2008 гг., что привело к уточнению выбросов ГФУ-134а (2.F.1.1);

– Выполнена оценка выбросов от использования ГФУ-402a,b в промышленных холодильниках (2.F.1.4);

– Уточнены данные о деятельности и выбросы гексафторида серы от элегазового электрооборудования в 2008 г. (2.F.8).

Планируемые усовершенствования

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 (кусковой)
10. ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусковой 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 сырца 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. Пископпель 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. Российский статистический ежегодник 2008. Статистический сборник, Росстат, М.: 2009
32. Сементовский Ю.В., Минеральное сырье. Известняк. Справочник. Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1999
33. Сементовский Ю.В., Бобрикова Е.В. Минеральное сырье. Доломит. Справочник., Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1998
34. Сементовский Ю.В., Мясников Н.Ф., Рахматуллин Э.Х. Минеральное сырье. Мел. Справочник. Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1997
35. 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.
36. 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.
37. Снегов С. Технологическое отставание заводов угрожает их будущему. Финансовые известия, 1997, №48, с V.
38. Соколов Р.С. Химическая технология в 2 томах, «Гуманитарный изд. Центр ВЛАДОС», М.: 2003
39. Сосна М.Х., Алейнов Д.П. Модернизация азотной промышленности – требование времени, Химическая промышленность, N 5 2001 с. 7 – 9
40. Стрельцов А.Н., Шишов В.В. Справочник по холодильному оборудованию предприятий торговли и общественного питания, М., Издательский центр «Академия», 2006
41. ТУ 14-8-232-77 Доломит дробленный для производства конвертерных огнеупоров.
42. Цветков О.Б. Холодильные агенты в Киотском протоколе значатся, Холодильная техника, N 1 2005 с.8 – 11
43. Цой А.Н., Архипов В.В. Современный подход к ведению больных бронхиальной астмой, 2007
44. Шишкин А.В. Карбонатные породы. В сб. «Неметаллические полезные ископаемые СССР». Москва, Недра, 1984. с. 195 – 207.
45. Юсфин Ю.С., Леонтьев Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда. ИКЦ «Академкнига», М.: 2002, 469 с.
46. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-OECD-IEA. Paris. 1997.
47. IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-IGES-OECD-IEA. Japan. 2000.
48. National Inventory Report, p. 294 , Federal Environment Agency Germany, 2007
49. National Inventory Report, 2003-2007 APAT- Agency for Environmental Protection and Technical Services, Italy, 2008
50. National Inventory Report 2008 of the Republic of Lithuania, Vilnus

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 (0,03% в 2009 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 анастезии. Результаты расчетов представлены в таблицах 5.1 и 5.2.

В период 1990-2009 гг. выбросы N_2O в целом изменялись незначительно, обнаруживая слабую тенденцию к уменьшению до 1997 г. и тенденцию к возрастанию в период 1997-2009 гг. Что касается выбросов НМЛОС, выполненные оценки являются приблизительными и не позволяют делать выводы о тенденциях изменения выбросов во времени.

5.2 Использование красителей (3.A)

Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования красителей в промышленности, строительстве и домашнем хозяйстве оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве 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 (табл. 8.1.1 руководства EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2005) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2009 гг. (табл. 5.3).

5.3 Обезжиривание и химическая чистка (3.B)

Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования растворителей для обезжиривания и химической чистки оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве EMEP/CORINAIR (EEA, 2005). В этом методе используется средний коэффициент выбросов неметановых летучих органических соединений на душу населения, рассчитанный для европейских стран. Для оценки выбросов НМЛОС от использования растворителей для обезжиривания и химической чистки использовался коэффициент выбросов, равный 0,85 кг НМЛОС/на душу населения/в год (табл. 8.1.1 руководства EMEP/CORINAIR) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2009 гг. (табл. 5.3).

Таблица 5.1

Выбросы N_2O в секторе «Использование растворителей и другой продукции» в 1990-2009гг., Гг CO_2-экв.

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	543,7	557,6

Таблица 5.2

Выбросы НМЛОС в секторе «Использование растворителей и другой продукции» в 1990-2009 гг., Гг

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Использование красителей	665	667	668	669	668	668	667	666	665	664	661	658	655	653	649	646	642	640	639	639
Обезжиривание и химическая чистка	126	126	126	126	126	126	126	126	126	125	125	124	124	123	123	122	121	121	121	121
Прочие	982	986	988	988	987	988	986	984	983	981	977	973	968	964	959	954	949	946	944	944
Всего	1772	1780	1782	1783	1781	1782	1780	1776	1774	1770	1763	1756	1747	1740	1730	1722	1713	1707	1704	1703

Таблица 5.3

Численность населения Российской Федерации в 1990-2009 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	2008	2009
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	142,0	141,9

– 161 –

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 EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 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.

5.5 Прочие (3.D)

Выбросы N_2O в этом субсекторе относятся к источнику 3.D.1 – использование N_2O для анестезии.

Выбросы оценивались исходя из предположения, что весь использованный в медицине N_2O выделяется в атмосферу в ходе проведения наркоза. Таким образом, выброс N_2O равен его потреблению. Данные об использовании N_2O не собираются российской статистикой, поэтому для проведения оценки, использовались данные о ежегодной потребности медицинских учреждений в N_2O, предоставленные Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации для 1997-2000 гг.. Для тех лет, для которых эти данные отсутствуют, потребность в N_2O оценивалась исходя из количества сделанных в этом году хирургических операций (принималось, что потребность в N_2O пропорциональна общему числу хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах (Здравоохранение, 1996, 2001, 2006)). Число операций приведено в табл. 5.6. Число операций за 2005 - 2009 гг. получено из базы данных Росстата.

Неопределенность оценок выбросов оценивается в пределах ± 40%. Контроль качества производился путем сравнения значений оценок выбросов за разные годы.

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

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. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2005)

Таблица 5.5

Выбросы НМЛОС от полиграфической промышленности, использования клеев и адгезивов, бытового использования и прочих применений растворителей, Гг

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Полиграфическая промышленность	96	96	97	97	96	97	96	96	96	96	95	95	95	94	94	93	93	92	92	92
Использование клеев и адгезивов	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	88	88	87	87	87	86	86	85	85	85
Бытовое использование растворителей	266	267	267	267	267	267	267	266	266	266	264	263	262	261	260	258	257	256	256	255
Прочие применения	532	534	535	535	534	535	534	533	532	531	529	527	524	522	519	517	514	512	511	511

Таблица 5.6

Количество хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах, в Российской Федерации в 1990 -2009 гг., тыс. операций

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Количество операций	9223	8685	8563	8386	8472	8403	8386	8346	8496	8465	8587	8751	8729	8747	8782	8735	8736	8891	8928	9157

– 163 –

6. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО (СЕКТОР 4 ОФД)

6.1 Обзор по сектору

В 2009 году суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора Российской Федерации составили 142 372 Гг CO_2-экв., что соответствует 44,9% уровня 1990 года (317 287 Гг CO_2-экв.). В 2009 году вклад закиси азота (N_2O) в общие сельскохозяйственные выбросы был более чем в два раза выше (68,1%) вклада метана (CH_4) - 31,9%. К наиболее значимым источникам в аграрном секторе РФ относятся прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (54 592 Гг CO_2-экв.) и выбросы CH_4 при внутренней ферментации домашних животных (39 880 Гг CO_2-экв.). В течение периода 1990-2009 гг. прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель сократился на 46,6%, а выброс метана от процессов внутренней ферментации животных на 59,5%.

Снижение выбросов парниковых газов связано с уменьшением поголовья скота и численности птицы в сельском хозяйстве страны (рис. 6.1), а также сокращением посевных площадей в стране (рис. 6.2) и норм вносимых минеральных удобрений (рис. 6.3), как результат экономических преобразований аграрного сектора и страны в целом. В среднем поголовье скота и птицы сократилось на 42,9% по сравнению с уровнем 1990 года. Площадь культивируемых земель в России за период с 1990 по 2009 год уменьшилась на 30,3% или 40,2 млн. га. Внесение минеральных азотных удобрений сократилось на 70,6%, что соответствует снижению поступления азота в сельскохозяйственные почвы на 3,0 млн. тонн. Все указанные показатели агропромышленной деятельности имеют тенденцию к постепенному снижению в течение всего рассматриваемого периода, включая последние годы.

Ниже приводится подробное рассмотрение выбросов CH_4 и N_2O и методологий их оценки за 2009 год в аграрном секторе Российской Федерации от следующих источников:

– внутренняя ферментация домашних животных (категория 4A МГЭИК);
– системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (категории 4Ba и 4Bb);
– рисовые поля (категория 4C);
– прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (категория 4D1);
– навоз пастбищ и выпасов (категория 4D2);
– косвенный выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель (категория 4D3).

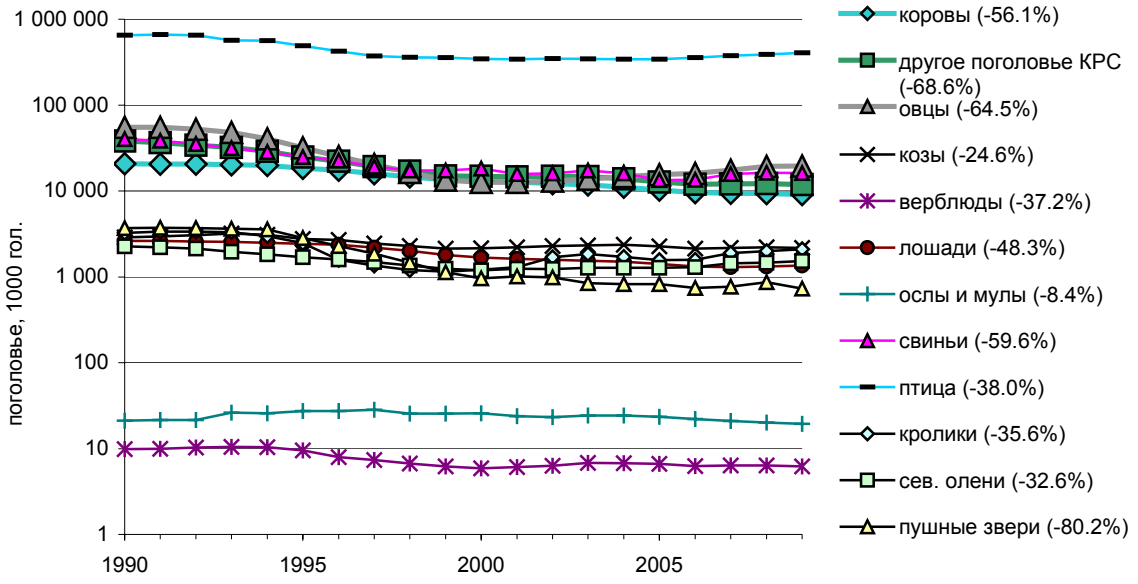


Рис. 6.1. Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий с 1990 по 2009 годы (на 1 января), тыс. голов. Изменение поголовья указано в процентах к 1990 году

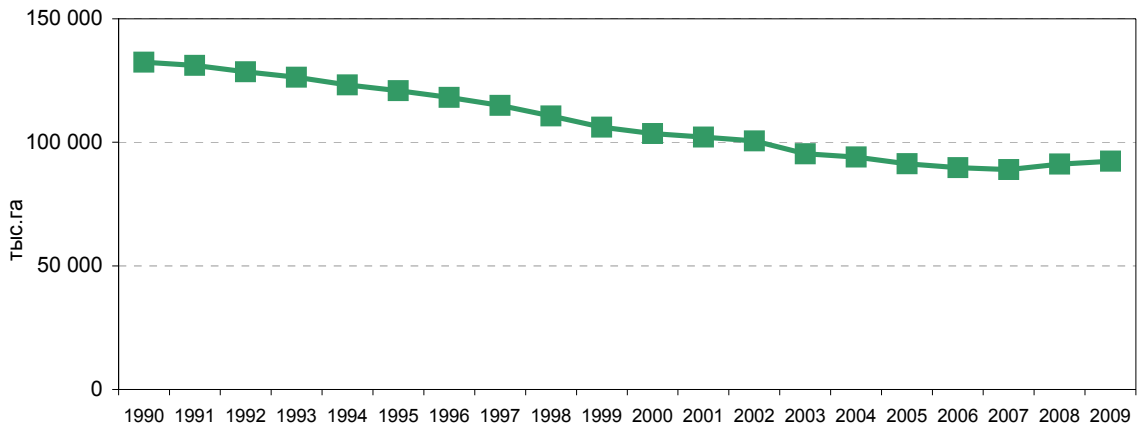


Рис. 6.2. Культивируемые земли в России (посевные площади, пар и многолетние насаждения) за период с 1990 по 2009 гг.

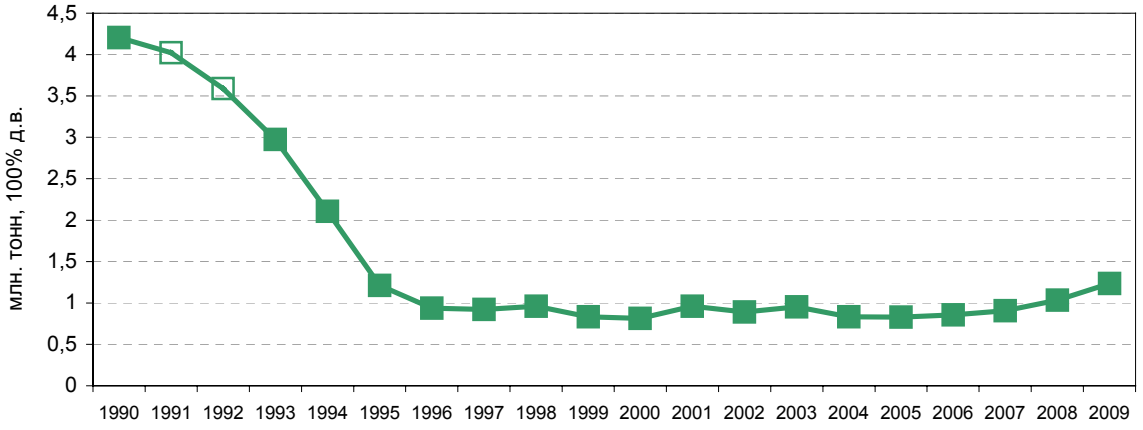


Рис. 6.3. Внесение минеральных азотных удобрений в почвы за период с 1990 по 2009 гг.

Результаты оценок выбросов в секторе «Сельское хозяйство» для периода 1990-2009 гг. приведены в таблице 6.1.

Учитывая, что саванны не встречаются на территории Российской Федерации, а сжигание пожнивных остатков на сельскохозяйственных полях законодательно запрещено, расчет по категориям МГЭИК 4E (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 (CO_2). В соответствии с рекомендациями МГЭИК выбросы CO_2 от сельскохозяйственных почв могут рассматриваться как в инвентаризации аграрного, так и лесного секторов. В настоящем кадастре антропогенный поток CO_2 от наземных экосистем отнесен к лесному хозяйству и включен в главу 7.

Таблица 6.1

Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве по источникам за 1990-2009 гг. (Гг CO_2-экв.)

Годы	Источники							Всего
	Внутренняя ферментация, CH_4	Системы сбора и хранения навоза, CH_4	Системы сбора и хранения навоза, N_2O	Рисовые поля, CH_4	Прямой выброс от почв, N_2O	Навоз пастбищ и выпасов, N_2O	Косвенный выброс от почв, N_2O	
1990	98559,8	13758,9	43374,9	1627,3	102178,9	10342,5	47444,2	317286,5
1991	95719,3	13372,1	42353,1	1513,9	95686,0	10022,0	44355,0	303021,6
1992	88239,5	11937,0	39093,7	1446,9	88907,5	9589,3	39370,7	278584,6
1993	84004,9	10985,0	36893,8	1425,1	81291,3	9219,8	34373,3	258193,2
1994	78605,5	10024,0	34577,1	1053,8	72487,5	8422,3	28705,5	233875,6
1995	70738,9	8808,3	30616,4	933,7	66443,8	7765,0	24850,6	210156,5
1996	63376,6	7717,0	26937,9	939,1	63194,7	7236,2	22370,2	191771,7
1997	57263,4	6728,3	24213,3	824,5	62172,1	6458,9	20532,4	178192,9
1998	51192,2	6077,9	22024,8	766,5	54219,5	5729,5	18368,6	158379,0
1999	44916,5	5559,8	19758,4	908,3	52740,6	5443,1	16315,8	145642,4
2000	45132,9	5463,3	19677,1	918,8	54903,1	5542,3	17424,9	149062,3
2001	46093,2	5336,5	20103,9	803,3	55066,8	5459,5	17242,8	150105,9
2002	45912,2	5269,1	20362,8	777,0	55125,5	5265,0	17585,7	150297,3
2003	44571,4	5318,5	20146,5	786,2	52961,0	5296,5	17027,9	146108,1
2004	43076,4	4990,6	19649,7	665,3	52417,7	5201,1	16588,8	142589,6
2005	40580,3	4358,3	18868,2	725,8	51421,8	4904,3	15953,3	136812,0
2006	38618,0	4317,2	18353,4	821,5	51145,9	4727,5	15867,5	133851,0
2007	39426,6	4640,7	19014,3	816,5	52104,4	4817,5	16838,6	137658,6
2008	39766,2	4755,2	19654,4	826,6	55044,8	4843,2	17941,6	142831,9
2009	39880,4	4581,3	19688,8	921,9	54591,7	4727,1	17980,8	142372,0

6.2 Методология сбора данных о деятельности по сектору сельского хозяйства

Сбор данных о деятельности в сельскохозяйственном секторе выполняет Федеральная служба государственной статистики (Росстат) (www.gks.ru).

Статистическое наблюдение за состоянием сельского хозяйства ведется на основе сочетания методов сплошного и несплошного наблюдения в отношении различных групп производителей сельскохозяйственной продукции. С развитием многоукладности в сельском хозяйстве сформировались три основные группы производителей:

1. сельскохозяйственные организации, среди которых примерно 9,5 тыс. организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства. В расчете на каждое из них приходится 3,8 тыс. га посевных площадей, 863 головы крупного рогатого скота, 1138 голов свиней, 233 головы овец и коз. Средняя численность работников в этих организациях составляет 175 человек. Наряду с ними производством сельскохозяйственной продукции занимаются сельхозорганизации – субъекты малого предпринимательства, а также подсобные предприятия сельскохозяйственных организаций.

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, производящих продукцию, в основном, для продовольственного обеспечения семьи; по данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи число личных подсобных хозяйств и других индивидуальных хозяйств граждан составило более 20 млн. со средней площадью земли 0,51 га, а также около 14 млн. семей, имеющих земельные участки в садоводческих и огороднических некоммерческих объединениях граждан со средним размером одного участка 0,08 га.

Основой наблюдения за сельскохозяйственными организациями, не относящимся 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 и других индивидуальных хозяйств граждан, сельскохозяйственных переписей.

В 2006 году Росстат провел в стране общую сельскохозяйственную перепись. Результаты переписи 2006 года 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 2009 гг., взяты из отчетных материалов и официальных статистических изданий Росстата (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009; Российский статистический ежегодник, 2009; 2010; интернет-сайт Росстата). Для расчета среднегодового поголовья были использованы статистические данные Росстата по динамике среднемесячного поголовья крупного рогатого скота, коров, свиней, овец и коз (http://www.gks.ru) с 2006 по 2009г. в хозяйствах всех категорий. Для этих категорий сельскохозяйственных животных были получены поправочные коэффициенты путем расчета среднегодовых значений изменения поголовья за каждый месяц по отношению к поголовью на 1 января (в долях). Для крупного рогатого скота этот коэффициент в среднем составляет 1,051; для коров – 1,019; для свиней – 1,067 и для овец и коз поправочный коэффициент равен 1,091. Полученные значения были использованы для перевода данных о поголовье указанных видов сельскохозяйственных животных по состоянию на 1 января, ежегодно публикуемые Росстатом, в среднегодовое поголовье за период с 1990 по 2009 год в соответствии с требованиями руководств МГЭИК. Для остальных категорий сельскохозяйственных животных условно принято, что поголовье по состоянию на 1 января соответствует среднегодовому поголовью.

В настоящем кадастре данные по численности некоторых видов сельскохозяйственных животных (коровы, другое поголовье КРС, овцы, козы, свиньи) в 2008 году были уточнены, соответствующие выбросы парниковых газов были пересчитаны.

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 о количестве расхода кормовых единиц разных видов кормов (концентрированные корма, из них комбикорма, грубые и сочные корма) коровам 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 и валовую энергию по уравнению 6.1. 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 3.1 настоящего доклада, табл. П.4.1). 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.

$$GE=\Sigma i\ (R \cdot (fod_i/totalfod) \cdot FU_i \cdot 18{,}4), \qquad (6.1)$$

где:

GE – валовая энергия потребляемого корма в расчете на 1 голову в год, МДж; *R* – суммарный расход всех видов кормов в расчете на 1 голову коров (или другого поголовья КРС) в год, кормовые единицы; fod_i- расход кормов определенного вида (*i*) на все поголовье коров (или другого КРС) за год, кормовых единиц; *totalfod* – общее потребление кормов всех видов поголовьем коров (или другими КРС) за год, кормовых единиц; FU_i – содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества корма определенного вида (i), (1,13±0,27 для концентратов, 0,98±0,35 для комбикормов, 0,55±0,14 для грубых кормов, 0,81±0,18 для сочных коров и 0,84±0,13 для других видов кормов); *18,4* – коэффициент преобразования сухого вещества кормов в МДж (Руководящие указания по эффективной практике…, 2000).

Коэффициенты выбросов метана при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС для лет 2002-2009 рассчитаны по субъектам РФ на основе дисагрегированных данных Росстата. В Приложении, в таблицах П.3.4 и П.3.5 приведены статистические данные о поголовье коров и другого поголовья КРС по субъектам РФ для 2002-2009 гг.

В ответ на замечания группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра, проведенной в 2010 г., в настоящем кадастре коэффициенты выбросов для предыдущих лет (1990-2001) были пересчитаны в соответствии с относительными изменениями коэффициентов, рассчитанных по общенациональным данным и по региональной статистике. Этот пересчет был выполнен для достижения согласованности оценок и методологий в течение всего отчетного периода. Так, было оценено, что средняя разница между коэффициентами по национальным и региональным данным за период 2002-2009 для выбросов от внутренней ферментации коров составляет 0,9897 (региональные коэффициенты дают средневзвешенное среднее чуть ниже, чем расчет по общим национальным данным); для другого поголовья КРС – 1,0003 (т.е. результаты по региональным оценкам дают значение чуть выше общенационального). Полученные коэффициенты были применены для коррекции коэффициентов выбросов для коров и другого поголовья КРС для всех лет с 1990 по 2001 г. Соответственно, были выполнены связанные с этим изменением пересчеты выбросов от внутренней ферментации КРС.

В таблицах 6.2. и 6.3. приведена методология расчета валовой энергии, потребляемой коровами и другим поголовьем КРС, коэффициентов выброса метана при внутренней ферментации, а также оценка средневзвешенного значения коэффициента перевариваемости кормов в 2009 году. В этих таблицах приведен расчет, выполненный по общенациональным статистическим данным, для примера методологии оценки коэффициентов выбросов CH_4, проведенной для каждой области РФ.

Таблица 6.2

Расчет валовой энергии коров за 2009 г.(по общенациональным данным)

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикормов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на коров в 2009 г., тыс. тонн корм. ед.	34888,7	6159,9	2818,8	10698,0	7963,6	7248,4
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе коров,%	100,0	17,6	8,1	30,7	22,8	20,8
Расход кормовых единиц на 1 голову коров в 2009 г.	3898,0	688,3	315,0	1195,3	889,8	809,9
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		609,12	321,43	2173,27	1098,52	964,17
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	95063,6	11207,7	5914,3	39988,2	20212,7	17740,7
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, мДж	260,4					
Коэффициент выбросов CH_4 при внутренней ферментации, кг CH_4/гол./год	102,49					
Коэффициент перевариваемости кормов, DE%		80,29	84,37	61,68	66,30	66,12
Средневзвешенное значение коэффициента перевариваемости кормов, DE%	68,77					

[1)] см. приложение 3.1, таблица П.3.1.1

Таблица 6.3

Расчет валовой энергии КРС (без коров) за 2009 г. (по общенациональным данным)

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикормов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на КРС (без коров) в 2009 г., тыс. тонн корм. ед.	24609,8	3941,6	1501,9	7702,7	4823,9	6639,7
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе,%	100,0	16,0	6,1	31,3	19,6	27,0
Расход кормовых единиц на 1 голову в 2009 г.	2043,0	327,2	124,7	639,5	400,5	551,2
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		289,57	127,14	1162,73	494,44	656,19
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	50233,4	5328,1	2339,4	21394,2	9097,8	12073,9
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, мДж	137,6					
Коэффициент выбросов CH_4 при внутренней ферментации, кг CH_4/гол./год	54,16					
Коэффициент перевариваемости кормов, DE%		80,29	84,37	61,68	66,30	66,12
Средневзвешенное значение коэффициента перевариваемости кормов, DE%	68,15					

[1)] см. приложение 3.1, таблица П.3.1.1

Коэффициент преобразования метана (Ym) 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).

В таблице 6.4 приведены результаты расчета региональных коэффициентов выбросов CH_4 при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС по субъектам РФ в 2009 г., а также средневзвешенные значения этих коэффициентов для страны в целом, использованные в настоящем кадастре.

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). Все коэффициенты выбросов CH_4 при внутренней ферментации животных в РФ, использованные в кадастре для 2009 года, приведены в таблице 6.5.

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

Данные о поголовье скота, пересчетные коэффициенты, а также общий выброс при внутренней ферментации за 2009 год приведены в таблице 6.5.

Сравнение полученных национальных коэффициентов для коров в течение периода с 1990 по 2009 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 2009 гг. (коэффициент корреляции равен 0,86) – 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.

Таблица 6.4

Валовая энергия, коэффициенты выбросов CH_4 при внутренней ферментации и коэффициенты перевариваемости кормов для коров, другого поголовья КРС по областям РФ в 2009 г.

Регион	Коровы			Другое поголовье КРС		
	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг CH_4/гол. в год	Коэффициент перевариваемости кормов, DE%	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг CH_4/гол. в год	Коэффициент перевариваемости кормов, DE%
Белгородская область	128996,99	139,08	67,48	55745,85	60,10	68,18
Брянская область	100270,57	108,11	67,19	53249,62	57,41	67,36
Владимирская область	145641,09	157,03	70,22	53017,78	57,16	69,43
Воронежская область	104145,59	112,29	70,18	46256,38	49,87	69,91
Ивановская область	125525,74	135,34	69,42	42407,67	45,72	69,17
Калужская область	129107,84	139,20	69,02	52175,54	56,25	68,16
Костромская область	102444,68	110,45	67,97	44847,04	48,35	68,63
Курская область	96763,14	104,33	67,80	49228,65	53,08	68,12
Липецкая область	92861,55	100,12	68,50	54564,62	58,83	68,19
Московская область	145266,04	156,62	71,58	65457,48	70,57	69,82
Орловская область	105060,82	113,27	67,75	56628,60	61,06	67,95
Рязанская область	122812,44	132,41	68,73	54564,63	58,83	68,24
Смоленская область	101574,96	109,51	67,35	49465,39	53,33	68,38
Тамбовская область	100241,09	108,08	67,87	84599,88	91,21	67,58
Тверская область	111794,61	120,53	69,67	50315,36	54,25	69,69
Тульская область	109991,08	118,59	68,29	54667,44	58,94	68,97
Ярославская обл.	145860,32	157,26	69,69	64024,01	69,03	68,03
Республика Карелия	110400,15	119,03	72,95	39759,11	42,87	70,34
Республика Коми	104151,43	112,29	68,18	66232,93	71,41	67,27
Архангельская область	108759,19	117,26	69,61	46569,21	50,21	68,14
Вологодская область	112609,21	121,41	71,24	49192,18	53,04	68,44
Калининградская область	139931,08	150,87	67,72	56837,84	61,28	67,98
Ленинградская область	139512,58	150,42	71,14	54597,31	58,87	70,30
Мурманская область	121357,49	130,84	72,48	47210,98	50,90	71,32
Новгородская область	110482,79	119,12	68,95	52029,00	56,10	68,49

Регион	Коровы			Другое поголовье КРС		
	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг CH_4/гол. в год	Коэффициент перевариваемости кормов, DE%	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг CH_4/гол. в год	Коэффициент перевариваемости кормов, DE%
Псковская область	103100,18	111,16	69,63	46007,34	49,60	68,40
Республика Адыгея	51624,32	55,66	69,60	43995,70	47,43	68,81
Республика Дагестан	22916,51	24,71	67,55	34848,44	37,57	76,25
Ингушская Республика	141350,07	152,40	71,09	57484,43	61,98	70,23
Кабардино-Балкарская Республика	90255,42	97,31	66,12	64008,31	69,01	65,37
Республика Калмыкия	67514,66	72,79	67,67	44838,33	48,34	67,88
Карачаево-Черкесская Республика	94910,06	102,33	68,44	40454,81	43,62	67,89
Республика Северная Осетия	74527,81	80,35	68,31	55863,47	60,23	67,68
Чеченская Республика	45738,52	49,31	68,73	59971,84	64,66	68,23
Краснодарский край	104427,53	112,59	73,03	66455,64	71,65	82,30
Ставропольский край	105900,97	114,18	70,25	52816,72	56,95	68,36
Астраханская область	76883,59	82,89	66,27	37009,58	39,90	67,35
Волгоградская область	74921,55	80,78	69,47	43472,38	46,87	70,92
Ростовская область	66750,63	71,97	69,50	71396,84	76,98	70,90
Республика Башкортостан	93711,85	101,04	68,80	47228,63	50,92	68,83
Республика Марий-Эл.	66988,52	72,22	68,05	38563,58	41,58	68,16
Республика Мордовия.	114912,22	123,89	68,80	67525,21	72,80	69,38
Республика Татарстан	113248,92	122,10	69,79	50764,93	54,73	70,09
Удмуртская Республика	121413,08	130,90	69,87	54014,42	58,24	70,20
Чувашская Республика	112451,26	121,24	69,02	45455,88	49,01	68,39
Пермский край	106396,46	114,71	67,69	52694,53	56,81	68,67
Кировская область	119315,46	128,64	68,45	53168,03	57,32	68,67
Нижегородская область	128693,55	138,75	69,24	48812,92	52,63	68,39
Оренбургская область	119552,24	128,90	69,08	53004,63	57,15	69,15
Пензенская область	67400,65	72,67	68,30	44306,96	47,77	68,55
Самарская область	95678,96	103,16	67,44	54840,37	59,13	68,15
Саратовская область	112406,23	121,19	67,74	62415,09	67,29	67,72
Ульяновская область	67787,69	73,09	71,71	40229,00	43,37	70,16
Курганская область	101769,25	109,72	68,43	52432,84	56,53	67,67

Регион	Коровы			Другое поголовье КРС		
	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг CH_4/гол. в год	Коэффициент перевариваемости кормов, DE%	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг CH_4/гол. в год	Коэффициент перевариваемости кормов, DE%
Свердловская область	107959,57	116,40	74,32	54795,76	59,08	73,32
Тюменская область	119161,02	128,48	68,90	48756,89	52,57	68,21
Челябинская область	85619,72	92,31	74,91	42645,21	45,98	74,30
Республика Алтай	82114,31	88,53	67,87	47014,69	50,69	67,58
Республика Бурятия	87987,42	94,87	68,26	49234,95	53,08	67,19
Республика Тыва	54723,19	59,00	73,15	42080,96	45,37	71,70
Республика Хакасия	37097,70	40,00	65,77	31047,51	33,47	65,95
Алтайский край	80909,30	87,23	69,11	37762,54	40,71	67,86
Красноярский край	65648,33	70,78	69,66	40514,38	43,68	68,19
Иркутская область	81054,15	87,39	69,68	45427,81	48,98	67,86
Кемеровская область	100001,25	107,82	69,26	58122,66	62,67	67,90
Новосибирская область	54696,59	58,97	68,50	38020,05	40,99	67,45
Омская область	121543,80	131,04	67,35	62069,90	66,92	66,71
Томская область	114452,03	123,40	68,66	59597,12	64,26	67,58
Читинская область	112465,03	121,26	68,45	51857,15	55,91	67,93
Республика Саха(Якутия)	74189,31	79,99	67,53	60058,13	64,75	67,85
Камчатский край	125482,08	135,29	68,09	75594,75	81,50	67,52
Приморский край	75991,51	81,93	68,05	49590,40	53,47	68,11
Хабаровский край	89212,60	96,19	67,62	48634,61	52,44	67,27
Амурская область	51485,89	55,51	68,22	31969,01	34,47	67,43
Магаданская область	91018,69	98,13	69,46	54534,55	58,80	68,91
Сахалинская область	121422,48	130,91	68,82	61139,22	65,92	67,67
Еврейская автономная обл.	111484,02	120,20	67,29	69750,33	75,20	65,59
Чукотский автономный округ	47917,83	51,66	71,83	29776,78	32,10	74,22
Средневзвешенное	**94615,99**	**102,01**	**69,12**	**50749,83**	**54,72**	**69,55**

Таблица 6.5

Поголовье скота в РФ, пересчетные коэффициенты и выбросы CH_4 от внутренней ферментации в 2009 г.

Категория сельскохозяйственных животных	Поголовье животных (на 1 января 2009 г.), тыс. голов	Среднегодовое поголовье животных, тыс. голов	Коэффициент выбросов при внутренней ферментации, кг CH_4/гол.*год	Выбросы CH_4 при внутренней ферментации, Гг
Коровы	9126,79	9300,20	102,01	948,73
КРС (без коров)	11913,34	12520,92	54,72	685,10
Овцы	19603,04	21386,92	8	171,10
Козы	2168,75	2366,11	5	11,83
Лошади	1353,42	1353,42	18	24,36
Свиньи	16164,98	17248,00	1,5	25,87
Мулы	0,14	0,14	10	0,0014
Ослы	19,27	19,27	10	0,19
Верблюды	6,22	6,22	46	0,29
Северные олени	1522,98	1522,98	19,9	30,31
Кролики	2 091,76	2 091,76	0,59	1,23
Лисицы	17,91	17,91	0,3	0,01
Песцы	5,85	5,85	0,27	0,002
Норки	698,00	698,00	0,06	0,04
Нутрии	7,28	7,28	0,35	0,003
Всего			1 899,07	

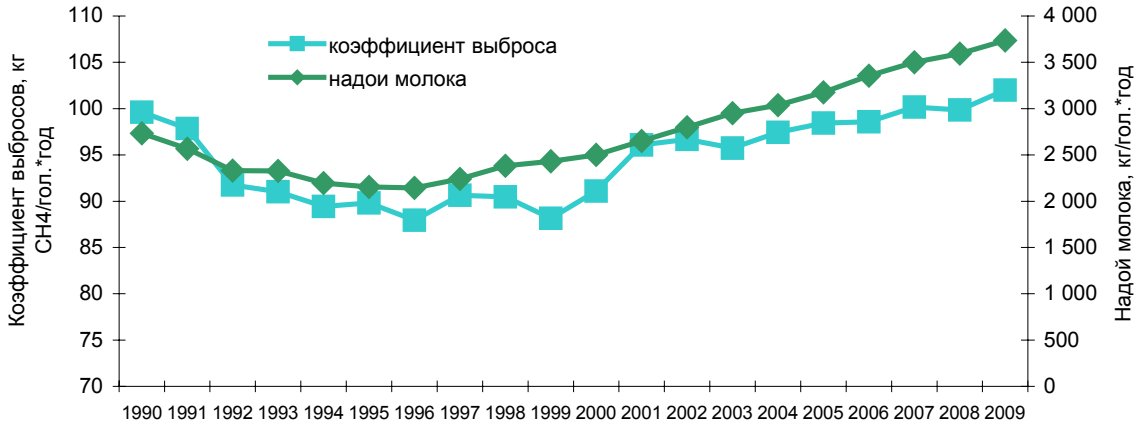


Рис. 6.4. Коэффициенты выбросов метана при внутренней ферментации у коров и надои молока за период с 1990 по 2009 гг.

6.4 Выбросы CH_4 от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Ва)

При расчете выбросов метана от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета используются те же данные о поголовье скота (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009; Российский статистический ежегодник, 2009; 2010; интернет-сайт Росстата), как и для категории 4А. Впервые в кадастре 2010 года использованы поправочные коэффициенты для расчета среднегодовых популяций коров, другого поголовья КРС, свиней, овец и коз (см. раздел 6.3). Статистическая информация по численности подкатегорий птицы (мясные куры и петухи, куры-несушки, цыплята, гуси, гусята, другая взрослая птица и молодняк другой птицы) разрабатывается только по сельскохозяйственным организациям. Условно, соотношение перечисленных подкатегорий птицы в хозяйствах всех категорий было принято равным их соотношению в сельскохозяйственных организациях. На основании этого допущения и статистических данных по общей численности птицы в стране были рассчитаны значения для всех подкатегорий за период с 1990 по 2009 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 6.2. (соответствует уравнению 4.16. из (Руководящие указания по эффективной практике…, 2000)), содержание золы в навозе принято по умолчанию (8%).

$$VS= (GE*(1-DE\%/100)+UE*GE)*(1-ASH)/18.4, \quad (6.2)$$

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 видов 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 3.1 настоящего доклада. Средневзвешенные значения коэффициентов перевариваемости кормов определялись в зависимости от соотношения разных видов кормов для каждого года. Для периода с 2002 по 2009 года оценивали коэффициенты перевариваемости кормов для каждой области РФ (величины 2009 года приведены в таблице 6.4) по статистическим региональным данным и находили средневзвешенное значение, которое использовали в расчетах. Для предыдущих лет с 1990 по 2001 в настоящем кадастре выполнены корректирующие пересчеты для согласованности методологий и оценок в течение всего рассматриваемого периода. Этот пересчет выполнен в ответ на рекомендации группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра, проведенной в 2010 г. Пересчет выполнен по той же методике, кА к для коэффициентов выбросов от внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС (см. раздел 6.3). Так, было оценено, что средняя разница между коэффициентами перевариваемости кормов по национальным и региональным данным за период 2002-2009 для коров составляет 0,998 (региональные коэффициенты дают средневзвешенное среднее чуть ниже, чем расчет по общим национальным данным); для другого поголовья КРС – 1,000002 (т.е. результаты по региональным оценкам дают значение чуть выше общенационального). Полученные коэффициенты были применены для коррекции коэффициентов перевариваемости кормов коров и другого поголовья КРС для всех лет с 1990 по 2001 г. Соответственно, были выполнены связанные с этим изменением пересчеты выбросов от систем хранения и использования навоза.

Валовая энергия корма для свиней рассчитывалась по аналогичной методике, как и для КРС, по общенациональным статистическим данным (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 3.1, таблица П.3.1.2. В таблице 6.6. приведена методология расчета валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2009 год.

Пересмотр коэффициентов выбросов CH_4 от систем сбора и хранения навоза для другого поголовья КРС и свиней, выполненный в настоящем кадастре для всех лет периода 1990-2008, основан на новой методологии оценки доли навоза популяций каждой категории, содержащаяся в системах жидкого хранения. Этот пересчет выполнены в ответ на замечания группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра РФ, проведенной в 2010 г. Подробнее подходы к оценке доли систем жидкого хранения рассмотрены ниже (см. раздел 6.5).

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 2009 года, а также используемые пересчетные коэффициенты представлены в таблице 6.7.

Полученные национальные коэффициенты для коров несколько ниже коэффициентов выбросов, предлагаемых по умолчанию для этих животных в методике МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы…, 1997) – 6 кг CH_4/гол.*год. По-видимому, эта разница, прежде всего, обусловлена преобладанием в России систем хранения навоза в сухом виде при содержании молочных коров (табл. 6.11), которые характеризуются более слабыми выбросами метана по сравнению с анаэробными и жидкими системами хранения.

Распределения выбросов CH_4 от внутренней ферментации и от систем сбора, хранения и использования отходов жизнедеятельности по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2009 гг. представлены в таблице 6.8. Как следует из таблицы 6.8, 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 6.8, распределения выброса метана от разных видов и категорий сельскохозяйственных животных и птицы в 1990 и 2009 годах очень близки. Исключение составляют выбросы от поголовья крупного рогатого скота без коров, вклад которого заметно сократился (на 5%) за исследуемый период. Это связано с более сильным снижением численности этих животных, чем поголовья коров, за период 1990-2009 гг.

Таблица 6.6

Расчет валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2009 г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикормов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Животные корма
Расход кормов в 2009 г., тыс. тонн корм. ед.	13483,7	4606,1	6412,1	51,1	1567,2	847,2
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе свиней,%	100,0	34,2	47,5	0,4	11,6	6,3
Расход кормовых единиц на 1 голову свиней в 2009 г.	803,0	274,4	382,0	3,0	93,7	50,5
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	721,50	236,55	341,07	5,25	108,95	29,68
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	13275,6	4352,6	6275,7	96,5	2004,7	546,1
Коэффициент перевариваемости,%	73,80	75,20	77,02	40,27	48,36	90,84

[1)] см. приложение 3.1, таблица П.3.1.2.

Таблица 6.7

Пересчетные коэффициенты и выбросы CH_4 от систем сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности скота и птицы в 2009г.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Коэффициент выбросов для навоза и птичьего помета, кгCH_4/гол.*год	Выбросы CH_4 от навоза и помета, Гг
Коровы	4,76	44,22
КРС (без коров)	4,31	53,99
Овцы	0,19	4,06
Козы	0,12	0,28
Верблюды	1,59	0,01
Лошади	1,39	1,88
Мулы	0,76	0,0001
Ослы	0,76	0,015
Свиньи	5,97	103,02
Птица		
мясные куры, петухи	0,02	0,13
куры-несушки	0,03	3,85
цыплята	0,02	5,16
гуси	0,02	0,01
гусята	0,02	0,002
другая взрослая птица	0,045	0,14
молодняк другой птицы	0,02	0,15
Северные олени	0,369	0,56
Кролики	0,08	0,17
Лисицы	0,68	0,01
Песцы	0,68	0,004
Норки	0,68	0,47
Нутрии	0,68	0,005
Всего		218,16

Таблица 6.8

Распределение выброса CH_4 по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2009 гг.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Выбросы CH_4,%					
	Внутренняя ферментация		Системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета		Суммарные выбросы	
	1990	2009	1990	2009	1990	2009
Коровы	45,0	49,6	15,44	19,91	41,37	46,47
КРС (без коров)	41,0	36,2	35,55	25,06	40,35	34,99
Овцы	10,3	9,2	1,75	1,86	9,22	8,43
Козы	0,3	0,6	0,06	0,13	0,30	0,58
Верблюды	0,01	0,02	0,002	0,005	0,01	0,01
Лошади	1,0	1,3	0,56	0,86	0,95	1,26
Мулы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ослы	0,004	0,01	0,002	0,01	0,00	0,01
Свиньи	1,4	1,4	43,75	47,27	6,56	6,21
Птица						
мясные куры, петухи	0,00	0,00	0,02	0,06	0,002	0,006
куры-несушки	0,00	0,00	1,00	1,76	0,12	0,19
цыплята	0,00	0,00	1,21	2,37	0,15	0,25
гуси	0,00	0,00	0,006	0,01	0,001	0,001
гусята	0,00	0,00	0,00	0,001	0,00	0,00
другая взрослая птица	0,00	0,00	0,02	0,06	0,002	0,007
молодняк другой птицы	0,00	0,00	0,09	0,07	0,01	0,007
Северные олени	1,0	1,6	0,13	0,26	0,86	1,49
Кролики	0,02	0,07	0,04	0,08	0,04	0,07
Пушные звери (лисицы, песцы, норки, нутрии)	0,006	0,003	0,38	0,23	0,05	0,03
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

6.5 Выбросы N_2O от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Bb)

Оценка выбросов N_2O 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 6.3:

$$Nintake= GE/18.4*(CP\%/100)/6.25, \quad (6.3)$$

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 3.1 настоящего доклада. 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 2009 года приведены в таблице 6.9.

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 6.4:

$$Nex = Nintake*(1-Nretention)*365. \quad (6.4)$$

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.

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 6.3. было рассчитано среднее количество поглощенного азота в сутки. Согласно расчетам по формуле 6.4. 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 6.10.

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 6.10, 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%).

Таблица 6.9

Средневзвешенные значения содержания сырого протеина (СР) в сухом веществе кормов КРС и свиней в 2009 году,%

Вид кормов	Категория сельскохозяйственных животных					
	Коровы		КРС (без коров)		Свиньи	
	СР%	соотношение кормов в рационе,%	СР%	соотношение кормов в рационе,%	СР%	соотношение кормов в рационе,%
Пастбищные корма	16,12	20,8	16,12	27,0		
Сочные корма	12,32	22,8	12,32	19,6	13,78	11,6
Грубые корма	13,83	30,7	13,83	31,3	13,83	0,4
Концентраты (без комбикормов)	11,61	17,7	11,61	16,0	23,51	34,2
Комбикорма	23,57	8,1	23,57	6,1	31,14	47,6
Животные корма					41,73	6,3
Средневзвешенное значение СР,%	14,36		14,39		27,12	

Таблица 6.10

*Экскреция азота сельскохозяйственными животными и птицей в 2009 г., кг/гол.*год*

Категории сельскохозяйственных животных и птицы	Экскреция азота, кг N/год.*год
Коровы	94,49
КРС (без коров)	59,06
Свиньи	21,91
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
Лисицы, песцы	12,09
Норки, нутрии	4,59

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 этим нормам, в настоящем кадастре в ответ на замечания группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра парниковых газов РФ, проведенной в 2010 году, были пересмотрены доли навоза жидкого хранения для категорий другого поголовья КРС и свиней. В отличие от стабильных коэффициентов, применяемых в предыдущих расчетах (6,4% для другого поголовья КРС и 23,9% для свиней), в настоящее время доля жидкостного хранения определяется ежегодно. При этом доля поголовья животных, находящихся на откорме, по отношению к общей численности каждой категории принимается равной доле навоза, содержащейся в системах жидкого хранения. В результате проведенных расчетов доля систем жидкостного хранения навоза свиней изменяется от 66% в 1990 г. до 41% в 2004-2005 гг. В 2009 г. эта величина составляла 48%. Для другого поголовья КРС диапазон изменений составлял от 26% до 14% в 1990 и 2009 гг. соответственно. Изменения обусловлены динамикой численности животных, находящихся на откорме, в течение рассматриваемого периода. В результате проведенных уточнений выбросы от систем сбора и хранения навоза были пересчитаны.

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.

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 в 2009 г. представлены в таблице 6.11.

Таблица 6.11

Соотношение основных типов систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета для разных категорий сельскохозяйственных животных и птицы в 2009г.,%.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Тип системы хранения навоза (помета)		
	Жидкостные	В твердом виде	Пастбища и выпасы
Коровы	0,0	79,2	20,8
КРС (без коров)	14,4	58,6	27,0
Птица	0,0	93,5	6,5
Овцы	0,0	81,6	18,4
Козы	0,0	81,6	18,4
Свиньи	47,7	52,3	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 (лисицы, 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 2009 году выбросы N_2O от систем хранения в твердом виде составили 63,06 Гг, а от жидкостных систем – только 0,45 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 2009 гг. включительно взята из официальных статистических изданий Росстата (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009; Российский статистический ежегодник, 2009; 2010; а также интернет-сайт Росстата). 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 75% в связи с сокращением посевов риса в других субъектах Российской Федерации. 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 и использовании консервативного подхода 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 гг.: для 1990-1991 гг. использовано значение SF_0 1,35; 1992-1997 гг. – 1,3; 1998-2002 гг. – 1,25 и 2003-2009 гг. (и далее) – 1,2.

Результаты расчета выброса CH_4 с рисовых полей за период с 1990 по 2009 г.г представлены в таблице 6.12.

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 с 1990 года обусловлено сокращением площади, занятой рисовыми чеками в аграрном секторе страны.

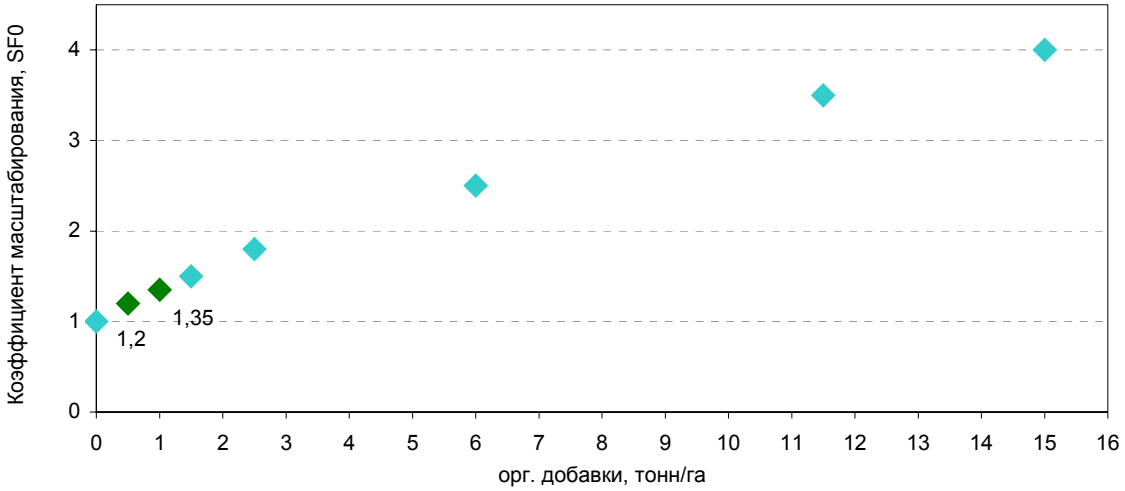


Рис. 6.5. Зависимость коэффициента масштабирования выброса метана при внесении органических добавок под посевы риса (по данным табл.4.21 Руководящих указаний по эффективной практике…, 2000).

Таблица 6.12

Выбросы CH_4 при выращивании риса за период с 1990 по 2009 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	38,3
2002	37,0
2003	37,4
2004	31,7
2005	34,6
2006	39,1
2007	38,9
2008	39,4
2009	43,9

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.

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 2003-2009 гг., были получены из отчетных материалов Росстата. Внесение азота минеральных удобрений в 1996, 1997 и 1999 было получено расчетным путем на основе статистических данных по внесению всех минеральных удобрений (Сельское хозяйство в России, 1998) и соотношения между общим количеством минеральных удобрений и использованных азотных удобрений за известные годы (в 1995 и 1998 гг.). Так, доля азотсодержащих в общем количестве минеральных удобрений в 1995 и 1998 гг. составляла в среднем около 62% (в 2005 г. эта величина соответствовала 60%).

Величины вносимых минеральных азотных удобрений за 1991 и 1992 гг., в течение которых статистическая отчетность по удобрениям не собиралась, были получены при помощи метода графической интерполяции данных о применении удобрений за известные годы (Романовская, 2000). Ежегодное внесение азотных удобрений на разных типах почв рассчитывалось на основе данных об общем количестве вносимых азотных удобрений в стране и соотношения основных типов почв в структуре пахотных земель России. Так, доля черноземов в общей площади сельскохозяйственных почв в стране составляет 64,1%, доля дерново-подзолистых почв – 14,7% и на остальные типы почв приходится 21,2% (Агропромышленный комплекс…, 1995; Распределение земельного фонда…, 1980).

Использованная в расчетах доля азота удобрений, которая теряется в виде аммиака и окислов азота (FracGASF), соответствует среднему значению, приведенному в Пересмотренных руководящих принципах МГЭИК (0,1 кг $N\text{-}NH_3$, N-NOx/кг N удобрений) (Пересмотренные руководящие принципы…, 1997).

Расчет прямого выброса закиси азота от внесенных азотных удобрений на черноземах и дерново-подзолистых почвах выполнялся с использованием уточненных национальных коэффициентов (Romanovskaya et al., 2002), которые были получены на основе анализа данных литературы по определению газообразных потерь азота в виде N_2O в полевых и лабораторных опытах на разных типах почв. С целью определения реальных доз и сроков внесения азотных удобрений в России были использованы государственная статистическая отчетность и технологические карты по возделыванию сельскохозяйственных культур (Примерные технологические карты…, 1965; Смирнов, 1972). На основании проведенного анализа данных (Романовская, 2000; Romanovskaya et al., 2002) определена продолжительность почвенной эмиссии N_2O при однократном внесении азотсодержащих удобрений, которая составляет в среднем 140 дней. Кроме того, были рассчитаны среднесуточные величины выброса N_2O для черноземов и дерново-подзолистых почв, которые составляют 0,009 и 0,017% от внесенного азота соответственно (по данным Борисовой с соавт., 1978; Соловьева с соавт., 1988; Умарова с соавт., 1996; Christensen, 1985; Svensson et al., 1985). Коэффициенты выброса N_2O от минеральных удобрений для черноземов и дерново-подзолистых почв определены умножением соответствующих значений среднесуточного выброса закиси азота и его продолжительности (140 дней) в течение первого года после внесения. Газообразные потери N_2O для других типов почв определяли по коэффициенту, рекомендованному в Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы…, 1997). В целом, методология расчета соответствует Уровню 1b Руководства по эффективной практике МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике…, 2000). Рассчитанные величины минеральных азотсодержащих удобрений, внесенных на черноземы, дерново-

подзолистые и другие типы почв аграрного сектора страны, используемые пересчетные коэффициенты и соответствующий выброс N_2O для 2009 года приведены в таблице 6.13.

Рассчитанное значение национального коэффициента потерь N_2O 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 обусловливать повышенную эмиссию N_2O (Куракова и Умаров, 1984; Макаров, 1967; 1994; Степанов, 2000).

Оценка выброса N_2O 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 $N\text{-}NH_3$, N-NOx/кг N удобрений) (Пересмотренные руководящие принципы…, 1997).

Выбросы N_2O 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.

Таблица 6.13

Внесение минеральных азотных удобрений, коэффициенты выброса и выброс N_2O от минеральных азотных удобрений в 2009 г.

	Черноземы	Дерново-подзолистые почвы	Другие типы почв
Внесение минеральных азотных удобрений[1)], тыс. тонн N	713,49	163,62	235,98
Коэффициенты выброса, кг $N\text{-}N_2O$/кг N внесенных удобрений	0,0126[2)]	0,0238[3)]	0,0125[2)]
Выбросы $N\text{-}N_2O$, Гг	8,99	3,89	2,95

[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).

Во-вторых, данная методика учитывает летнее поступление отмирающей биомассы растений, которое по некоторым оценкам составляет от 60 до 80% общего количества неутилизируемой мортмассы (Чупрова, 1997). Ниже представлен общий вид уравнений, используемых в расчетах:

$$Ab \text{ или } Un=\sum_i ((a_i Y_i+b_i)*N_i)*S_i, \quad (6.5)$$

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 6.14. Точность расчетов по этим данным составляет ±10%.

Статистические данные по валовому сбору основной продукции и посевным площадям культурных растений приведены в Приложении 3.1 (табл. П.3.1.3) 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 официальных статистических изданий Росстата (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009; Российский статистический ежегодник, 2009; 2010; а также интернет-сайт Росстата). В настоящем кадастре выполнены некоторые пересчеты выбросов закиси азота от растительных остатков за период с 1990 по 2007 годы в связи с коррекцией выбора регрессионных уравнений в соответствии с уровнем урожайности (см. табл. 6.14). Дополнительно для расчетов 2008 года исправлена ошибка в ведении исходных данных по площади картофеля в РФ. 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 6.15.

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 1990-2009 гг.

При резком снижении объемов вносимых минеральных удобрений и сокращении поголовья сельскохозяйственных животных минерализация растительных (пожнивных и корневых) остатков обусловливает от 41 (в 1990 г.) до 59% (в 2005 г.) ежегодного поступления антропогенного азота в сельскохозяйственные земли и является ведущим

источником выброса закиси азота в аграрном секторе России. Для 2009 год вклад растительных остатков составляет 56% прямого выброса N_2O. В 1990 г. использование азотных удобрений определило поступление в атмосферу около 83 Гг N_2O. В 2009 г. эта величина составила 30% от уровня 1990 г. (24,9 Гг) и доля минеральных удобрений в прямых выбросах N_2O сократилась от 25 до 14% за период с 1990 по 2009 г. Вклад органических удобрений (навоза и помета) и органогенных земель в течение исследуемого периода составляет 20-27% и 8-12% общего прямого выброса N_2O от сельскохозяйственных земель страны соответственно.

Таблица 6.14

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 6.15

Площади органогенных почв и выброс N_2O с их территории за период с 1990 по 2009гг., 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	1773707	22,30
1996	118247,1	1724993	21,69
1997	114999,5	1660445	20,87
1998	110696,3	1592889	20,02
1999	106192,6	1553315	19,53
2000	103554,3	1531749	19,26
2001	102116,6	1508211	18,96
2002	100547,4	1430597	17,98
2003	95373,1	1410588	17,73
2004	94039,2	1371044	17,24
2005	91402,9	1346277	16,92
2006	89751,8	1773707	22,30
2007	88973,7	1334606	16,78
2008	91255,3	1368829	17,21
2009	92372,0	1385581	17,42

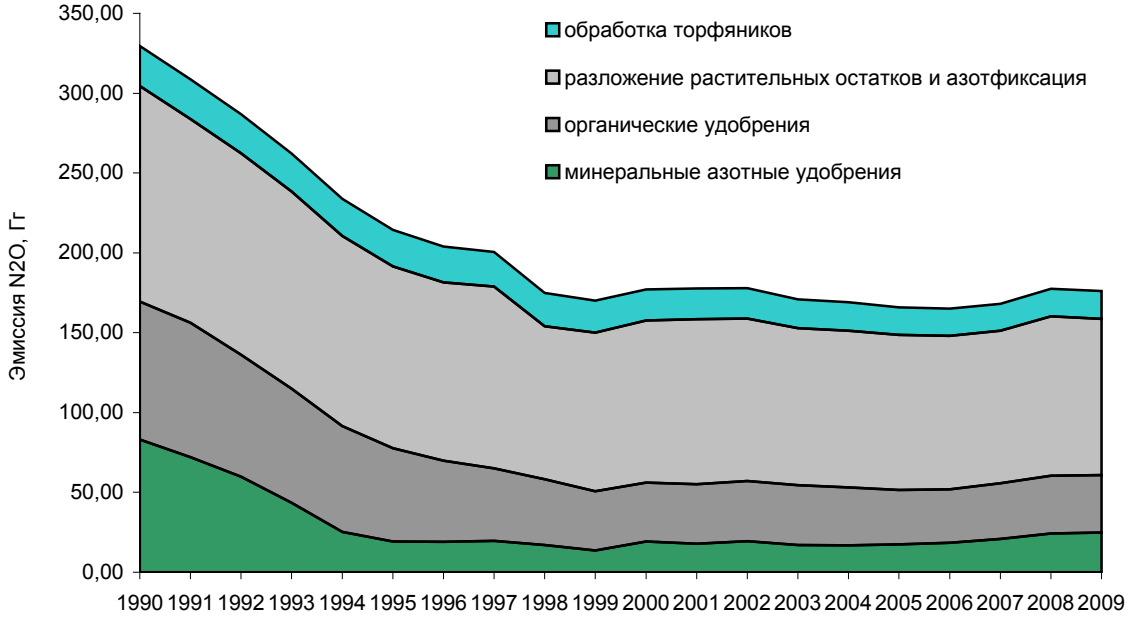


Рис. 6.6. Прямой выброс N_2O от сельскохозяйственных земель РФ в период 1990-2009 гг.

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. Учитывая уточнение популяций некоторых сельскохозяйственных животных для 2008 г., количество навоза пастбищ и выпасов и соответствующий выброс N_2O для этого года были пересчитаны. Значение коэффициента выброса закиси азота для данной системы сбора, хранения и использования навоза соответствует величине, рекомендованной в методиках МГЭИК – 0,02 кг N-N_2O/кг N (Пересмотренные руководящие принципы…, 1997; Руководящие указания по эффективной практике…, 2000). В 2009 году выброс N_2O с территории пастбищ и огороженных выпасов составил 15,25 Гг N_2O.

6.9 Косвенный выброс N_2O от сельскохозяйственных земель (4D3)

При расчете общего выброса закиси азота в аграрном секторе России учитывался также выброс N_2O, 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 NH_3).

Расчет косвенного выброса закиси азота при атмосферных выпадениях NH_3 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). Незначительные пересчеты выполнены в настоящем кадастре для 2008 года в связи с уточнением численности некоторых сельскохозяйственных животных. Средние значения коэффициентов выброса N_2O, образующегося при данных процессах, взяты из Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК – 0,01 кг N-N_2O/кг N эмиссий NH_3 и NOx и 0,025 кг N-N_2O/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 2009 году составляют 10,7 Гг N_2O от атмосферных выпадений и 47,3 Гг N_2O 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 6.16. 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 95% 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 3.1. 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 разработанных уточненных занчений доли жидкостынх систем хранения навоза использовано меньшее значение неопределенности равное ±8%. Для коэффициентов, взятых из данных инвентаризаций других стран Приложения 1 РКИК ООН 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 ± 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 2009 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. Неопределенность региональных оценок коэффициентов выброса метана при внутренней ферментации КРС и выбросов от навоза этих животных оценивалась по Уровню 1. Как было указано в предыдущем кадастре разработка региональных оценок позволила сократить неопределенность оценки выброса метана от внутренней ферментации уменьшилась от 6,6% до 3,07%. Для оценки неопределенности расчетов выбросов метана от навоза другого поголовья КРС и свиней, а также выбросов закиси азота от жидкостных систем хранения также использовали метод Уровня 1 в результате изменения метода оценки в настоящем кадастре. В результате выполненных пересчетов неопределенность выбросов от систем сбора и хранения навоза (категория 4B) сократилась от 22,3% до 20,4%. Для остальных категорий источников мы условно приняли, что неопределенность расчета эмиссий от систем сбора и хранения навоза и помета и сельскохозяйственных земель не изменилась по сравнению с кадастром 2004 года. Оценка неопределенности выброса метана от рисовых полей также выполняется по Уровню 1 после разработки национальных коэффициентов, в результате чего ошибка пересчетного коэффициента сократилась от ±40% до ±25%. Общая неопределенность инвентаризации в секторе сельского хозяйства определена на основании уравнения 6.4 Уровня 1 (Руководящие указания по эффективной практике…, 2000) (табл. 6.16).

Величина неопределенности данных инвентаризации оценивается 95% доверительным интервалом, а не стандартным отклонением (Руководящие указания по эффективной практике…, 2000). Поэтому на основании данных таблицы 6.16 для величины суммарных выбросов от сельского хозяйства был рассчитан доверительный интервал, который составляет ±40 436 Гг CO_2-экв. или 28,4%. Таким образом, можно считать, что неопределенность полученных оценок по инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве в 2009 году составляет 28%.

Таблица 6.16

Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России в 2009 г.

Категория источника	Выброс парниковых газов, CO_2 -экв., Гг	Стандартное отклонение	
		%	CO_2 -экв., Гг
4A Внутренняя ферментация	39880,43		
КРС	34310,54	1,9[2]	648,47
остальные категории	5569,89	6,6[1]	367,61
4B Системы сбора, хранения и утилизации навоза и помета	24270,09		
4Ba выбросы CH_4	4581,26		
другое поголовье КРС и свиньи	3297,28	5,8[2]	192,26
остальные категории	1283,98	6,8[1]	87,31
4Bb выбросы N_2O	19688,83		
жидкие системы хранения	139,85	9,4[2]	13,19
остальные системы хранения (твердые)	19548,98	25,4[1]	4965,44
4C Рисоводство	921,90	25,5[2]	235,04
4D1 Прямые выбросы N_2O от почв	54591,69		
4D1.1 Минеральные удобрения	7713,39	25,4[1]	1959,20
4D1.2 Органические удобрения	11172,94	31,6[1]	3530,65
4D1.4 Растительные остатки	30305,55	29,5[1]	8940,14
4D1.5 Обработка органогенных почв	5399,81	301,7[1]	16291,22
4D2 Навоз пастбищ и выпасов	4727,15	27,1[1]	1281,06
4D3 Косвенный выброс N_2O	17980,79	29,5[1]	5304,33
Всего	142372,04	14,34[2]	20413,77

[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

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 о поголовье сельскохозяйственных 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 о поголовье сельскохозяйственных животных соотносятся со статистической информацией, публикуемой ФАО. По состоянию на 2009 год расхождений с данными ФАО не выявлено;

– Росстат при формировании сводных данных осуществляет анализ и контроль статистических данных, получаемых от субъектов Российской Федерации. При этом информация проверяется на согласованность, достоверность и полноту. Для получения информации о сельскохозяйственной деятельности хозяйств населения используются

данные выборочного обследования личных подсобных хозяйств, а также сельскохозяйственных переписей. Всероссийская 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 1999-2009 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 1990-2009 гг. была рассчитана следующая величина в расчете на 100% действующего вещества:

Bal = Производство удобрений – экспорт удобрений + импорт удобрений (6.6)

Так, производство минеральных удобрений в 2009 г. составляло 16,211 млн. тонн действующего в-ва, экспорт – 12,757 и импорт 0,036 млн. тонн д. в-ва. 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*».

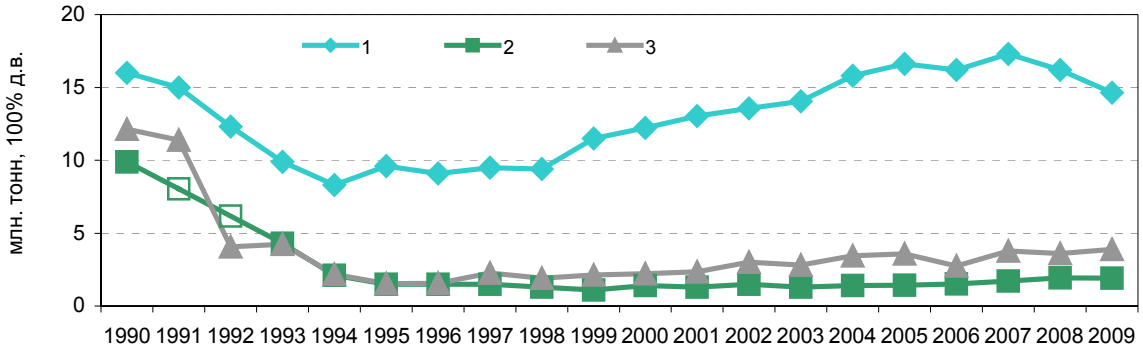


Рис. 6.7. Производство, внесение и продажи минеральных удобрений на внутреннем рынке РФ в период 1990-2009 гг., где 1- производство удобрений; 2- внесение удобрений под посевы; 3- величина «Bal» (отражает продажи удобрений на внутреннем рынке РФ)

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., общие 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, $KClO_3$, $KClO_4$, KNO_3 из KCl; производство взрывчатых веществ из нитрата аммония, производство пластиковых масс и синтетических материалов на основе мочевины и меламина). Одним из наиболее интенсивных путей использования продуктов синтеза минеральных удобрений является применение карбамида ($(NH_2)_2CO$) для производства различных видов смол (карбамидоформальдегидная смола КФМТ-15) и клеев. Также карбамид входит в состав пищевой добавки E927b, использующейся при производстве жевательной резинки, а также применяется для очистки выбросов ТЭЦ и мусоросжигательных установок. Далее карбамид-содержащие смолы используются в производстве древесно-стружечных плит (ДСП), и, таким образом, общее потребление карбамида в данном производстве превышает объемы карбамида, вносимого в почвы в качестве минерального удобрения. Растущий тренд в производстве карбамид-содержащих смол проиллюстрирован в таблице 6.17. Данные таблицы 6.17 косвенно подтверждают, что увеличение продаж минеральных удобрений на внутреннем рынке России в течение последних лет в значительной степени обусловлено интенсификацией некоторых производств в промышленном секторе.

Таблица 6.17

Использование продуктов синтеза минеральных удобрений в качестве сырья в промышленности

Годы	Производство, тонн		
	Карбамидные смолы (в пересчете на содержание сухого вещества)	Карбамиднофурановые смолы	Пластические массы и синтетические материалы на основе мочевины и меламина
1997	204863	7413	226
1998	212137	15958	7433
1999	294600	9126	189
2000	345741	9695	1306
2001	438338	11275	1674
2002	460638	11320	2154
2003	491766	13099	2436
2004	522069	17186	2216
2005	530295	17284	2964
2006	565979	17173	2345
2007	631765	16981	2469
2008	593185	18218	2259
2009	507845	8460	1320

Также в ходе углубленной проверки Национального кадастра парниковых газов РФ в 2010 году обсуждению подверглись данные по минеральным удобрениям, приведенные на сайте Международной ассоциации по производству удобрений. По-видимому, данные этой ассоциации соответствуют данным по общим продажам минеральных удобрений на внутреннем рынке России, поэтому превышают значения по внесению удобрений в почвы, использованные в кадастре. Таблица 6.18 содержит информацию по объемам проданных минеральных удобрений сельскохозяйственным организациям, а также данные по объемам, действительно внесенным в пахотные почвы. Как следует из данных этой таблицы. В некоторые годы внесение превышало годовые продажи удобрений сельскому хозяйству, а в некоторые годы было несколько ниже этой величины. Это подтверждает наличие запасов удобрений и их хранение в сельхозорганизациях.

Наконец, следует проанализировать взаимосвязь растущей в последние годы общей урожайности основных культур (зерновые) на фоне относительно малых величин вносимых минеральных удобрений. Прежде всего, прямая взаимосвязь между урожайностью зерновых и нормами вносимых минеральных удобрений наблюдается в случаях применения сравнительно высоких доз (выше 100 кг д.в-ва/га). Такие нормы не характерны для Российской Федерации, поэтому урожайность растений, в частности, зерновых культур, находится в значительной зависимости от погодных условий и общего плодородия почв.

Таблица 6.18

Продажи минеральных удобрений сельхозорганизациям и внесение удобрений в пахотные почвы

Годы	Продажа минеральных удобрений сельхозорганизациям, млн. тонн действ. в-ва	Внесение минеральных удобрений в пахотные почвы*, млн. тонн действ. в-ва
1985	12,67	9,8
1990	11,05	9,9
1991	10,10	8,0
1992	5,51	6,2
1993	3,72	4,3
1994	1,40	2,1
1995	1,60	1,5
1996	1,58	1,5
1997	1,59	1,5
1998		1,3
1999		1,1
2000		1,4
2001		1,3
2002		1,5
2003	1,36	1,3
2004	1,52	1,4
2005	1,55	1,4
2006	1,60	1,5
2007	1,78	1,7
2008	2,01	1,9
2009		1,9

* внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях

Сравнительно высокая стоимость удобрений на внутреннем рынке страны и низкая покупательная способность государственных сельхозорганизаций и ферм способствуют сохранению малых величин общего внесения минеральных удобрений в пахотные почвы России. Однако сложившаяся ситуация привела к перераспределению объемов удобрений между культурами. Так, в настоящее время практически половина всех вносимых удобрений применяется под зерновые культуры (и на территории только 2-3х регионов страны) (см. таблицу 6.19). Таким образом, дозы удобрений, использованных под зерновые, имеют растущую тенденцию и могут в определенной степени объяснять увеличение их урожайности.

Растительные остатки. В настоящем кадастре для оценки количества азота растительных остатков, который является ведущим источником прямой эмиссии N_2O 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.

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 1990-2009 гг. (на 51%) соответствует тренду сокращения общего сбора валовой продукции в стране (51%). Оценки, выполненные в соответствии с национальной методикой, показывают поступление в почвы более стабильного количества растительных остатков в течение рассматриваемого периода.

Таблица 6.19

Внесение минеральных удобрений под зерновые культуры

Годы	Внесение азотных минеральных удобрений под зерновые культуры (без кукурузы), тыс. тонн азота	Дозы минеральных удобрений, вносимых под зерновые (без кукурузы), кг действ. в-ва/га	Процент удобренной площади под зерновыми по отношению к общей площади зерновых
1995	771,0	16,0	25,4
1996	805,0	17,0	24,5
1997	912,0	19,0	26,8
1998	749,0	17,0	24,2
1999	642,0	16,0	23,7
2000	568,13	20,0	27,4
2001	562,17	22,0	28,1
2002	628,04	25,0	30,1
2003	517,28	24,0	28,7
2004	538,65	26,0	31,0
2005	580,3	29,0	32,0
2006	590,08	31,0	33,8
2007	674,41	35,0	38,7
2008	831,0	40,0	43,6
2009	843,38	40,0	51,8

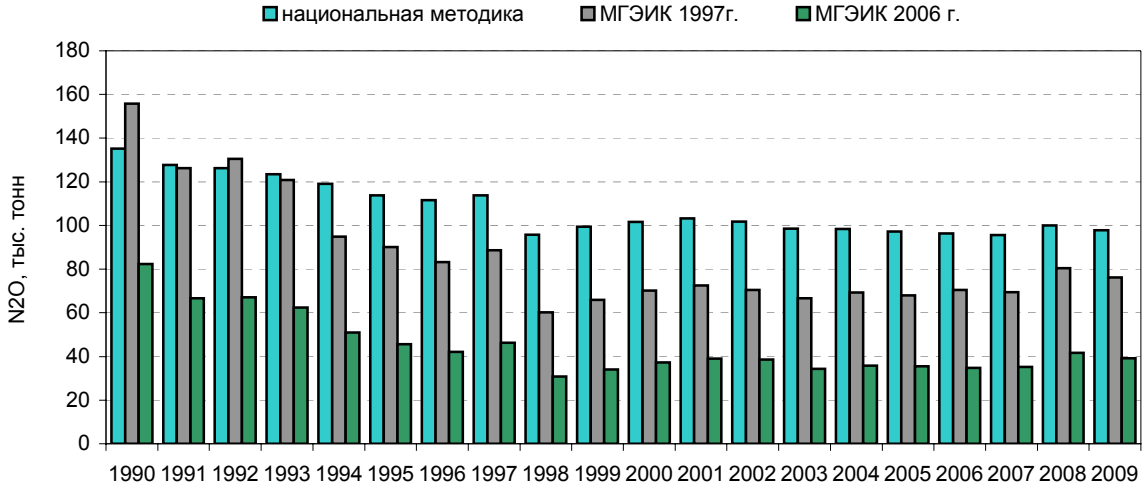


Рис. 6.8. Сравнение оценок выброса N_2O от азота растительных остатков по методике МГЭИК 1997 года, по Уровню 2 методики МГЭИК 2006 года и по национальной методологии

С 1990 по 2009 гг. площади пахотных земель в стране сократились на 12,4%, в то время как посевные площади сократились на 33,9%. Расчетный выброс N_2O по национальной методике упал за этот период на 27,7%, что обусловлено также ежегодными изменениями 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 сельхозтехники, 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.

Независимым экспертным оценкам методик, данных и результатов кадастра в секторе сельского хозяйства способствует их публикация в научных изданиях (опубликовано 13 статей в реферируемых научных журналах). Кроме того, ежегодно проводится независимая проверка кадастра сектора сельского хозяйства специалистами соответствующих министерств и ведомств, в частности Министерством сельского хозяйства, Росстатом и Росреестром. Поступающие от них замечания и предложения вносятся в текст доклада и таблиц ОФД и, при необходимости, выполняется пересчет величин выброса парниковых газов в сельском хозяйстве до представления кадастра в Секретариат РКИК ООН. Все выполненные пересчеты и исправления вновь согласуются с заинтересованными министерствами и ведомствами.

После представления кадастра в Секретариат РКИК ООН его электронная версия находится в свободном доступе и открыта для комментариев и предложений широкого круга специалистов, включая специалистов по сельскому хозяйству, животноводству, агрономов и т.д. Поступающие от них предложения учитываются при подготовке кадастра по сектору сельского хозяйства в следующем году.

6.12 Пересчеты и планируемые усовершенствования

В настоящем кадастре выполнены следующие перерасчеты эмиссий парниковых газов от сельского хозяйства за 1990-2008 гг.:

1. Внутренняя ферментация

– уточнены статистические данные по численности некоторых категорий сельскохозяйственных животных (КРС, овцы, козы, свиньи) за 2008 г.;

– коэффициенты выброса CH_4 при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС для периода 1990-2001 скорректированы на основе региональных оценок.

2. Выбросы CH_4 и N_2O в системах сбора и хранения навоза и помета:

– пересмотр поголовья скота для 2008 г. (см. выше);

– коэффициенты перевариваемости кормов для коров и другого поголовья КРС для лет 1990-2001 скорректированы на основе региональных оценок (для оценки выброса CH_4);

– доля жидкостных систем хранения навоза (для категорий другого поголовья КРС и свиней) определены по ежегодным данным поголовья животных на откроме.

4. Выбросы N_2O от сельскохозяйственных земель

– пересмотр поголовья скота для 2008 г.;

– коррекция ошибок в ведении посевной площади картофеля для 2008 г., а также исправление ошибок в выборе регрессионных уравнений для расчета количества растительных остатков на основе уровня урожайности для всех лет с 1990 по 2008 г.

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 (451 Гг CO_2 экв), для 2008 года выброс метана увеличился на 0,9% (352,9 Гг CO_2 экв).

2. Выбросы CH_4 в системах сбора и хранения навоза и помета

Для 1990 года оценка выброса метана сократилась на 43,7% (6010,2 Гг CO_2 экв), для 2008 года уменьшение составило 29,9% (1419,3 Гг CO_2 экв).

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

Для 1990 года оценки возросли на 16,4% (7111,9 Гг CO_2 экв) в системах сбора и хранения навоза и помета; для 2008 года рост разница составила +6,6% (1288,6 Гг CO_2 экв).

4. Прямой выброс N_2O от сельскохозяйственных земель

Оценки увеличились на 0,07% (72,9 Гг CO_2 экв) для 1990 г. и на 2,2% для 2008 г. (1189,7 Гг CO_2 экв).

5. Выбросы N_2O от навоза пастбищ и выпасов

Пересчет привел к сокращению оценок на 0,8% (36,9 Гг CO_2 экв) для 2008 г.

7. Косвенный выброс N_2O от сельскохозяйственных земель

Для 2008 г. оценки косвенного выброса N_2O уменьшились на 0,6% (1260,2 Гг CO_2 экв).

В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке кадастра парниковых газов, подданного РФ в 2010 году, коэффициенты выброса метана при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС для 1990-2001 скорректированы в соответствии с региональными оценками с целью соблюдения согласованности оценок в течение всего рассматриваемого периода. Также были скорректированы коэффициенты перевариваемости кормов для этих подкатегорий, что привело к пересмотру выбросов метана от систем сбора и хранения навоза (см. разделы 6.3 и 6.4). Кроме того, в соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке проведено исследование и уточнены доли жидкостных систем хранения навоза другого поголовья КРС и свиней для всех лет периода с 1990 по 2009г.

В ответ на замечания экспертов по проверке была приведена дополнительная информация по использованию объема минеральных удобрений проданных на внутреннем рынке страны (см. 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, 1992a. 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, ВНИ и проектно-технологический институт химизации с.х. 1980. 107 стр.
20. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. Москва, РАСХН, 1998, 375 стр.
21. Романовская А.А. Антропогенная эмиссия закиси азота сельскохозяйственными землями России. Автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Москва, 2000, 19 стр.
22. Романовская А.А. Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России. В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2007 (в печати).
23. Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Оценка эмиссии N_2O от неутилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. // В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. СПб: Гидрометеоиздат. 2002. т. 18. с.276-286.
24. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат РФ, 2005-2009.
25. 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.
26. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1995, 503 стр.
27. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1998, 448 стр.
28. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 2000, 414 стр.
29. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. Москва: Госкомстат России. 2002. 448 с.
30. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник, Москва, Росстат, 2004, 478 стр.
31. 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.
32. 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.
33. Степанов А.Л. Микробная трансформация закиси азота в почвах. Москва, автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, 2000, 49 стр.
34. Третье национальное сообщение Российской Федерации. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, Москва, 2002, 158 стр.
35. Умаров М.М., Шабаев В.П., Степанов А.Л., Болышева Т.Н. Азотфиксирующая и денитрифицирующая активность серой лесной почвы и трансформация азота при внесении азотных удобрений Агрохимия, 1996, 2, с.3-10.
36. 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.
37. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. Красноярск, Красноярский Государственный Университет, 1997, 165с.

38. 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
39. Christensen S. N_2O- formation during soil cropping/ Denitrification in the nitrogen cycle, New York and London, Plenum press, 1985, pp.135-144.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. 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.
45. 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.
46. Svensson B.H., Klemedtsson 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.
47. 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 (СЕКТОР 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 2009 годы включительно. Согласно Решению Девятой Конференции Сторон РКИК (13/CP.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;
– возделываемые земли (земли, занятые сельскохозяйственными культурами);
– сенокосы и пастбища (земли, занятые травянистой растительностью);
– водно-болотные угодья;
– поселения;
– прочие 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 ООН, 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 лесные насаждения, не входящие 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 населенных пунктов;
– земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли 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 (до данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии). 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.

Таблица 7.1.

Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям[1)]

Категории земель	Динамика площадей по годам, млн. га															Изменения	
	1990	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009 г. к 2008 г.	2009 г. к 1990 г.
Земли, используемые сельскохозяйственными предприятиями и гражданами[2)]	639,2	656,7	662,2	642,4													
Земли сельскохозяйственного назначения				455,0	440,1	406	397,9	400,8	393,2	401,0	401,6	402,6	403,2	402,3	400,0	-2,3	-239,2
Земли населенных пунктов	7,5	38,7	38,6	20,9	18,6	18,7	18,8	18,9	19,1	19,1	19,1	19,1	19,2	19,4	19,5	0,1	12,0
Земли промышленности и иного специального назначения	15,9	17,6	18,3	17,6	17,4	17,3	17,2	17,1	17,0	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,8	0,1	0,9
Земли особо охраняемых территорий и объектов	17,4	28,9	32,5	31,6	31,7	32	34,1	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,4	34,4	34,8	0,4	17,4
Земли лесного фонда, в т. ч.	895,4	843,8	828,1	858,9	1059,8	1096,8	1102,4	1103,1	1104	1104,8	1104,9	1104,9	1105,0	1106,5	1108,4	1,9	213,0
Земли водного фонда	4,1	19,4	19,4	19,9	27,8	27,8	27,8	27,8	27,7	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	28,0	0,1	23,9
Земли запаса	130,2	104,7	110,7	118,5	114,4	111,2	111,6	107,9	114,6	106,1	105,4	104,4	103,4	102,6	102,3	-0,3	-27,9
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	0	0

[1)] По данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии на конец года.

[2)] В земли, используемые предприятиями и гражданами, входили, в том числе, земли лесного фонда, предоставленные им в долгосрочное пользование, а также земли иных категорий (населенных пунктов, промышленности и иного специального назначения, запаса и др.).

Площади *категорий* земель сельскохозяйственного назначения и земли запаса сократились с 1990 года на 37,4 и 21,4% соответственно. Земли водного фонда, земли населенных пунктов, земли особо охраняемых территорий и лесного фонда увеличились соответственно на 582,9; 160,0; 100,0 и 23,8%. Площади земель промышленности относительно постоянны в течение рассматриваемого периода (увеличение на 5,7%).

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 земли иных категорий, находившихся в использовании сельскохозяйственных предприятий и граждан, предоставленных им в пользование, включая земли лесного фонда, населенных пунктов, промышленности и иного специального назначения, запаса и др. 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 лесного фонда, входивших ранее в земли сельскохозяйственных предприятий и граждан (в большей части используемые для оленеводства), предоставленных им в долгосрочное пользование (до 25 лет) учитывается в категории земель 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 актами. 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).

Перевод земель из одной категории в другую – непрерывный процесс, связанный с предоставлением земельных участков для государственных, муниципальных и частных нужд, изменением границ населенных пунктов и границ муниципальных образований, возвратом в прежнюю категорию отработанных, рекультивированных или несоответствующих 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.

По данным Государственного (национального) доклада (2003-2010) 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, часть бывших пахотных угодий, на которых ранее осуществлялись мероприятия по осушению, оказалась заболочена. Кроме того, сельскохозяйственные угодья в черте населенных пунктов могут вовлекаться в застройку, что также приводит к сокращению их площади в целом по стране. В свою очередь, из состава кормовых угодий (сенокосы и пастбища) ежегодно выбывают площади в результате зарастания кустарником и мелколесьем, которые впоследствии выводятся из состава сельскохозяйственных угодий и попадают в категорию лесных угодий.

Изменение площади земель водного фонда связано со вступлением в силу Водного кодекса Российской Федерации (2006), 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.

Однако *категории* земель, установленные в пределах Российской Федерации, не имеют полного соответствия с категориями МГЭИК. Каждая *категория* земель РФ в значительной степени отражает ведомственную принадлежность земель и включает в себя все типы земельных *угодий* (см. определение выше):

– сельскохозяйственные угодья (пахотные и кормовые угодья, залежи, многолетние насаждения);
– лесные земли (входящие в лесной фонд)
– земли под древесно-кустарниковой растительностью, не входящей в лесной фонд;
– земли под дорогами;
– земли застройки;
– земли под водой;
– земли под болотами;
– нарушенные земли;
– прочие земли.

Указанные типы земельных *угодий* ближе соотносятся с категориями МГЭИК.

Динамика площадей угодий за период с 1990 по 2009 гг. приведена в таблице 7.2.

Статистических данных по переводу 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 трансформации угодий. В настоящее время разработан проект соответствующей формы статистической отчетности в рамках пакета форм государственной статистической отчетности Росреестра и, таким образом, в будущем предполагается проводить ежегодный сбор и анализ данных по переводу площадей земельных угодий в стране.

В соответствии с рекомендациями группы экспертов по углубленной проверке кадастра РФ, поданного в 2009 и 2010 годах, для формирования отчетности по выбросам парниковых газов в секторе 5 составлена матрица перевода земель на территории РФ за период с 1990 по 2009 гг. на основе доступных данных и информации, содержащейся в отчетах Росреестра и Рослесхоза, в частности, учитывалось, что:

– по данным Росреестра (Государственный (национальный) доклад…, 2003-2010) перевод пахотных угодий осуществляется в кормовые угодья, болотные и другие земли, а также в земли населенных пунктов;
– по данным Росреестра в 1990 году площадь осушаемых пахотных земель составляла около 2,15% от общей площади пашни (Сельское хозяйство России, 1995);
– из состава кормовых угодий (сенокосы и пастбища) ежегодно выбывают площади в неуправляемые лесные угодья при их естественном зарастании кустарником и мелколесьем;
– по данным Рослесхоза площадь управляемых лесных земель увеличивается за счет перевода лесов, принадлежащих ранее другим ведомствам и из категории резервных лесов, а также за счет уточнения лесных площадей в результате лесоустройства. Таким образом, осуществляется перевод земель из неуправляемых лесных угодий в управляемые леса;
– значительные площади угодий переводятся из категории или в категорию *прочих* земель (в соответствии с классификацией МГЭИК). По данным Росреестра перевод земель осуществляется под нужды промышленного и транспортного строительства, прокладки трубопроводов и другое строительство (Государственный (национальный) доклад…, 2010).

Таблица 7.2.

Площади земельных угодий в РФ в соответствии с категориями МГЭИК за период с 01.01.1990 по 01.01.2010, тыс. га

Типы земельных угодий	Динамика площадей по годам, тыс. га							Изменения						
	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009 г. к 2008 г.	2009 г. к 1990 г.
5.A Лесные земли (ЛЗ)	**778537,5**	**818091,7**	**857645,8**	**865556,7**	**873467,5**	**881378,3**	**889289,2**	**897200,0**	**897300,0**	**897300,0**	**897317,0**	**897334,0**	**17,0**	**118796,5**
5.A.1 Лесные земли, остающиеся ЛЗ	778478,8	778253,3	777989,9	777975,8	777942,6	777907,5	777872,9	777835,1	777818,0	777783,0	777743,2	777715,6	-27,6	-763,1
- управляемые	609411,7	614539,0	614339,9	614339,9	614838,6	616520,6	619003,0	620113,5	620113,5	620097,8	620462,6	663540,1	43077,6	54128,4
- неуправляемые	169067,1	163714,4	163649,9	163635,9	163104,0	161386,9	158869,9	157721,6	157704,5	157685,1	157280,7	114175,5	-43105,2	-54891,5
5.A.2 Земли, переустроенные в ЛЗ	58,7	39838,3	79656,0	87580,8	95524,9	103470,8	111416,2	119364,9	119482,0	119517,0	119573,8	119618,4	44,6	119559,6
5.B Пахотные земли	**133700,1**	**120962,3**	**104300,8**	**103046,5**	**101655,5**	**95371,5**	**94037,4**	**91401,8**	**89750,8**	**88973,7**	**91255,4**	**92371,8**	**1116,4**	**-41328,3**
5.C Луговые угодья (ЛУ)	**89067,1**	**98166,8**	**113222,4**	**113996,0**	**114895,4**	**121031,6**	**121885,8**	**123947,9**	**124933,5**	**125127,9**	**121839,0**	**120359,1**	**-1479,9**	**31292,0**
5.C.1 Луговые угодья, остающиеся ЛУ	87899,5	86724,5	87913,9	87832,6	87740,1	87991,3	87810,5	87584,6	87302,0	86978,4	86335,6	86335,0	-0,5	-1564,5
- управляемые (сенокосы и пастбища)	80100,0	78700,0	72600,0	72200,0	71600,0	71500,0	70900,0	70481,6	70053,4	70092,0	70297,0	70021,1	-275,9	-10078,9
- неуправляемые	7799,5	8024,5	15313,9	15632,6	16140,1	16491,3	16910,5	17103,0	17248,6	16886,4	16038,6	16313,9	275,4	8514,4
5.C.2 Земли, переведенные в ЛУ	1167,6	11442,3	25308,5	26163,4	27155,4	33040,3	34075,3	36363,2	37631,5	38149,5	35503,5	34024,1	-1479,4	32856,5
5.D Водно-болотные угодья	**179295,0**	**191307,1**	**203319,3**	**205721,7**	**208124,1**	**210526,6**	**212929,0**	**215331,4**	**217733,9**	**220136,3**	**222538,7**	**225055,1**	**2516,4**	**45760,1**
5.D.1 Водно-болотные угодья (ВБУ), остающиеся ВБУ	177015,8	177585,6	178155,4	178269,4	178383,3	178497,3	178611,2	178725,2	178839,2	178953,1	179067,1	179295,0	227,9	2279,2
- торфоразработки	316,6	309,6	275,2	267,0	258,8	250,5	242,3	234,0	225,8	217,6	209,3	201,1	-8,2	-115,5
- неуправляемые ВБУ	176699,2	177276,0	177880,2	178002,4	178124,6	178246,8	178369,0	178491,2	178613,4	178735,6	178857,8	179093,9	236,2	2394,7
5.D.2 Земли, переведенные в ВБУ	2279,2	13721,5	25163,9	27452,4	29740,8	32029,3	34317,8	36606,2	38894,7	41183,2	43471,6	45760,1	2288,5	43480,9
5.E Поселения (П)	**9152,7**	**10378,4**	**11541,1**	**11773,1**	**12004,0**	**12236,7**	**12468,9**	**12704,5**	**12940,4**	**13181,4**	**13418,7**	**13644,0**	**225,3**	**4491,3**
5.E.1 Поселения, остающиеся П	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	9080,3	0,0	0,0
5.E.2 Земли, переустроенные в П	72,4	1298,1	2460,8	2692,7	2923,6	3156,4	3388,6	3624,1	3860,0	4101,0	4338,4	4563,7	225,3	4491,3
5.F Прочие земли (ПЗ)	**520071,8**	**470917,9**	**419794,8**	**409730,2**	**399677,7**	**389279,5**	**379213,9**	**369238,7**	**367165,7**	**365104,9**	**363455,4**	**361060,2**	**-2395,2**	**-159011,6**
5.F.1 Прочие земли, остающиеся ПЗ	520071,8	470153,9	418266,9	408049,6	397844,2	387293,2	377074,9	366946,9	364721,1	362507,5	360705,2	358157,2	-2548,0	-161914,6
5.F.2 Земли, переведенные в ПЗ	0,0	763,9	1527,9	1680,7	1833,5	1986,2	2139,0	2291,8	2444,6	2597,4	2750,2	2903,0	152,8	2903,0
Всего земель	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**1709824,2**	**0,0**	**0,0**

Учитывая вышеизложенную информацию, при составлении матрицы земель РФ мы приняли несколько условных допущений:

– неиспользуемая пашня, определяемая как разница между статистическими данными общей площади пашни и суммой культивируемых земель, т.е. посевов, пара и многолетних насаждений, зарастает луговой растительностью и используется под нужды сельского населения как пастбищные и сенокосные угодья, т.е. осуществляется перевод из пахотных в управляемые кормовые угодья, а также частично может зарастать лесной растительностью;

– увеличение площади поселений произошло за счет застройки выбывших пахотных угодий, а также в результате обезлесения на территории управляемых и неуправляемых лесов;

– значительная часть остальных брошенных пахотных угодий (65%) переходит в неуправляемые луговые угодья; еще 33% используется под нужды транспортного и другого строительства, т.е. переводится в другие земли; и 2% брошенной пашни может вторично заболачиваться, т.е. переходит в избыточно-увлажненные земли;

– все площади облесения происходят на бывших пахотных угодьях (по данным Рослесхоза);

– площади обезлесения из лесного фонда переводятся в категорию поселений, т.к. используются в основном под строительство дорог, трубопроводов и т.д.

На основании этих допущений составлена матрица перевода земельных угодий в соответствии с классификацией МГЭИК за период с 1990 по 2009 год включительно. Она приведена в таблице 7.3. В таблице 7.4 приведена ежегодная матрица конверсии земель в России, разработанная для 2009 года.

В соответствии с требованиями методических руководств МГЭИК, в частности (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), выбросы CO_2 при переводе земель в категории управляемых лесов, пашен, сенокосов и пастбищ представлены в настоящем докладе и соответствующих таблицах ОФД. В категории заболоченных земель проведена оценка выбросов CO_2 от торфоразработок и выбросы N_2O от осушенных почв. Кроме того, выполнены расчеты выбросов/поглощения при конверсии земель: из пашни в леса (при облесении), из пашни в луговые угодья, из лесных земель в прочие земли. Земли, выведенные из управляемых угодий и/или переведенные в неуправляемые угодья, а также выбросы от земель поселений и прочих земель нами не оценивались. В ответ на замечания группы по проверке кадастра РФ, поданного в 2010 г., площади управляемых и неуправляемых угодий по всем типам, приведенные в соответствующих таблицах ОФД, были откорректированы в соответствии с разработанными ежегодными матрицами перевода земель и для сохранения согласованности общей площади страны. При разработке ежегодных матриц конверсии земель был применен метод интерполяции на основе суммарной переведенной площади с 1990 по 2009 гг. для площадей переведенных в категорию избыточно-увлажненных земель, земель поселений и других земель. Площади постоянных угодий категорий избыточно-увлажненных земель, поселений и других земель в ОФД определены путем вычитания из их общих ежегодных площадей значений площадей переведенных угодий.

В настоящем кадастре величины выброса N_2O от использования азотных удобрений и выбросы CO_2 от известкования представлены в разделе “Сельское хозяйство”, что обусловлено использованием обобщенных данных национальной статистики о внесении азотных удобрений и известковых материалов.

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

Динамика выброса в секторе ЗИЗЛХ в значительной степени определяется лесозаготовками и лесными пожарами (рис. 7.1). Сокращение выбросов во многом определяется сокращением лесозаготовок в конце 1990-х и в 2000-х годах по сравнению с 1990 годом. В таблицы ОФД включены также данные о выбросах CO_2 от пахотных земель, известкования и торфоразработок, а также о поглощении CO_2 на землях постоянных сенокосов и пастбищ и землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья (рис. 7.2).

Таблица 7.3.

Перевод площадей земель по категориям МГЭИК в РФ за период с 01.01.1990 по 01.01.2010, тыс. га

Типы земельных угодий	Было на 01.01.1990	Изменение площадей								Итого изменение	Стало на 01.01.2010
		Лесные земли		Пахотные земли (управл.)	Луговые угодья		Водно-болотные угодья	Земли поселений	Другие земли		
		управл.	неуправл.		управл. (сенокосы и пастбища)	неуправл.					
Лесные земли -управляемые[1]	609470,4		54582,1	470,0				-512,4		54539,7	664010,1
-неуправляемые	169067,1	-54582,1				2779,1		-295,9	116355,7	64256,8	233323,9
Пахотные земли (управляемые)	133700,1	-470,0			-28306,1	-5765,0	-177,4	-3683,0	-2926,9	-41328,3	92371,8
Луговые угодья -управляемые (сенокосы и пастбища)[2]	81267,6			28306,1		-11246,5				17059,6	98327,2
-неуправляемые[2]	7799,5		-2779,1	5765,0	11246,5					14232,4	22031,9
Водно-болотные угодья	179295,0			177,4					45582,7	45760,1	225055,1
Земли поселений[3]	9152,7	512,4	295,9	3683,0						4491,3	13644,0
Другие земли	520071,8		-116355,7	2926,9			-45582,7			-159011,6	361060,2
Итого земель в Российской Федерации, млн. га	1709824,2	-54539,7	-64256,8	41328,3	-17059,6	-14232,4	-45760,1	-4491,3	159011,6	0,0	1709824,2

[1] площади облесения включены в общую площадь управляемых лесов
[2] включая земли, переведенные из пахотных угодий
[3] включая земли под дорогами, инфраструктурой и т.д. и земли, переведенные в поселения

Таблица 7.4.

Перевод площадей земель по категориям МГЭИК в РФ за период с 01.01.2009 по 01.01.2010, тыс. га

Типы земельных угодий	Было на 01.01.2009	Изменение площадей								Итого изменение	Стало на 01.01.2010
		Лесные земли		Пахотные земли (управл.)	Луговые угодья		Водно-болотные угодья	Земли поселений	Другие земли		
		управл.	неуправл.		управл. (сенокосы и пастбища)	неуправл.					
Лесные земли -управляемые[1]	620929,3		43095,5	3,2				-17,9		43080,8	664010,1
-неуправляемые	276387,7	-43095,5				0,6		-9,7	40,8	-43063,8	233323,9
Пахотные земли (управляемые)	91255,4	-3,2			1780,3	-303,4	-9,3	-193,8	-154,0	1116,4	92371,8
Луговые угодья -управляемые (сенокосы и пастбища)[2]	100383,4			-1780,3		-275,9				-2056,2	98327,2
-неуправляемые[2]	21455,6		-0,6	303,4	275,9					576,3	22031,9
Водно-болотные угодья	222538,7			9,3					2507,0	2516,4	225055,1
Земли поселений[3]	13422,6	17,9	9,7	193,8						221,4	13644,0
Другие земли	363451,5		-40,8	154,0			-2507,0			-2391,3	361060,2
Итого земель в Российской Федерации, млн. га	1709824,2	-43080,8	43063,8	-1116,4	2056,2	-578,8	-2516,4	-221,4	2393,8	0,0	1709824,2

[1] площади облесения включены в общую площадь управляемых лесов
[2] включая земли, переведенные из пахотных угодий (кроме 1990 г.)
[3] включая земли под дорогами, инфраструктурой и т.д.

Динамика выбросов диоксида углерода при землепользовании в значительной мере определяется балансом углерода на пахотных землях. В 2009 г. выброс CO_2 от пахотных земель составил 76,1 млн. т, что значительно меньше уровня 1990 г. и обусловлено сокращением площади пахотных угодий (рис. 7.1). Учитывая сравнительно низкие выбросы CO_2 при торфоразработках (в среднем около 127 тыс. тонн CO_2/год за период 1990-2009), эти данные не показаны на рисунке 7.1.

Управляемые леса и кормовые угодья (сенокосы и пастбища), включая переведенные из пахотных земель, являются стоком CO_2 (рис. 7.2).

Результаты расчетов выбросов парниковых газов по источникам в секторе лесного хозяйства, землепользования и изменения землепользования за период с 1990 по 2009 гг. приведены в таблице 7.5. Итоговая динамика годового нетто-выброса (поглощения) CO_2 в управляемых лесах России и при землепользовании приведена на рисунке 7.3 (поглощение CO_2 представлено с отрицательным знаком, а выброс – с положительным).

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).

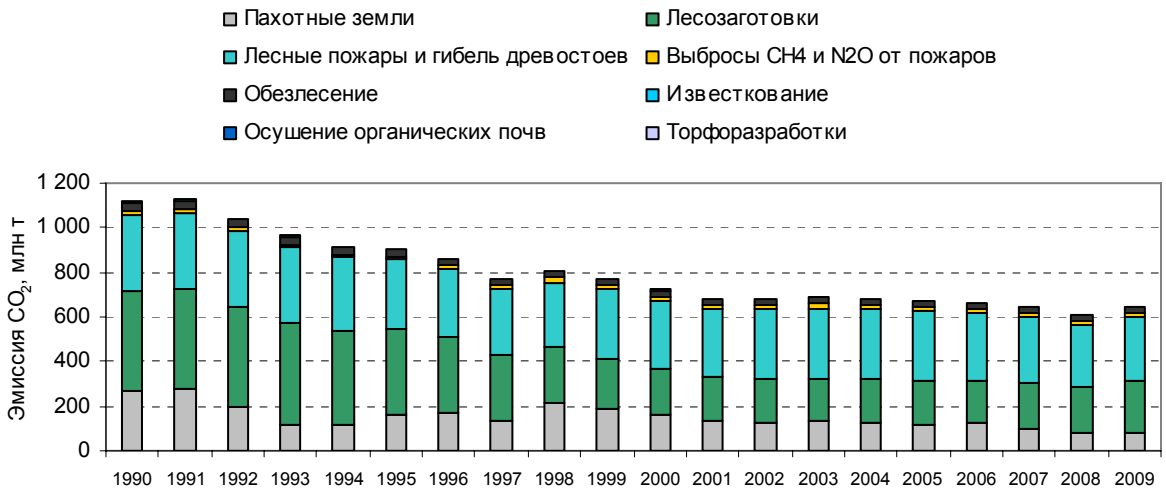


Рис. 7.1. Суммарная эмиссия парниковых газов в лесном хозяйстве и при землепользовании (пашня и известкование)

Рис. 7.2. Абсорбция CO_2 управляемыми лесами и землями сенокосов и пастбищ.

Таблица 7.5.

Выбросы (+) и абсорбция (-) парниковых газов в лесном хозяйстве, при землепользовании и изменении в землепользовании по источникам за 1990-2009 гг. (Гг CO_2-экв.)

Годы	Источники (+)/поглотители (-)										Всего
	Абсорбция управляемыми лесами[1)]	Выброс N_2O от осушения лесных почв, CO_2 -экв.	Облесение сельскохозяй-ственных угодий	Мгновенная эмиссия CH_4 и N_2O от пожаров, CO_2 -экв.	Известко-вание	Пахотные земли	Сенокосы и пастбища		Торфораз-работки	Перевод лесов в земли поселений (обезлесение)	
							Постоян-ные	Перевод из пашни			
1990	-231 447	254	-128	18 576	9 671	258 901	-11 440	-412	147	36 164	80 286
1991	-235 030	254	-331	17 024	8 932	268 662	-12 070	-4 941	147	31 837	74 482
1992	-237 801	254	-663	17 252	7 823	185 548	-18 225	-13 497	146	32 313	-26 852
1993	-242 986	254	-1 044	17 390	5 636	107 423	-12 582	-19 777	145	32 214	-113 325
1994	-301 896	254	-1 382	16 257	3 018	117 731	-9 077	-37 954	145	28 995	-183 909
1995	-360 926	254	-1 691	15 401	1 910	160 919	-19 119	-51 698	144	29 837	-224 969
1996	-420 159	254	-1 996	19 658	1 355	167 339	-22 666	-65 674	143	28 631	-293 115
1997	-479 770	254	-2 253	15 739	1 016	133 851	-21 787	-66 610	140	27 888	-391 531
1998	-539 603	254	-2 573	25 133	708	210 952	-24 569	-84 758	136	26 663	-387 656
1999	-543 082	246	-2 766	16 575	770	186 519	-25 317	-81 736	132	27 770	-420 890
2000	-583 100	238	-3 047	18 650	862	158 701	-17 779	-62 682	128	26 691	-461 339
2001	-601 896	230	-3 198	17 951	832	132 605	-16 014	-93 626	124	26 068	-536 923
2002	-607 464	222	-3 459	20 082	765	128 137	-17 235	-112 926	120	25 528	-566 230
2003	-615 338	215	-3 672	23 123	793	131 396	-18 389	-100 718	117	25 810	-556 664
2004	-605 032	215	-3 808	16 711	726	127 923	-20 496	-83 368	113	25 112	-541 905
2005	-600 152	215	-3 968	17 844	696	118 160	-4 572	-91 576	109	25 725	-537 519
2006	-613 082	215	-4 035	19 499	721	123 029	-8 506	-74 846	105	25 126	-531 775
2007	-613 781	215	-4 179	18 101	632	101 759	-2 440	-87 515	101	25 776	-561 331
2008	-630 909	212	-4 322	20 411	710	78 306	-1 680	-79 707	97	24 416	-592 467
2009	-695 326	212	-4 333	21 727	555	83 003	-1 525	-74 991	94	20 987	-649 598

[1)] за вычетом потерь углерода от лесозаготовок и гибели лесных насаждений от деструктивных лесных пожаров и прочих причин

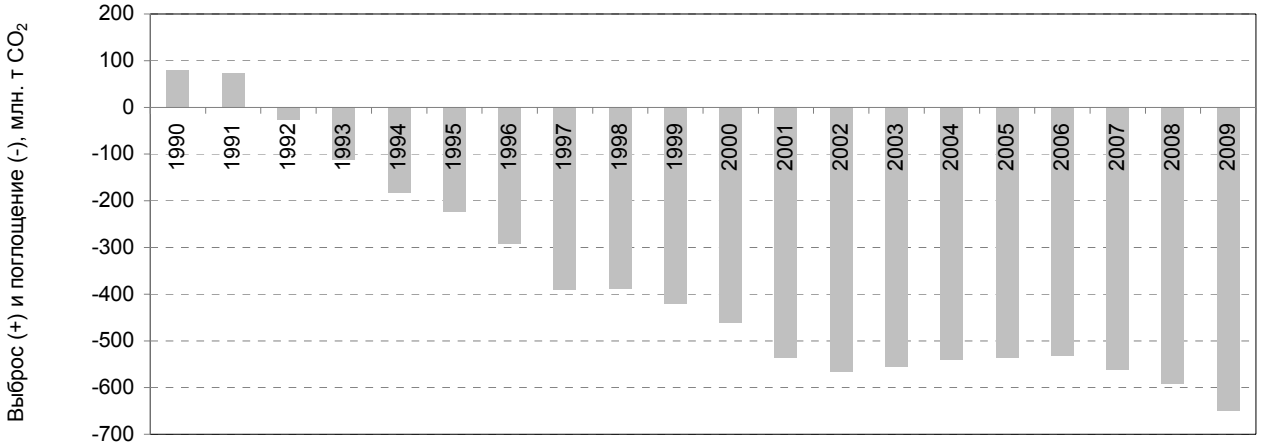


Рис. 7.3. Баланс CO_2 при землепользовании и в лесном хозяйстве

7.2 Характеристика источников и поглотителей парниковых газов

7.2.1 Лесные земли

Земли лесного фонда страны – объект федеральной собственности, представляющий совокупность лесов, лесных и нелесных земель в границах, установленных в соответствии с лесным и земельным законодательством. К землям лесного фонда относятся все леса, за исключением лесов, расположенных на землях особо охраняемых природных территорий и объектов, 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, 2003, 2008 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 земель лесного фонда, составившая в 2003 г. около 98% его площади, находилась в ведении Министерства природных ресурсов Российской Федерации (МПР России), в том числе 94% земель лесного фонда – в ведении Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) находилось. 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 лесоуправления. Рослесхоз перешел под юрисдикцию Министерства сельского хозяйства. Согласно указу Президент Российской Федерации №1074 от 27 августа 2010 г. Рослесхоз перешел в прямое подчинение Правительству Российской Федерации. Рослесхозу были переданы новые функции по выработке государственной политики и регулирования нормативно-правовой базы в области лесных отношений, а также по контролю и надзору в области лесных отношений за исключением лесов, расположенных на особо охраняемых природных территориях.

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 лесничества 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 количественных, качественных, экономических характеристиках лесов и лесных ресурсов; 6) об использовании, охране, о защите, воспроизводстве лесов; 7) о предоставлении лесов гражданам и 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 РФ (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, защиты 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 (лесоуправление) представляет собой цельную систему взаимосвязанных организационно-хозяйственных мероприятий по обеспечению устойчивого и неистощительного пользования лесными ресурсами.

В рамках управления лесами проводятся следующие мероприятия: регулярный учет, количественная оценка и анализ состояния, пространственно-временной и ресурсной динамики лесного фонда; лесовосстановительные мероприятия и уходы за лесом; охрана и защита лесов от пожаров и прочих причин гибели лесных насаждений; определение оптимального размера лесозаготовок (расчетная лесосека); 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). Площади управляемых лесов России корректируются с учетом вовлечения лесов в хозяйственный оборот. Площади управляемых лесов России приведены в таблице 7.1. По данным Росреестра и Рослесхоза по состоянию на 01.01.2010 г. лесные земли Российской Федерации охватывали 897,3 млн. га, а лесные земли, входящие в лесной фонд – 862,6 млн. га или 96,1% лесных земель страны. Запас стволовой древесины на землях лесного фонда оценивался в 79,98 млрд. м^3. Площадь управляемых лесов России составила

664,0 млн. га или 74,0% лесных земель страны, а их запас – 68,75 млрд. $м^3$, или 86% запаса древесины лесного фонда. Таким образом, управляемые леса России охватывают большую часть лесного фонда страны и, соответственно, определяют динамику выбросов и поглощения парниковых газов в лесном секторе. Схема расположения управляемых лесов на территории страны приведена на рисунке 7.4. К управляемым относятся все леса Приволжского, Северо-Западного, Северо-Кавказского, Уральского, Центрального, Южного федеральных округов, а также большая часть лесов Сибирского и Дальневосточного округов (Коровин с соавт., 2006; Гитарский с соавт., 2006; Пятое национальное сообщение, 2010). Наименьшая доля управляемых лесов от всех покрытых лесом земель отмечена в Новосибирской, Камчатской и Иркутской областях, Республиках Саха (Якутия), Тыва и Бурятия, Эвенкийской автономной области, Красноярском и Хабаровском краях.

В Государственный лесной реестр России в состав покрытых лесной растительностью земель включаются лесные насаждения с преобладанием древесных и кустарниковых пород с полнотой 0,3 и выше (для молодняков 0,4 и выше) и минимальной площадью от 1 га и более. В настоящем докладе в состав управляемых лесных земель включены сообщества с преобладанием, как деревьев, так и кустарников. Для отчетности по статьям 3.3 и 3.4 Киотского протокола кустарниковые сообщества исключаются, поскольку они не соответствуют принятому в «Национальном докладе РФ об установленном количестве выбросов» (2008) определению леса (сообщество деревьев с минимальной полнотой (плотностью стояния) 0,3 (для молодняков 0,4), минимальной высотой деревьев в спелом возрасте 5 м и площадью 1,0 га).

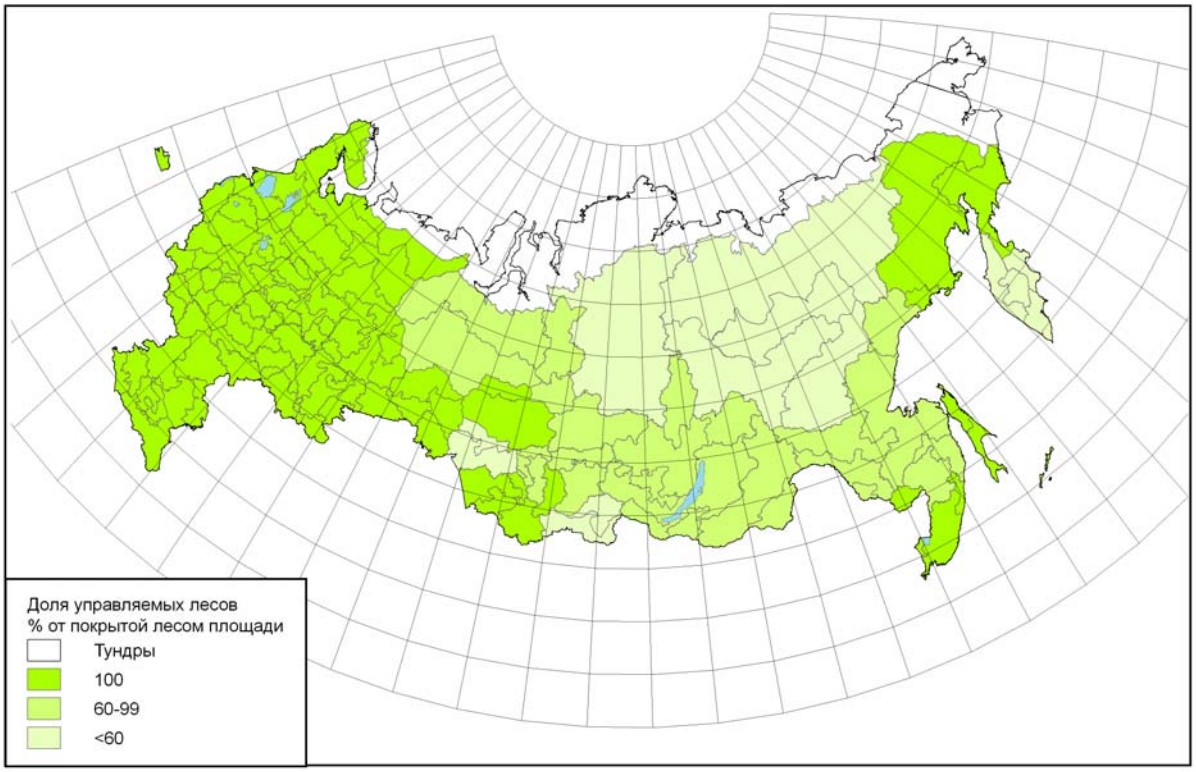
7.2.2 Пахотные земли

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 CO_2, N_2O и CH_4, причем выброс CO_2 может быть обусловлен пространственно-временной динамикой биомассы сельскохозяйственных культур, дыханием почвы, внесением известняковой муки и других известковых материалов. Выбросы N_2O связаны с внесением удобрений и изменениями физико-химических свойств почв при их конверсии в сельскохозяйственные земли, а выбросы CH_4 обусловлены культивацией торфяников (Пересмотренные руководящие принципы…, 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000; Руководящие указания по эффективной практике, 2003). При этом данные о выбросах парниковых газов должны представляться отдельно для постоянно обрабатываемых земель и земель, переведенных в сельскохозяйственные земли. Оценка выброса CO_2 от пахотных земель приводится в разделе 7.4.2. Перевода новых земель в пахотные угодья в РФ за период с 1990 по 2009 гг. не проводилось, поэтому соответствующие таблицы ОФД заполнены условным обозначением «не происходило» («NO»). Принято допущение, что незначительный рост пахотных площадей в 2008 и 2009 гг. обусловлен распашкой площадей, которые были выведены из использования в течение 1-2 лет назад. Таким образом, возможные изменения в запасах углерода всех пулов на эти землях крайне незначительны и ими можно пренебречь.

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 постоянных площадях сенокосов и пастбищ, а также на землях, переведенных в кормовые угодья из пахотных земель, приведены в разделе 7.4.3.

А



Б

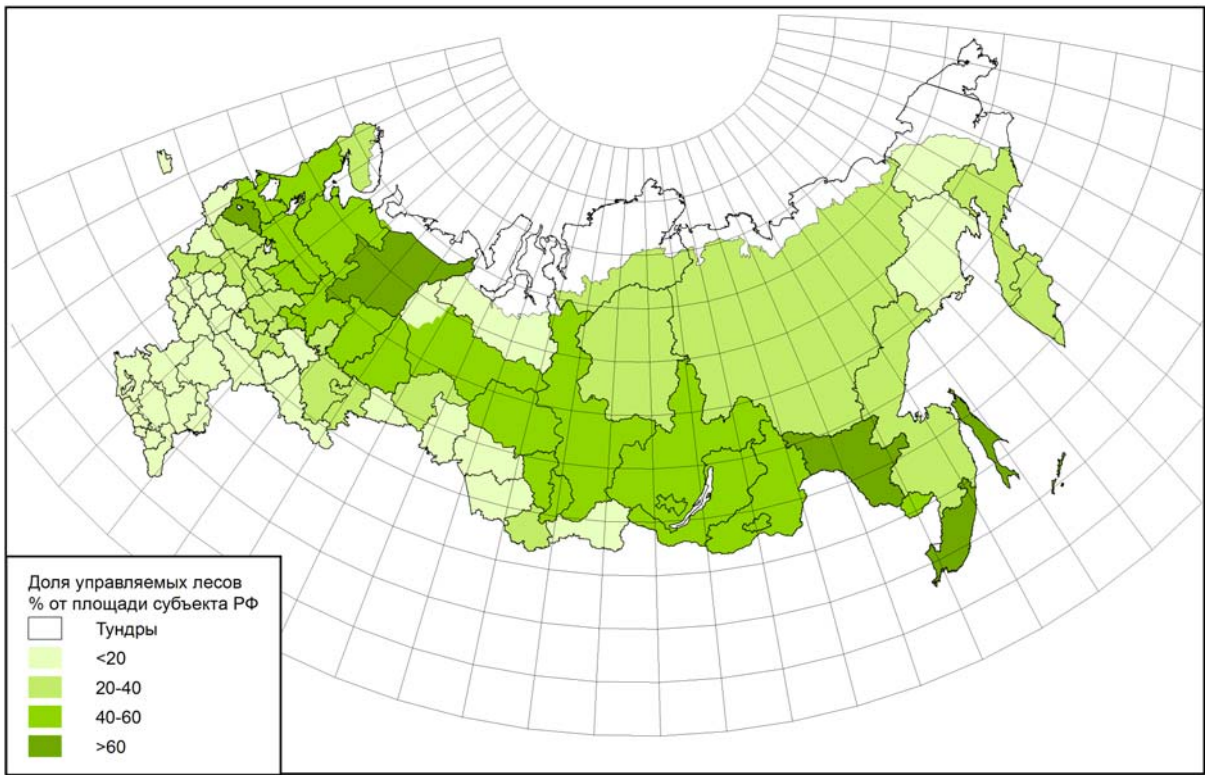


Рис. 7.4. Схема расположения управляемых лесов территории Российской Федерации: А – доля управляемых лесов от покрытых лесом земель; Б – доля управляемых лесов от площади субъекта РФ

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. Однако, в кадастре приведены оценки выбросов по землям, переведенным из лесных в земли поселений в результате обезлесения.

7.3 Методология сбора данных о деятельности в секторе лесного хозяйства

В данном подразделе приведено описание методологии сбора данных о деятельности и общей схемы взаимодействия различных ведомств и организаций в рамках национальной системы по сектору лесного хозяйства. Информация о деятельности, необходимая для составления кадастра парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство», основана на материалах Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) и данных Государственного лесного реестра – системы периодического единовременного определения количественных и качественных характеристик лесного фонда и происходящих в нем изменений (рис. 7.5). До 2008 года основным источником информации для составления кадастра парниковых газов по лесам были данные государственного учета лесного фонда (ГУЛФ). 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.

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 – долевое соотношение образующих насаждение древесных пород; среднюю высоту и средний диаметр деревьев, 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. Внешние границы участков лесного фонда, границы кварталов и таксационных выделов имеют четкую географическую привязку к топографическим картам.

В период между лесоустройствами учет проводят на основе сведений о текущих изменениях в лесном фонде, предоставляемых лесничествами и другими организациями, ведущими 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 заращивание 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 лесничествах и других организациях, ведущих лесное хозяйство, осуществляется на компьютере. Сводные данные по субъекту РФ получают в его территориальном органе исполнительной власти в

области лесных отношений на основе информации, поступающей из лесничеств. 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.

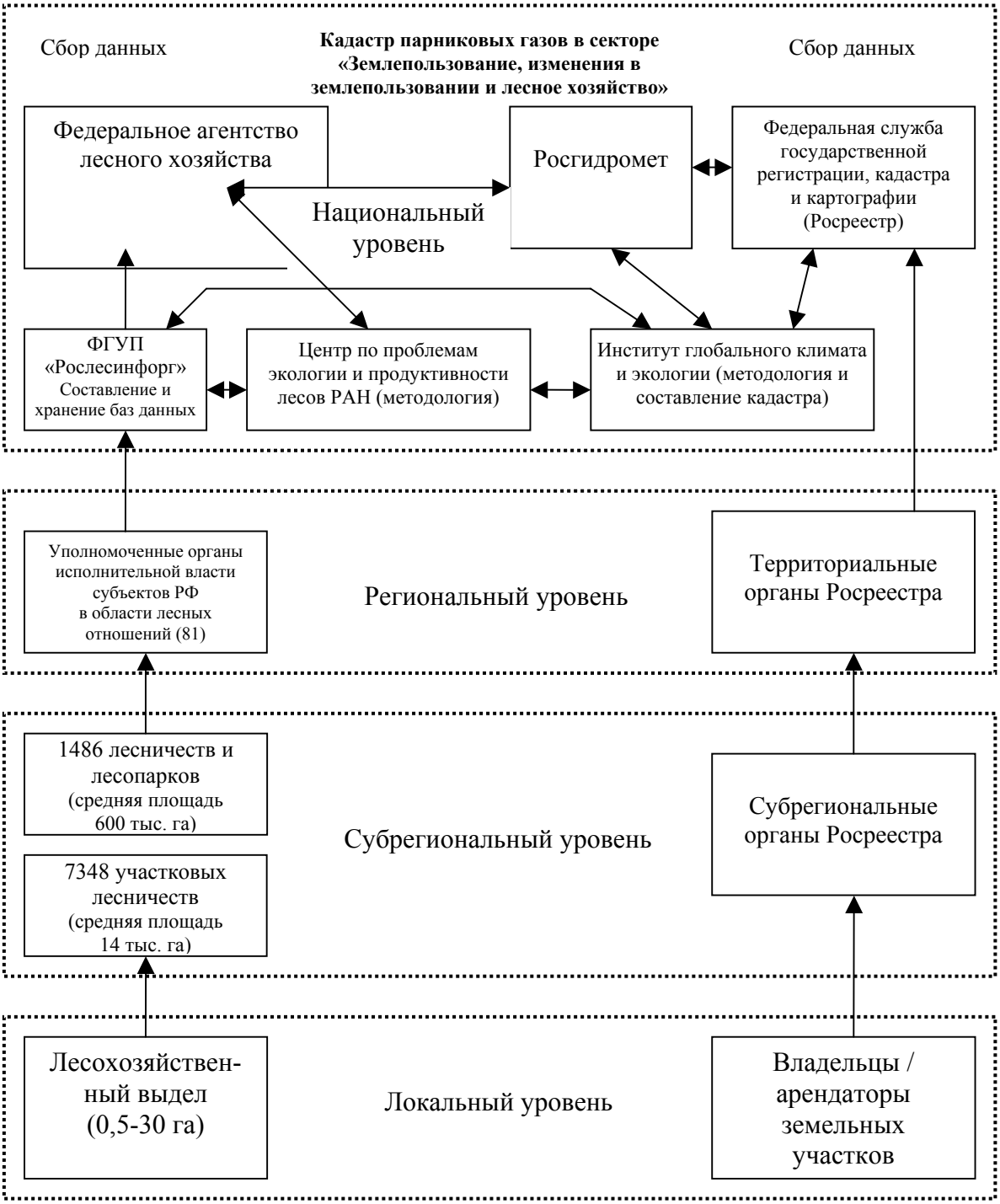


Рис. 7.5. Элементы национальной системы Российской Федерации по оценке выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение в землепользовании и лесное хозяйство», включая сбор данных о деятельности

7.4 Методика расчетов, данные о деятельности, параметры и величины выбросов и их верификация

7.4.1 Лесные земли

7.4.1.1 Методика расчета углеродного бюджета управляемых лесов

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 расчетов были использованы данные по площадям и запасам древесины управляемых лесов в разрезе субъектов РФ, предоставленные Рослесхозом по состоянию на 1 января 1988, 1993, 1998-2010 гг. Информационным источником для оценки бюджета углерода лесов на региональном уровне, в настоящее время являются материалы Государственного лесного реестра (ГЛР). Форма 4-ДЛР «Распределение площади лесов и запасов древесины по преобладающим породам и группам возраста» ГЛР содержит данные о площадях и запасах насаждений для покрытых лесом земель (с дифференциацией насаждений по преобладающим породам и группам возраста), форма 2-ДЛР «Характеристика лесов по целевому назначению» включает площади различных категорий непокрытых лесом и нелесных земель лесного фонда (гари, вырубки, луга, болота и т. д.). До 2008 г. аналогичная информация собиралась и периодически публиковалась в рамках государственных учетов лесного фонда (ГУЛФ) (Лесной фонд СССР, 1990; Лесной фонд России, 1995, 1999, 2003). Категории «покрытые лесом земли» и «не покрытые лесом земли» объединяются в категорию «лесные земли», то есть те земли, которые используются или могут быть использованы для выращивания леса.

В связи с замечаниями группы международных экспертов по проверке национального доклада о кадастре парниковых газов 2009 г. принято решение изменить методику расчета. Для оценки годовых изменений запасов углерода на лесных землях вместо метода расчета по изменению запаса был выбран метод по умолчанию, предполагающий вычитание потерь углерода из величин приращения углерода за отчетный период (Руководящие указания…, 2003). Начиная с 2010 г. были использованы методы и специальная программа для расчета выбросов и поглощения CO_2 на региональном уровне, разработанные Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук (ЦЭПЛ РАН). Описание методики и программа для расчета углеродного бюджета на региональном уровне выложена на сайте ЦЭПЛ РАН: http://www.cepl.rssi.ru/programms.htm. Эта методика была доработана с учетом замечаний по результатам проверки национального доклада о кадастре парниковых газов в 2010 г., что привело к полному перерасчету углеродного бюджета управляемых лесов за весь отчетный период[22].

Согласно методологическим рекомендациям МГЭИК, информационно-аналитическая оценка запасов и бюджета углерода проводится для следующих пулов: 1) фитомасса древостоя (древесного яруса); 2) мертвая древесина (сухостой и валеж); 3) подстилка; 4) органическое вещество почвы.

Территория России охватывает различные природные зоны, поэтому углеродные параметры лесов существенно варьируют в зональном и региональном отношении. В настоящей работе использован принцип зонально-провинциального деления территории России, впервые предложенный в работе (Исаев и др., 1995). В соответствии с этим принципом территория России делится на следующие макрорегионы: Европейско-Уральская часть, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток. Каждый из 4 макрорегионов, в свою очередь, подразделяется на 3 широтные (зональные) полосы: северную (северные редколесья и северная тайга), среднюю (средняя тайга) и южную (южная тайга, смешанные, широколиственные леса и лесостепь). Границы 12 зонально-региональных полигонов совмещаются с административными границами субъектов федерации, что облегчает использование в дальнейших расчетах информации ГЛР, представленной для лесничеств

[22] Доработка методики осуществлена при поддержке проекта "Совершенствование показателей запасов углерода в лесах" (ICF Consulting Ltd.)

(лесхозов) либо субъектов РФ. Распределение субъектов РФ по 12 зонально-региональным полигонам представлено в таблице 7.6.

Таблица 7.6

Природно-географическая дифференциация субъектов Российской Федерации

Зонально-региональный полигон	Субъекты Российской Федерации
Европейско-Уральская часть, северная тайга	Архангельская область, Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Республика Коми
Европейско-Уральская часть, средняя тайга	Вологодская область, Кировская область, Коми-Пермяцкий автономный округ, Пермская область, Республика Карелия, Свердловская область
Европейско-Уральская часть, южная тайга и более южные зоны	Астраханская область, Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Волгоградская область, Воронежская область, Ивановская область, Кабардино-Балкарская Республика, Калининградская область, Калужская область, Карачаево-Черкесская Республика, Костромская область, Краснодарский край, Курганская область, Курская область, Ленинградская область, Липецкая область, Московская область, Нижегородская область, Новгородская область, Оренбургская область, Орловская область, Пензенская область, Псковская область, Республика Адыгея, Республика Башкортостан, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Республика Калмыкия, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Северная Осетия (Алания), Республика Татарстан, Ростовская область, Рязанская область, Самарская область, Саратовская область, Смоленская область, Ставропольский край, Тамбовская область, Тверская область, Тульская область, Удмуртская Республика, Ульяновская область, Челябинская область, Чеченская Республика, Чувашская Республика, Ярославская область
Западная Сибирь, северная тайга	Ямало-Ненецкий автономный округ
Западная Сибирь, средняя тайга	Ханты-Мансийский автономный округ
Западная Сибирь, южная тайга и более южные зоны	Алтайский край, Кемеровская область, Новосибирская область, Омская область, Республика Алтай, Томская область, Тюменская область
Восточная Сибирь, северная тайга	Таймырский автономный округ, Эвенкийский автономный округ
Восточная Сибирь, средняя тайга	Иркутская область, Красноярский край, Республика Бурятия, Читинская область
Восточная Сибирь, южная тайга и более южные зоны	Республика Тыва, Республика Хакасия, Усть-Ордынский Бурятский автономный округ
Дальний Восток, северная тайга	Корякский автономный округ, Магаданская область, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ
Дальний Восток, средняя тайга	Амурская область, Камчатская область, Сахалинская область, Хабаровский край
Дальний Восток, южная тайга и более южные зоны	Еврейская автономная область, Приморский край

Отнесение объекта оценки (покрытых лесом площадей лесничества либо субъекта РФ) к одному из 12 зонально-региональных полигонов (табл. 7.6) является общим начальным шагом при выполнении оценки каждого из рассматриваемых пулов углерода. Выбор параметров расчета (конверсионных отношений, эталонных средних значений) осуществляется либо по зональной полосе (в этом случае макрорегиональное положение объекта не меняет значений параметров), либо по зонально-региональному полигону. Ниже характеризуются ключевые этапы информационно-аналитической оценки запасов и бюджета углерода по основным пулам.

Расчет запасов углерода в фитомассе древостоя осуществляется через приводимые в материалах ГЛР объемные запасы древесины насаждений и конверсионные коэффициенты, представляющие собой отношения запаса углерода фитомассы к запасу стволовой древесины. Конверсионные коэффициенты имеют размерность физической плотности (т С $м^{-3}$) и позволяют рассчитывать массу по определяемому в хозяйственных целях объемному запасу древесины. В принятой методике в качестве базовой использована система конверсионных коэффициентов (Замолодчиков, Уткин, Честных, 2003), определенных для преобладающих древесных пород в разрезе групп возраста.

Расчет запаса углерода в фитомассе древостоев по группам возраста преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта проводится по уравнению (7.1):

$$CP_{ij} = V_{ij}\, KP_{ij} \qquad (7.1)$$

где:

CP_{ij} – запас углерода в фитомассе древостоев группы возраста i преобладающей породы j, т С;

V_{ij} – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста i преобладающей породы j, $м^3$ $га^{-1}$ (по данным ГЛР);

KP_{ij} – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в фитомассе древостоев группы возраста i преобладающей породы j, т С $м^{-3}$ (приведены в таблице 7.7).

Расчет запасов углерода в мертвой древесине (валеж и сухостой). Отмирание деревьев (отпад) является естественным процессом и отмечается в течение всего периода развития древостоя. Разложение крупных древесных остатков в климатических условиях России идет достаточно медленно, поэтому наличие значительного углеродного пула мертвой древесины следует рассматривать как непременное свойство российских лесов. В настоящей методике использованы результаты детального исследования динамики запасов мертвой древесины в лесных экосистемах (Замолодчиков, 2009), осуществленного при помощи математического моделирования. Результаты моделирования позволили рассчитать значения конверсионных коэффициентов для оценки запасов углерода в мертвой древесине по объемным запасам древесины (табл. 7.8). *Расчет запаса углерода в мертвой древесине* по группам возраста преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта ведется по уравнению (7.2):

$$CD_{ij} = V_{ij}\, KD_{ij} \qquad (7.2)$$

где:

CD_{ij} – запас углерода в мертвой древесине насаждений группы возраста i преобладающей породы j, т С;

V_{ij} – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста i преобладающей породы j, $м^3$ (по данным ГЛР);

KD_{ij} – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в мертвой насаждений группы возраста i преобладающей породы j, т С $м^{-3}$ (приведены в таблице 7.8).

Таблица 7.7

Конверсионные коэффициенты (т С м$^{-3}$) для расчета запаса углерода в фитомассе древостоя по объемному запасу древесины лесного насаждения из публикации (Замолодчиков, Уткин, Честных, 2003)

Преобладающая порода	Зона	Группа возраста			
		Молодняки I и II классов возраста	Средне-возрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
Сосна	1	0,469	0,347	0,369	0,331
	2	0,397	0,323	0,358	0,323
	3	0,435	0,352	0,329	0,356
Ель	1	0,469	0,387	0,381	0,375
	2	0,469	0,370	0,343	0,341
	3	0,614	0,369	0,351	0,364
Пихта	1-3	0,420	0,308	0,283	0,270
Лиственница	1	0,523	0,423	0,450	0,478
	2	0,406	0,418	0,434	0,404
	3	0,392	0,371	0,398	0,398
Кедр	1-3	0,392	0,341	0,319	0,450
Дуб высокоствольный	1-3	0,616	0,491	0,418	0,478
Дуб низкоствольный	1-3	0,796	0,541	0,563	0,637
Каменная береза	1-3	0,795	0,541	0,563	0,636
Прочие твердолиственные	1-3	0,624	0,477	0,388	0,436
Береза	1	0,461	0,409	0,409	0,423
	2	0,461	0,438	0,383	0,369
	3	0,437	0,396	0,367	0,367
Осина, тополь	1-3	0,356	0,363	0,335	0,365
Прочие мягколиственные	1-3	0,381	0,336	0,334	0,337
Кедровый стланик	1-3	0,700	0,766	0,833	0,999

Примечание. Зоны: 1 – северная тайга, 2 – средняя тайга, 3 – южная тайга и более южные климатические зоны.

Таблица 7.8

Конверсионные коэффициенты (т С м$^{-3}$) для расчета запаса углерода в мертвой древесине по объемному запасу древесины лесного насаждения.

Преобладающая порода	Макрорегион	Зона	Группа возраста					
			молодняки 1 класса возраста	молодняки 2 класса возраста	средневозрастные	приспевающие	спелые	перестойные
Сосна	1	1	0,0797	0,1075	0,1095	0,1073	0,1196	0,0592
	1	2	0,0685	0,0966	0,1126	0,1228	0,1202	0,0780
	1	3	0,0579	0,0808	0,0962	0,1119	0,1073	0,0973
	2	1	0,0808	0,1187	0,1210	0,1147	0,0959	0,0698
	2	2	0,0755	0,1077	0,1322	0,1167	0,1033	0,0687
	2	3	0,0726	0,0974	0,1240	0,1379	0,1291	0,0829
	3	1	0,0773	0,0986	0,1099	0,1015	0,0797	0,0526
	3	2	0,0613	0,0868	0,1073	0,1128	0,0972	0,0566
	3	3	0,0618	0,0886	0,1026	0,1053	0,0977	0,0716
	4	1	0,0740	0,0982	0,1012	0,0981	0,0824	0,0491
	4	2	0,0616	0,0928	0,1041	0,0960	0,0708	0,0520
	4	3	0,0605	0,0875	0,1437	0,1179	0,0989	0,0524
Ель	1	1	0,0332	0,0993	0,1530	0,1513	0,1288	0,0664
	1	2	0,0291	0,0859	0,1473	0,1567	0,1280	0,0759
	1	3	0,0318	0,0916	0,1115	0,1445	0,1362	0,0995
	2	1	0,0340	0,1057	0,1625	0,1808	0,0885	0,0909
	2	2	0,0306	0,0927	0,1479	0,1604	0,0943	0,0748
	2	3	0,0361	0,1104	0,1184	0,1492	0,1008	0,1231
	3	1	0,0322	0,0918	0,1471	0,1271	0,0372	0,0644
	3	2	0,0281	0,0852	0,1431	0,1691	0,0415	0,0702
	3	3	0,0358	0,0994	0,1158	0,1378	0,0726	0,0883
	4	1	0,0324	0,0933	0,1480	0,1582	0,0298	0,0586
	4	2	0,0284	0,0830	0,1387	0,1517	0,0569	0,0665
	4	3	0,0357	0,1029	0,1113	0,1463	0,0734	0,0779
Пихта	1	1	0,0320	0,1023	0,0914	0,1174	0,1016	0,0528
	1	2	0,0270	0,0778	0,0983	0,1246	0,1110	0,0658
	1	3	0,0246	0,0660	0,0831	0,1050	0,0684	0,0533
	2	1	0,0305	0,0919	0,0771	0,1241	0,0210	0,0516
	2	2	0,0284	0,0831	0,0908	0,0869	0,0103	0,0543
	2	3	0,0258	0,0755	0,0971	0,1151	0,0725	0,0685
	3	1	0,0305	0,0919	0,0771	0,1241	0,0303	0,0521
	3	2	0,0253	0,0731	0,0874	0,1062	0,0594	0,0633
	3	3	0,0248	0,0756	0,0821	0,1059	0,0695	0,0623
	4	1	0,0305	0,0800	0,1004	0,1174	0,0699	0,0587
	4	2	0,0270	0,0803	0,0918	0,1292	0,1123	0,0876
	4	3	0,0265	0,0735	0,0976	0,1206	0,0884	0,0601
Лиственница	1	1	0,0290	0,0744	0,1108	0,1159	0,1140	0,0689
	1	2	0,0265	0,0451	0,1181	0,1398	0,1178	0,0891
	1	3	0,0282	0,0397	0,0852	0,1211	0,1231	0,0926
	2	1	0,0279	0,0627	0,1260	0,1397	0,0650	0,0961
	2	2	0,0246	0,0410	0,1137	0,1211	0,0437	0,0675
	2	3	0,0227	0,0395	0,0770	0,0970	0,0428	0,0588
	3	1	0,0263	0,0627	0,1010	0,0935	0,0439	0,0602
	3	2	0,0232	0,0444	0,1159	0,1341	0,0494	0,0686
	3	3	0,0249	0,0438	0,0822	0,0955	0,0617	0,0718
	4	1	0,0265	0,0568	0,1069	0,0946	0,0501	0,0709
	4	2	0,0225	0,0424	0,0955	0,1001	0,0461	0,0579
	4	3	0,0225	0,0389	0,0849	0,1052	0,0582	0,0738

Продолжение таблицы 7.8

Преобладающая порода	Макрорегион	Зона	Группа возраста					
			молодняки 1 класса возраста	молодняки 2 класса возраста	средневозрастные	приспевающие	спелые	перестойные
Кедр	1	1	0,0000	0,0937	0,0318	0,0278	0,0268	0,0198
	1	2	0,1532	0,1369	0,0515	0,0414	0,0341	0,0335
	1	3	0,1631	0,1189	0,0389	0,0388	0,0339	0,0287
	2	1	0,1545	0,0937	0,0322	0,0213	0,0205	0,0256
	2	2	0,1589	0,1638	0,0599	0,0473	0,0385	0,0328
	2	3	0,1548	0,1189	0,0485	0,0388	0,0339	0,0287
	3	1	0,1449	0,0693	0,0269	0,0177	0,0132	0,0193
	3	2	0,1544	0,1299	0,0709	0,0539	0,0278	0,0367
	3	3	0,1434	0,0812	0,0336	0,0209	0,0239	0,0276
	4	1	0,1486	0,0850	0,0305	0,0213	0,0183	0,0215
	4	2	0,1479	0,1351	0,0659	0,0324	0,0268	0,0269
	4	3	0,1492	0,1581	0,0497	0,0305	0,0274	0,0362
Дуб высокоствольный	1	2	0,0734	0,0846	0,0613	0,0765	0,0648	0,0612
	1	3	0,0734	0,0846	0,0639	0,0725	0,0648	0,0612
	4	2	0,0691	0,0935	0,0786	0,0755	0,0473	0,0457
	4	3	0,0640	0,0719	0,0701	0,0665	0,0425	0,0438
Дуб низкоствольный	1	2	0,0383	0,0618	0,1025	0,1750	0,0900	0,1336
	1	3	0,0383	0,0618	0,0856	0,1071	0,1128	0,1292
	4	2	0,0679	0,1064	0,1698	0,2017	0,1436	0,1246
	4	3	0,0426	0,0621	0,1414	0,1797	0,1278	0,1300
Каменная береза	4	1	0,0581	0,1140	0,1154	0,1187	0,0703	0,0984
	4	2	0,0666	0,0956	0,1195	0,1204	0,0526	0,0782
	4	3	0,0726	0,0952	0,1212	0,1107	0,0375	0,0736
Прочие твердолиственные	1	2	0,0223	0,1045	0,1001	0,0733	0,0135	0,0342
	1	3	0,0912	0,1141	0,0860	0,0733	0,0279	0,0342
	2	3	0,0199	0,0801	0,0564	0,0781	0,0178	0,0158
	4	2	0,0199	0,0763	0,0722	0,0519	0,0211	0,0158
	4	3	0,0211	0,0795	0,0703	0,0550	0,0157	0,0141
Береза	1	1	0,0240	0,0406	0,0741	0,0633	0,0629	0,0562
	1	2	0,0256	0,0371	0,0726	0,0678	0,0590	0,0539
	1	3	0,0187	0,0300	0,0650	0,0717	0,0646	0,0542
	2	1	0,0241	0,0480	0,0778	0,0655	0,0464	0,0601
	2	2	0,0253	0,0377	0,0717	0,0666	0,0105	0,0376
	2	3	0,0247	0,0360	0,0688	0,0686	0,0218	0,0426
	3	1	0,0242	0,0540	0,0735	0,0776	0,0293	0,0550
	3	2	0,0245	0,0394	0,0725	0,0613	0,0290	0,0453
	3	3	0,0212	0,0337	0,0657	0,0626	0,0361	0,0432
	4	1	0,0241	0,0460	0,0718	0,0709	0,0465	0,0584
	4	2	0,0242	0,0385	0,0687	0,0597	0,0416	0,0447
	4	3	0,0246	0,0404	0,0640	0,0648	0,0390	0,0407
Осина	1	1	0,0249	0,0554	0,0738	0,0610	0,0372	0,0291
	1	2	0,0223	0,0590	0,0846	0,0735	0,0459	0,0320
	1	3	0,0225	0,0585	0,0830	0,0801	0,0530	0,0346
	2	1	0,0225	0,0494	0,0767	0,0431	0,0053	0,0248
	2	2	0,0225	0,0612	0,0794	0,0613	0,0006	0,0297
	2	3	0,0223	0,0586	0,0824	0,0778	0,0163	0,0305
	3	1	0,0215	0,0611	0,0656	0,0648	0,0048	0,0201
	3	2	0,0216	0,0569	0,0700	0,0609	0,0149	0,0290
	3	3	0,0219	0,0566	0,0734	0,0682	0,0209	0,0322
	4	1	0,0216	0,0557	0,0811	0,0539	0,0181	0,0246
	4	2	0,0218	0,0600	0,0700	0,0627	0,0267	0,0285
	4	3	0,0218	0,0591	0,0735	0,0719	0,0279	0,0294

Продолжение таблицы 7.8

Преобладающая порода	Макрорегион	Зона	Группа возраста					
			молодняки 1 класса возраста	молодняки 2 класса возраста	средневозрастные	приспевающие	спелые	перестойные
Прочие мягко-лиственные	1	1	0,0230	0,0562	0,0864	0,0739	0,0661	0,0315
	1	2	0,0128	0,0256	0,0403	0,0617	0,0596	0,0589
	1	3	0,0153	0,0390	0,0478	0,0690	0,0578	0,0441
	2	1	0,0230	0,0555	0,0514	0,0681	0,0083	0,0200
	2	2	0,0230	0,0572	0,0648	0,0579	0,0404	0,0411
	2	3	0,0230	0,0670	0,0506	0,0580	0,0273	0,0335
	3	2	0,0226	0,0592	0,0764	0,0629	0,0127	0,0312
	3	3	0,0262	0,0754	0,0784	0,0595	0,0158	0,0246
	4	1	0,0254	0,0712	0,0776	0,0762	0,0403	0,0296
	4	2	0,0249	0,0706	0,0815	0,0685	0,0305	0,0319
	4	3	0,0169	0,0411	0,0534	0,0459	0,0301	0,0392
Кедровый стланик	3	2	0,0506	0,1026	0,1813	0,2206	0,2870	0,1958
	4	1	0,0490	0,1112	0,1695	0,2067	0,2112	0,2299
	4	2	0,0495	0,0997	0,1718	0,1953	0,2299	0,2667
	4	3	0,0495	0,0609	0,1741	0,2027	0,2737	0,2869
Прочие кустарники	1	1	0,0143	0,0396	0,0973	0,0118	0,0147	0,0254
	1	3	0,0174	0,0570	0,0605	0,0545	0,0215	0,0196
	2	1	0,0143	0,0396	0,0973	0,0677	0,0489	0,0254
	2	2	0,0180	0,0538	0,0718	0,0396	0,0091	0,0128
	2	3	0,0177	0,0534	0,0443	0,1089	0,0021	0,0184
	3	1	0,0143	0,0367	0,1227	0,0611	0,0239	0,0253
	3	2	0,0180	0,0538	0,0718	0,0396	0,0381	0,0299
	3	3	0,0143	0,0380	0,0593	0,0395	0,0294	0,0206
	4	1	0,0174	0,0543	0,0687	0,0519	0,0425	0,0338
	4	2	0,0172	0,0453	0,0444	0,1133	0,0601	0,0254

Примечание. Макрорегионы: 1 – Европейско-Уральская часть, 2 – Западная Сибирь, 3 – Восточная Сибирь, 4 – Дальний Восток; зоны: 1 – северная тайга, 2 – средняя тайга, 3 – южная тайга и более южные климатические зоны. Отсутствие коэффициентов по ряду пород для некоторых зонально-региональных полигонов связано с отсутствием насаждений данной породы в этом полигоне.

Расчет запасов углерода подстилки проводится по данным о площадях насаждений той или иной преобладающей породы и средним на единицу площади значениям запаса, специфичными для зонально-региональных полигонов. Стабильные низкие запасы углерода подстилки присутствуют на временно непокрытых лесом землях (гари, вырубки), стабильные высокие – в лесных насаждениях старших возрастов (Замолодчиков, Коровин, Гитарский, 2007; Честных, Лыжин, Кокшарова, 2007). Молодые лесные насаждения находятся в состоянии перехода от низких запасов к высоким, при этом продолжительность восстановления стабильных высоких значений запаса углерода подстилки можно принять равной 20 годам (Руководящие указания…, 2003). В данных ГЛР лесные насаждения, 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 либо 20 лет. Если длительность возрастного класса 10 лет (мягколиственные породы), то насаждениями в возрасте до 20 лет будут молодняки 1 и 2 класса возраста, если класс возраста равен 20 годам (хвойные за исключением кедра и твердолиственные) – только 1 класса возраста. Таким образом, эталонные средние запасы углерода подстилки должны быть определены специфично к возрастным группам молодняков 1 класса возраста, 2 класса возраста и совокупности более старших групп возраста лесных насаждений. Эти средние значения были найдены по данным работ (Замолодчиков, Коровин, Гитарский, 2007; Честных, Лыжин, Кокшарова, 2007) и приведены в таблицах 7.9, 7.10, 7.11.

Таблица 7.9

Средние значения запаса углерода подстилки (т С га$^{-1}$) в молодняках 1 класса возраста преобладающих древесных пород

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	11,4	2,6	7,0	1,7
	2	14,2	20,0	4,3	4,3
	3	7,4	6,4	5,5	5,5
Ель	1	13,0	12,7	12,7	12,7
	2	8,8	8,8	8,8	7,7
	3	9,0	7,4	8,2	5,4
Пихта	1	3,6	3,6	3,6	3,6
	2	3,6	3,6	3,6	3,6
	3	5,1	5,1	5,1	5,1
Лиственница	1	13,7	13,7	10,6	4,9
	2	6,0	6,0	6,0	6,0
	3	4,5	4,5	4,5	4,5
Кедр	1	5,5	5,5	5,5	1,8
	2	7,1	7,1	7,1	7,1
	3	2,8	2,8	2,8	3,9
Твердолиственные	1	4,5	4,5	4,5	3,9
	2	4,5	4,5	4,5	3,9
	3	4,5	4,5	4,5	3,9
Береза	1	14,7	2,7	2,7	2,7
	2	10,1	2,4	2,4	2,4
	3	4,6	4,6	2,1	4,8
Осина	1	7,6	7,6	7,6	7,6
	2	7,6	7,6	7,6	7,6
	3	3,6	3,6	1,9	1,9
Прочие мягколиственные	1	5,0	5,0	5,0	5,0
	2	5,0	5,0	5,0	5,0
	3	5,0	5,0	5,0	5,0
Кедровый стланик	1	1,6	1,6	1,6	1,6
	2	1,6	1,6	1,6	1,6
	3	1,6	1,6	1,6	1,6

Таблица 7.10

Средние значения запаса углерода подстилки (т С га$^{-1}$) в молодняках 2 класса возраста преобладающих древесных пород

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	13,8	3,2	8,5	2,1
	2	17,2	24,2	5,2	5,2
	3	9,0	7,7	6,6	6,6
Ель	1	15,7	15,4	15,4	15,4
	2	10,6	10,6	10,6	9,4
	3	10,9	8,9	9,9	6,5
Пихта	1	4,4	4,4	4,4	4,4
	2	4,4	4,4	4,4	4,4
	3	6,2	6,2	6,2	6,2
Лиственница	1	16,5	16,5	12,8	5,9
	2	7,3	7,3	7,3	7,3
	3	5,5	5,5	5,5	5,5
Кедр	1	6,7	6,7	6,7	2,1
	2	8,6	8,6	8,6	8,6
	3	3,4	3,4	3,4	4,8
Твердолиственные	1	5,4	5,4	5,4	4,7
	2	5,4	5,4	5,4	4,7
	3	5,4	5,4	5,4	4,7
Береза	1	18,1	3,4	3,4	3,4
	2	12,4	3,0	3,0	3,0
	3	5,6	5,6	2,6	5,9
Осина	1	9,4	9,4	9,4	9,4
	2	9,4	9,4	9,4	9,4
	3	4,4	4,4	2,4	2,4
Прочие мягколиственные	1	6,1	6,1	6,1	6,1
	2	6,1	6,1	6,1	6,1
	3	6,1	6,1	6,1	6,1
Кедровый стланик	1	2,0	2,0	2,0	2,0
	2	2,0	2,0	2,0	2,0
	3	2,0	2,0	2,0	2,0

Таблица 7.11

Средние значения запаса углерода подстилки (т С га$^{-1}$) в средневозрастных и более старших группах возраста преобладающих древесных пород

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	13,8	3,2	8,5	2,1
	2	17,2	24,2	5,2	5,2
	3	9,0	7,7	6,6	6,6
Ель	1	15,7	15,4	15,4	15,4
	2	10,6	10,6	10,6	9,4
	3	10,9	8,9	9,9	6,5
Пихта	1	4,4	4,4	4,4	4,4
	2	4,4	4,4	4,4	4,4
	3	6,2	6,2	6,2	6,2
Лиственница	1	16,5	16,5	12,8	5,9
	2	7,3	7,3	7,3	7,3
	3	5,5	5,5	5,5	5,5
Кедр	1	6,7	6,7	6,7	2,1
	2	8,6	8,6	8,6	8,6
	3	3,4	3,4	3,4	4,8
Твердолиственные	1	5,4	5,4	5,4	4,7
	2	5,4	5,4	5,4	4,7
	3	5,4	5,4	5,4	4,7
Береза	1	19,8	3,7	3,7	3,7
	2	13,6	3,3	3,3	3,3
	3	6,2	6,2	2,9	6,5
Осина	1	10,3	10,3	10,3	10,3
	2	10,3	10,3	10,3	10,3
	3	4,9	4,9	2,6	2,6
Прочие мягколиственные	1	6,7	6,7	6,7	6,7
	2	6,7	6,7	6,7	6,7
	3	6,7	6,7	6,7	6,7
Кедровый стланик	1	2,0	2,0	2,0	2,0
	2	2,0	2,0	2,0	2,0
	3	2,0	2,0	2,0	2,0

Расчет запаса углерода в подстилке насаждений преобладающих пород в пределах субъекта Федерации по уравнению (7.3):

$$CL_{ij} = S_{ij}\, KL_{ij} \qquad (7.3)$$

где:

CL_j - запас углерода в подстилке насаждений группы возраста i преобладающей породы j, т С;

S_j - площадь насаждений группы возраста i преобладающей породы j, га (по данным ГЛР);

KL_i – средний запас углерода в подстилке насаждений группы возраста i преобладающей породы j, т С га$^{-1}$ (приведены в таблицах 7.9, 7.10, 7.11).

Расчет запасов углерода почвы аналогичен таковому для подстилки, однако приводится по эталонным средним значениям органического углерода почвы в слое 0-30 см. Эталонные значения были идентифицированы по данным работ (Честных, Замолодчиков, Уткин, 2004; Замолодчиков, Коровин, Гитарский, 2007) и приведены в таблицах 7.12, 7.13 и 7.14. Расчет запаса углерода в почве насаждений преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта проводится по уравнению (7.4):

$$CS_{ij} = S_{ij}\ KS_{ij} \qquad (7.4)$$

где:

CS_j - запас углерода в слое почвы 0-30 см под насаждениями группы возраста i преобладающей породы j, т С;

S_j - площадь насаждений группы возраста i преобладающей породы j, га (по данным ГЛР);

KS_j – средний запас углерода в в слое почвы 0-30 см под насаждениями группы возраста i преобладающей породы j, т С га$^{-1}$ (приведены в таблицах 7.12, 7.13 и 7.14).

Таблица 7.12

Средние значения запаса углерода слоя почвы 0-30 см (т С га$^{-1}$) в молодняках 1 класса возраста преобладающих древесных пород.

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	81,2	127,0	127,0	127,0
	2	43,8	104,7	75,0	49,7
	3	67,2	90,4	74,6	74,6
Ель	1	114,8	79,8	94,1	94,1
	2	60,1	103,7	132,7	132,7
	3	74,5	108,7	146,9	146,9
Пихта	1	86,7	86,7	94,9	94,9
	2	86,7	86,7	94,9	94,9
	3	91,2	91,2	70,5	74,6
Лиственница	1	148,0	93,3	93,3	93,3
	2	81,3	81,3	81,3	71,1
	3	69,3	69,3	119,3	178,3
Кедр	1	151,7	151,7	158,7	158,7
	2	151,7	151,7	126,4	126,4
	3	125,8	125,8	125,8	125,8
Твердолиственные	1	47,2	47,2	47,2	47,2
	2	47,2	47,2	47,2	47,2
	3	46,0	90,8	76,6	76,6
Береза	1	85,3	144,3	144,3	144,3
	2	68,1	68,1	125,0	125,0
	3	75,8	97,1	94,6	94,6
Осина	1	62,3	62,3	82,3	82,3
	2	62,3	62,3	82,3	82,3
	3	62,3	62,3	82,3	82,3
Прочие мягколиственные	1	97,1	74,2	74,2	74,2
	2	97,1	74,2	74,2	74,2
	3	55,4	55,4	55,4	55,4
Кедровый стланик	1	145,4	145,4	145,4	145,4
	2	145,4	145,4	145,4	145,4
	3	145,4	145,4	145,4	145,4

Таблица 7.13

Средние значения запаса углерода слоя почвы 0-30 см (т С га$^{-1}$) в молодняках 2 класса возраста преобладающих древесных пород.

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	86,4	135,2	135,2	135,2
	2	46,6	111,4	79,8	52,9
	3	71,5	96,2	79,4	79,4
Ель	1	122,2	84,9	100,1	100,1
	2	64,0	110,4	141,2	141,2
	3	79,3	115,7	156,3	156,3
Пихта	1	92,3	92,3	101,0	101,0
	2	92,3	92,3	101,0	101,0
	3	97,1	97,1	75,0	79,4
Лиственница	1	157,5	99,3	99,3	99,3
	2	86,5	86,5	86,5	75,7
	3	73,7	73,7	126,9	189,8
Кедр	1	161,4	161,4	168,9	168,9
	2	161,4	161,4	134,5	134,5
	3	133,9	133,9	133,9	133,9
Твердолиственные	1	50,2	50,2	50,2	50,2
	2	50,2	50,2	50,2	50,2
	3	49,0	96,7	81,5	81,5
Береза	1	91,0	153,9	153,9	153,9
	2	72,6	72,6	133,3	133,3
	3	80,9	103,5	100,9	100,9
Осина	1	66,4	66,4	87,7	87,7
	2	66,4	66,4	87,7	87,7
	3	66,4	66,4	87,7	87,7
Прочие мягколиственные	1	103,6	79,1	79,1	79,1
	2	103,6	79,1	79,1	79,1
	3	59,1	59,1	59,1	59,1
Кедровый стланик	1	154,7	154,7	154,7	154,7
	2	154,7	154,7	154,7	154,7
	3	154,7	154,7	154,7	154,7

Таблица 7.14

Средние значения запаса углерода слоя почвы 0-30 см (т С га$^{-1}$) в средневозрастных и более старших группах возраста преобладающих древесных пород.

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	86,4	135,2	135,2	135,2
	2	46,6	111,4	79,8	52,9
	3	71,5	96,2	79,4	79,4
Ель	1	122,2	84,9	100,1	100,1
	2	64,0	110,4	141,2	141,2
	3	79,3	115,7	156,3	156,3
Пихта	1	92,3	92,3	101,0	101,0
	2	92,3	92,3	101,0	101,0
	3	97,1	97,1	75,0	79,4
Лиственница	1	157,5	99,3	99,3	99,3
	2	86,5	86,5	86,5	75,7
	3	73,7	73,7	126,9	189,8
Кедр	1	161,4	161,4	168,9	168,9
	2	161,4	161,4	134,5	134,5
	3	133,9	133,9	133,9	133,9
Твердолиственные	1	50,2	50,2	50,2	50,2
	2	50,2	50,2	50,2	50,2
	3	49,0	96,7	81,5	81,5
Береза	1	93,8	158,7	158,7	158,7
	2	74,9	74,9	137,4	137,4
	3	83,4	106,8	104,1	104,1
Осина	1	68,5	68,5	90,5	90,5
	2	68,5	68,5	90,5	90,5
	3	68,5	68,5	90,5	90,5
Прочие мягколиственные	1	106,8	81,6	81,6	81,6
	2	106,8	81,6	81,6	81,6
	3	61,0	61,0	61,0	61,0
Кедровый стланик	1	154,7	154,7	154,7	154,7
	2	154,7	154,7	154,7	154,7
	3	154,7	154,7	154,7	154,7

Завершающим этапом расчета запасов углерода для рассматриваемых пулов является суммирование по возрастным группам с получением суммарного значения для данной преобладающей породы, и дальнейшее суммирование по преобладающим породам с получением суммарного значения для рассматриваемого объекта (лесничества, административного района, субъекта Федерации).

Оценка значений пулов углерода по возрастным группам лесных насаждений открывает возможности для оценки потоков углерода. Метод оценки поглощения углерода пулом фитомассы по данным ГЛР (в то время ГУЛФ) был предложен в работе (Исаев и др., 1993), в которой публикации рассматриваемый поток именовался «депонирование углерода», а в настоящем докладе используется термин «абсорбция углерода». Сначала рассчитываются средние на единицу площади значения запасов углерода фитомассы в последовательных возрастных группах (уравнение 7.5). Далее, с использованием информации по временным

интервалам пребывания насаждений в данной возрастной группе (табл. 7.15), оценивается средняя годичная абсорбция углерода пулом фитомассы в данной группе (уравнение 7.6). Суммарное значение абсорбции углерода пулом фитомассы в данной возрастной группе преобладающей породы равно произведению среднего годичного значения на соответствующую площадь (уравнение 7.7). Абсорбция углерода пулом фитомассы в наиболее старшей возрастной группе (перестойные) принимается равной нулю.

Таблица 7.15

Временные интервалы возрастных групп насаждений преобладающих пород

Преобладающая порода	Зона	Временной интервал возрастной группы, лет				
		Молодняки 1 класса возраста	Молодняки 2 класса возраста	Средневоз-растные	Приспе-вающие	Спелые
Сосна	1	20	20	40	20	40
	2	20	20	40	20	40
	3	20	20	20	20	40
Ель	1	20	20	40	20	40
	2	20	20	40	20	40
	3	20	20	20	20	40
Пихта	1	20	20	20	20	40
	2	20	20	20	20	40
	3	20	20	20	20	40
Лиственница	1	20	20	60	20	40
	2	20	20	60	20	40
	3	20	20	40	20	40
Кедр	1	40	40	120	40	80
	2	40	40	120	40	80
	3	40	40	120	40	80
Дуб высоко-ствольный	1	20	20	40	20	40
	2	20	20	40	20	40
	3	20	20	20	20	40
Дуб низко-ствольный	1	10	10	30	10	20
	2	10	10	30	10	20
	3	10	10	30	10	20
Прочие твердолиственные	1	20	20	40	20	40
	2	20	20	40	20	40
	3	20	20	20	20	40
Мягколиственные	1	10	10	30	10	20
	2	10	10	30	10	20
	3	10	10	30	10	20
Кедровый стланик	1	20	20	60	20	40
	2	20	20	60	20	40
	3	20	20	60	20	40
Прочие кустарники	1	5	5	10	5	10
	2	5	5	10	5	10
	3	5	5	10	5	10

Расчет абсорбции углерода пулом фитомассы ведется по совокупности уравнений 7.5-7.7:

$$MCP_{ij} = CP_{ij} / S_{ij} \quad (7.5)$$

$$MAbP_{ij} = [(MCP_{ij} - MCP_{i-1j})\ TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCP_{i+1j} - MCP_{ij})\ TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+j})] / TI_{ij} \quad (7.6)$$

$$AbP_{ij} = S_{ij}\ MAbP_{ij} \quad (7.7)$$

где:

MCP_{ij} – средний запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С га$^{-1}$;

CP_{ij} – запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С;

S_{ij} – площадь насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, га;

$MAbP_{ij}$ – средняя годичная абсорбция углерода пулом фитомассы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С га$^{-1}$ год$^{-1}$;

MCP_{i-1j} – средний запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы i-1 (предшествующая возрастной группе i) преобладающей породы j, т С га$^{-1}$;

TI_{ij} – временной интервал возрастной группы i преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

TI_{i-1j} – временной интервал возрастной группы i-1 преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

MCP_{i+1j} – средний запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы i+1 (следующая за возрастной группой i) преобладающей породы j, т С га$^{-1}$;

TI_{i+j} – временной интервал возрастной группы i+1 преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

AbP_{ij} – годичная абсорбция углерода пулом фитомассы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С год$^{-1}$.

Расчет абсорбции углерода пулом мертвой древесины аналогичен таковому для пула фитомассы и ведется по совокупности уравнений 7.8-7.10.

$$MCD_{ij} = CD_{ij} / S_{ij} \quad (7.8)$$

$$MAbD_{ij} = [(MCD_{ij} - MCD_{i-1j})\ TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCD_{i+1j} - MCD_{ij})\ TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+j})] / TI_{ij} \quad (7.9)$$

$$AbD_{ij} = S_{ij}\ MAbD_{ij} \quad (7.10)$$

где:

MCD_{ij} – средний запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С га$^{-1}$;

CD_{ij} – запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С;

S_{ij} – площадь насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, га;

$MAbD_{ij}$ – средняя годичная абсорбция углерода пулом мертвой древесины насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С га$^{-1}$ год$^{-1}$;

MCD_{i-1j} – средний запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы i-1 (предшествующая возрастной группе i) преобладающей породы j, т С га$^{-1}$;

TI_{ij} – временной интервал возрастной группы i преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

TI_{i-1j} – временной интервал возрастной группы i-1 преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

MCD_{i+1j} – средний запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы i+1 (следующая за возрастной группой i) преобладающей породы j, т С га$^{-1}$;

TI_{i+j} – временной интервал возрастной группы i+1 преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

AbD_{ij} – годичная абсорбция углерода пулом мертвой древесины насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С год$^{-1}$.

Расчет абсорбции углерода пулом подстилки. На непокрытых лесом землях (вырубки, гари, погибшие насаждения) присутствуют запасы подстилки, образованные опадом быстро восстанавливающейся недревесной растительности, поэтому, в отличие от фитомассы древостоя и мертвой древесины, накопление запасов углерода подстилки начинается не с нуля, а с начальных значений («нулевая» возрастная группа), представленных в таблице 7.16. Предполагается, что время достижения стабильных значений пула подстилки равно 20 годам, таким образом, поглощение этим пулом присутствует у хвойных, твердолиственных, прочих пород и кедрового стланика в молодняках 1 класса возраста, у мягколиственных пород и прочих кустарниках – в молодняках 1 и 2 класса возраста. Для выполнения указанного условия введены ограничения к уравнению 7.11.

Таблица 7.16

Средние значения запаса углерода подстилки (т С га$^{-1}$) для 0-й возрастной группы (временно не покрытые лесом земли) по преобладающим древесным породам

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	8,9	2,1	5,5	1,3
	2	11,1	15,6	3,3	3,3
	3	5,8	5,0	4,2	4,2
Ель	1	10,1	9,9	9,9	9,9
	2	6,8	6,8	6,8	6,0
	3	7,0	5,7	6,3	4,2
Пихта	1	2,8	2,8	2,8	2,8
	2	2,8	2,8	2,8	2,8
	3	4,0	4,0	4,0	4,0
Лиственница	1	10,6	10,6	8,2	3,8
	2	4,7	4,7	4,7	4,7
	3	3,5	3,5	3,5	3,5
Кедр	1	4,3	4,3	4,3	1,4
	2	5,5	5,5	5,5	5,5
	3	2,2	2,2	2,2	3,1
Твердолиственные	1	3,5	3,5	3,5	3,0
	2	3,5	3,5	3,5	3,0
	3	3,5	3,5	3,5	3,0
Береза	1	12,7	2,4	2,4	2,4
	2	8,7	2,1	2,1	2,1
	3	4,0	4,0	1,8	4,2
Осина	1	6,6	6,6	6,6	6,6
	2	6,6	6,6	6,6	6,6
	3	3,1	3,1	1,7	1,7
Прочие мягколиственные	1	4,3	4,3	4,3	4,3
	2	4,3	4,3	4,3	4,3
	3	4,3	4,3	4,3	4,3
Кедровый стланик	1	1,3	1,3	1,3	1,3
	2	1,3	1,3	1,3	1,3
	3	1,3	1,3	1,3	1,3

Абсорбция углерода пулом подстилки рассчитывается по совокупности уравнений 7.11-7.12.

$$MAbL_{ij} = [(MCL_{ij} - MCL_{i-1j})\ TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCL_{i+1j} - MCL_{ij})\ TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (7.11)$$

при i-1=0 TI_{i-1j}=0; при любых i+1, начало которых ≥ 20 лет, TI_{i+1j}=0

$$AbL_{ij} = S_{ij}\ MAbL_{ij} \quad (7.12)$$

где:

MCL_{ij} – средний запас углерода подстилки насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С $га^{-1}$ (табл. 7.9-7.11);

S_{ij} – площадь насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, га;

$MAbL_{ij}$ – средняя годичная абсорбция углерода пулом подстилки насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С $га^{-1}$ $год^{-1}$;

MCL_{i-1j} – средний запас углерода подстилки насаждений возрастной группы i-1 (предшествующая возрастной группе i) преобладающей породы j, т С $га^{-1}$ (табл. 7.9-7.11, для i=0 – табл. 7.16);

TI_{i-1j} – временной интервал возрастной группы i-1 преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

MCL_{i+1j} – средний запас углерода подстилки насаждений возрастной группы i+1 (следующая за возрастной группой i) преобладающей породы j, т С $га^{-1}$ (табл. 7.9-7.11);

TI_{i+j} – временной интервал возрастной группы i+1 преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

AbL_{ij} – годичная абсорбция углерода пулом подстилки насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С $год^{-1}$.

TI_{ij} – временной интервал возрастной группы i преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

Расчет абсорбции углерода пулом органического вещества почв. Как и в случае подстилки, на непокрытых лесом землях присутствуют запасы углерода почвы, поскольку нарушения не приводят к полным потерям данного пула. Начальные значения углерода почвы («нулевая» возрастная группа) представлены в таблице 7.17. Как и для подстилки, предполагается, что время достижения стабильных значений пула почвы равно 20 годам, таким образом, поглощение этим пулом присутствует у хвойных и твердолиственных пород лишь в молодняках 1 класса возраста, у мягколиственных пород и кустарников – в молодняках 1 и 2 класса возраста. Это выражается во введении ограничений к уравнению 7.13. *Оценка абсорбции углерода слоем почвы 0-30 см* аналогична таковой для пула подстилки и осуществляется по совокупности уравнений 7.13-7.14.

$$MAbS_{ij} = [(MCS_{ij} - MCS_{i-1j})\ TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCS_{i+1j} - MCS_{ij})\ TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+j})] / TI_{ij} \quad (7.13)$$

при i-1=0 TI_{i-1j}=0; при любых i+1, начало которых ≥ 20 лет, TI_{i+1j}=0

$$AbL_{ij} = S_{ij}\ MAbS_{ij} \quad (7.14)$$

где:

MCS_{ij} – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С $га^{-1}$ (табл. 7.12-7.14);

S_{ij} – площадь насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, га;

$MAbS_{ij}$ – средняя годичная абсорбция углерода пулом почвы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С $га^{-1}$ $год^{-1}$;

MCS_{i-1j} – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы i-1 (предшествующая возрастной группе i) преобладающей породы j, т С $га^{-1}$ (табл. 7.12-7.14, для i=0 – табл. 7.19);

TI_{ij} – временной интервал возрастной группы i преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

TI_{i-1j} – временной интервал возрастной группы i-1 преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

MCS_{+1j} – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы i+1 (следующая за возрастной группой i) преобладающей породы j, т С $га^{-1}$ (табл. 7.12-7.14);

TI_{i+j} – временной интервал возрастной группы i+1 преобладающей породы j (табл. 7.15), лет;

AbS_{ij} – годичная абсорбция углерода пулом почвы насаждений возрастной группы i преобладающей породы j, т С $год^{-1}$.

Далее для всех пулов проводится суммирование годовых значений абсорбции углерода по возрастным группам с получением суммарного значения для данной преобладающей породы, и дальнейшее суммирование по преобладающим породам с получением суммарного значения годовой абсорбции углерода данным пулом для рассматриваемого объекта (субъекта Федерации).

Таблица 7.17

Средние значения запаса углерода почвы (т С $га^{-1}$) для 0-й возрастной группы (временно не покрытые лесом земли) по преобладающим древесным породам

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	9,1	2,1	5,6	1,4
	2	11,3	15,9	3,4	3,4
	3	5,9	5,1	4,3	4,3
Ель	1	10,3	10,1	10,1	10,1
	2	6,9	6,9	6,9	6,1
	3	7,2	5,8	6,5	4,2
Пихта	1	2,9	2,9	2,9	2,9
	2	2,9	2,9	2,9	2,9
	3	4,1	4,1	4,1	4,1
Лиственница	1	10,8	10,8	8,4	3,9
	2	4,8	4,8	4,8	4,8
	3	3,6	3,6	3,6	3,6
Кедр	1	4,4	4,4	4,4	1,4
	2	5,6	5,6	5,6	5,6
	3	2,2	2,2	2,2	3,1
Твердолиственные	1	3,5	3,5	3,5	3,1
	2	3,5	3,5	3,5	3,1
	3	3,5	3,5	3,5	3,1
Береза	1	13,0	2,4	2,4	2,4
	2	8,9	2,1	2,1	2,1
	3	4,0	4,0	1,9	4,2
Осина	1	6,8	6,8	6,8	6,8
	2	6,8	6,8	6,8	6,8
	3	3,2	3,2	1,7	1,7
Прочие мягколиственные	1	4,4	4,4	4,4	4,4
	2	4,4	4,4	4,4	4,4
	3	4,4	4,4	4,4	4,4
Кедровый стланик	1	1,3	1,3	1,3	1,3
	2	1,3	1,3	1,3	1,3
	3	1,3	1,3	1,3	1,3

Оценка потерь углерода. Помимо абсорбции углерода, в лесном фонде происходят и потери углерода, связанные с различными нарушениями лесного покрова, среди которых наибольшее значение имеют рубки и пожары. Материалы ГЛР (ГУЛФ) не содержат информации о годичных масштабах нарушений, однако включают суммарные оценки образовавшихся в результате рубок, пожаров и прочих нарушений площадей временно не покрытых лесом земель (вырубки, гари, погибшие насаждения). При известных временах зарастания вырубок и гарей можно оценить годичные темпы нарушений. Времена зарастания (табл. 7.18) были оценены путем сравнения статистических данных по масштабам нарушений и площадей вырубок и гарей из материалов ГУЛФ и ГЛР. *Оценка средних годичных темпов нарушений* в лесном фонде оцениваемого объекта осуществляется по уравнениям 7.15 и 7.16.

$$ASF = SB / TRB \tag{7.15}$$

где:

ASF – годичная площадь деструктивных лесных пожаров, га год$^{-1}$;

SB – площадь гарей (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га;

TRB – время зарастания гарей (табл. 7.18), лет.

$$ASH = SC / TRC \tag{7.16}$$

где:

ASH – годичная площадь сплошных рубок, га год$^{-1}$;

SC – площадь вырубок (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га;

TRC – время зарастания вырубок (табл. 7.18), лет.

В материалах ГЛР и ГУЛФ для площадей вырубок и гарей приводятся лишь суммарные значение по оцениваемому объекту (лесничество или лесхоз, субъект РФ). Поэтому оценка потерь углерода лесами при сплошных рубках проводится по средним значениям углеродных пулов для всех спелых лесов (то есть тех, в которых проводятся рубки) оцениваемого объекта.

Расчет потерь пула биомассы при сплошных рубках осуществляется по уравнению (7.17):

$$LsPH = ASH\ CP_m / S_m \tag{7.17}$$

где:

LsPH – годичные потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год$^{-1}$;

ASH – годичная площадь сплошных рубок, га год$^{-1}$;

CP_m – суммарный запас углерода фитомассы спелых лесов оцениваемого объекта, т С;

S_m – суммарная площадь спелых лесов оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

Поскольку пожары могут охватывать лесные насаждения любого возраста, для оценки потерь пула фитомассы используются средние значения по всем лесам оцениваемого объекта. Расчет потерь пула биомассы при пожарах осуществляется по уравнению (7.18):

$$LsPF = ASF\ CP_a / S_a \tag{7.18}$$

где:

LsPF – годичные потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при пожарах, т С год$^{-1}$;

ASF – годичная площадь деструктивных лесных пожаров, га год$^{-1}$;

CP_a – суммарный запас углерода фитомассы на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, т С;

S_a – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

Таблица 7.18

Времена зарастания вырубок и гарей по субъектам РФ

Субъект РФ	Время зарастания, лет	
	вырубки	гари
Центральный федеральный округ		
Белгородская область	4	8
Брянская область	4	9
Владимирская область	4	9
Воронежская область	4	8
Ивановская область	5	9
Калужская область	4	9
Костромская область	5	10
Курская область	5	10
Липецкая область	4	9
Московская область	5	10
Орловская область	3	6
Рязанская область	5	9
Смоленская область	4	9
Тамбовская область	3	7
Тверская область	5	9
Тульская область	4	8
Ярославская область	5	10
Северо-Западный федеральный округ		
Республика Карелия	7	14
Республика Коми	6	13
Архангельская область	6	13
Вологодская область	6	11
Калининградская область	4	8
Ленинградская область	6	11
Мурманская область	9	17
Новгородская область	6	11
Псковская область	5	11
Ненецкий автономный округ	6	13
Южный федеральный округ		
Республика Адыгея	3	7
Республика Дагестан	5	10
Республика Ингушетия	7	13
Кабардино-Балкарская республика	4	8
Республика Калмыкия	3	5
Карачаево-Черкесская республика	4	8
Республика Северная Осетия-Алания	4	7
Чеченская республика	7	13
Краснодарский край	3	7
Ставропольский край	3	6
Астраханская область	3	5
Волгоградская область	3	5
Ростовская область	2	5

Продолжение таблицы 7.18

Субъект РФ	Время зарастания, лет	
	вырубки	гари
Приволжский федеральный округ		
Республика Башкортостан	5	10
Республика Марий Эл	5	10
Республика Мордовия	4	9
Республика Татарстан	4	9
Удмуртская республика	5	10
Чувашская республика	4	9
Кировская область	6	11
Нижегородская область	4	9
Оренбургская область	4	7
Пензенская область	4	8
Пермская область	7	13
Самарская область	4	8
Саратовская область	3	6
Ульяновская область	4	8
Коми-Пермяцкий автономный округ	6	13
Уральский федеральный округ		
Курганская область	5	10
Свердловская область	6	11
Тюменская область	7	13
Челябинская область	5	9
Ханты-Мансийский автономный округ	6	13
Ямало-Ненецкий автономный округ	6	13
Сибирский федеральный округ		
Республика Алтай	6	12
Республика Бурятия	6	13
Республика Тыва	2	5
Республика Хакасия	2	5
Алтайский край	6	12
Красноярский край	6	13
Иркутская область	6	11
Кемеровская область	6	13
Новосибирская область	5	10
Омская область	5	11
Томская область	6	11
Читинская область	6	11
Агинский Бурятский автономный округ	6	13
Таймырский (Долгано-Ненецкий) автономный округ	6	13
Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	6	13
Эвенкийский автономный округ	6	13
Дальневосточный федеральный округ		
Республика Саха (Якутия)	6	13
Приморский край	2	3
Хабаровский край	6	13
Амурская область	5	10
Камчатская область	8	17
Магаданская область	7	14
Сахалинская область	8	15
Еврейская автономная область	6	13
Корякский автономный округ	8	17
Чукотский автономный округ	7	14

Расчет годичных потерь углерода пулом мертвой древесины аналогичен таковому для пула фитомассы и ведется по уравнениям (7.19) и (7.20):

$$LsDH = ASH\ CD_m / S_m \quad (7.19)$$

где:

LsDH – годичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год$^{-1}$;

ASH – годичная площадь сплошных рубок, га год$^{-1}$;

CD_m – суммарный запас углерода мертвой древесины спелых лесов оцениваемого объекта, т С;

S_m – суммарная площадь спелых лесов оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

$$LsDF = ASF\ CD_a / S_a \quad (7.20)$$

где:

LsDF – годичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при пожарах, т С год$^{-1}$;

ASF – годичная площадь деструктивных лесных пожаров, га год$^{-1}$;

CD_a – суммарный запас углерода мертвой древесины на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, т С;

S_a – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

При деструктивных нарушениях происходит частичное снижение запаса углерода подстилки вплоть до значений, представленных в таблице 7.16. *Потери пула подстилки при сплошных рубках* рассчитываются по уравнению (7.21).

$$LsLH = ASH\ (CL_m / S_m - MCL_{0m}) \quad (7.21)$$

где:

LsLH – годичные потери углерода пулом постилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год$^{-1}$;

ASH – годичная площадь сплошных рубок, га год$^{-1}$;

CL_m – суммарный запас углерода подстилки в спелых лесах оцениваемого объекта, т С;

MCL_{0m} – средний запас углерода подстилки для 0-возрастной группы (временно не покрытые лесом земли), рассчитанный с учетом соотношения площадей преобладающих пород в спелых лесах, т С га$^{-1}$.

S_m – суммарная площадь спелых лесов оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

Потери пула подстилки при деструктивных лесных пожарах рассчитываются по уравнению (7.22).

$$LsLF = ASF\ (CL_a / S_a - MCL_{0a}) \quad (7.22)$$

где:

LsLF – годичные потери углерода пулом постилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год$^{-1}$;

ASH – годичная площадь деструктивных лесных пожарах, га год$^{-1}$;

CL_a – суммарный запас углерода подстилки на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, т С;

MCL_{0a} – средний запас углерода подстилки для 0-возрастной группы (временно не покрытые лесом земли), рассчитанный с учетом соотношения площадей преобладающих пород на покрытых лесом землях, т С га$^{-1}$.

S_a – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

Расчет потерь углерода в слое почвы 0-30 см аналогичен таковому для подстилки, пределы снижения средних значений углерода почвы при деструктивных нарушениях представлены в таблице 7.19. Расчет *потерь углерода почвы при сплошных рубках* выполняется по уравнению (7.23).

$$LsSH = ASH\ (CS_m / S_m - MCS_{0m}) \quad (7.23)$$

где:

LsSH – годичные потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год$^{-1}$;

ASH – годичная площадь сплошных рубок, га год$^{-1}$;

CS_m – суммарный запас углерода почвы в спелых лесах оцениваемого объекта, т С;

MCS_{0m} – средний запас углерода почвы для 0-возрастной группы (временно не покрытые лесом земли), рассчитанный с учетом соотношения площадей преобладающих пород в спелых лесах, т С га$^{-1}$.

S_m – суммарная площадь спелых лесов оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

Потери пула почвы при деструктивных лесных пожарах рассчитываются по уравнению (7.24).

$$LsSF = ASF\ (CS_a / S_a - MCS_{0a}) \quad (7.24)$$

где:

LsSF – годичные потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год$^{-1}$;

ASH – годичная площадь деструктивных лесных пожарах, га год$^{-1}$;

CS_a – суммарный запас углерода почвы на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, т С;

MCS_{0a} – средний запас углерода почвы для 0-возрастной группы (временно не покрытые лесом земли), рассчитанный с учетом соотношения площадей преобладающих пород на покрытых лесом землях, т С га$^{-1}$.

S_a – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

Расчет бюджета углерода. Годичный бюджет по каждому из пулов углерода рассчитывается для покрытых лесом земель оцениваемого объекта по разности абсорбции и потерь (уравнения 7.25-7.28).

$$BP = AbP - LsPH - LsPF \quad (7.25)$$

где:

BP – годичный бюджет углерода по пулу фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

AbP – годичная абсорбция углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

LsPH – годичные потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год$^{-1}$;

Таблица 7.19

Средние значения массы доступного для горения топлива (биомасса, подстилка, мертвая древесина) для лесных земель, тонн/га

Пулы	Покрытые лесной растительностью земли	Непокрытые лесной растительностью земли
Биомасса	87,9	10,4
Мертвая древесина	17,4	1,1
Подстилка	16,1	10,9
Всего	121,4	22,4

LsPF – годичные потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год$^{-1}$.

$$BD = AbD – LsDH – LsDF \quad (7.26)$$

где:

BD – годичный бюджет углерода по пулу мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

AbD – годичная абсорбция углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

LsDH – годичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год$^{-1}$;

LsDF – годичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год$^{-1}$.

$$BP = AbL – LsLH – LsLF \quad (7.27)$$

где:

BL – годичный бюджет углерода по пулу подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

AbL – годичная абсорбция углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

LsLH – годичные потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год$^{-1}$;

LsLF – годичные потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год$^{-1}$.

$$BS = AbS – LsSH – LsSF \quad (7.28)$$

где:

BS – годичный бюджет углерода по слою почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

AbS – годичная абсорбция углерода слоем почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

LsSH – годичные потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год$^{-1}$;

LsSF – годичные потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год$^{-1}$.

Суммарный бюджет углерода для покрытых лесом земель оцениваемого объекта рассчитывается по уравнению (7.29).

$$BT = BP + BD + BL + BS \quad (7.29)$$

где:

BT – суммарный годичный бюджет углерода покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

BP – годичный бюджет углерода по пулу фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

BD – годичный бюджет углерода по пулу мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

BL – годичный бюджет углерода по пулу подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$;

BS – годичный бюджет углерода по слою почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год$^{-1}$.

Оценка прямых выбросов парниковых газов (CH_4, N_2O, CO, NO_x) от пожара проводили по формуле 7.30 (Руководящие принципы…, 2006)**:**

$$L_{пожар} = A\ M_B\ C_f\ G_{ef}\ 10^{-3} \quad (7.30)$$

где:

Lпожар – количество выбросов парниковых газов от пожара; тонн каждого парникового газа, например, CH_4, N_2O и т.д.,

A – выжигаемая площадь, га,

MB – масса доступного для горения топлива, тонн/га. Сюда входят биомасса, подстилка и мертвая древесина. Средний запас биомассы, постилки, мертвой древесины получены делением удвоенной суммы запасов углерода в биомассе, подстилке мертвой древесины (согласно уравнениям 7.1, 7.2, 7.3) на площадь лесных земель (таблица 7.19).

C_f – коэффициент сгорания; не имеет размерности. Использованы значения 0,43 для верхового пожара и 0,15 для низового пожара в бореальных лесах (по таблице 2.6, Руководящие принципы…, 2006),

G_{ef} – коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (таблица 2.5, Руководящие принципы…, 2006).

Основные лесообразующие породы, включенные в расчет – сосна, ель, пихта, лиственница и сосна кедровая для хвойных; высокоствольный и низкоствольный дубы, береза каменная и прочие для твердолиственных; береза, осина и другие для мягколиственных. Данные о площадях управляемых лесных земель представлены в таблице 7.20.

Таблица 7.20

Состав управляемых лесных земель Российской Федерации по данным Рослесхоза

Годы	Площади лесных земель, тыс. га				
	Всего	Покрытые лесной растительностью	Непокрытые лесной растительностью		
			Всего	Гари, погибшие насаждения	Вырубки
1988	605 915,4	534 553,4	71 362,0	18 961,6	8 399,8
1989	607 692,9	534 798,9	72 894,0	19 025,5	8 409,0
1990	609 470,4	535 044,5	74 426,0	19 089,4	8 418,1
1991	611 248,0	535 290,0	75 957,9	19 153,4	8 427,3
1992	613 025,5	535 535,6	77 489,9	19 217,3	8 436,4
1993	614 803,0	535 781,1	79 021,9	19 281,2	8 445,6
1994	614 837,7	537 975,4	76 862,3	18 876,2	7 710,2
1995	614 824,0	540 169,8	74 654,2	18 471,1	6 974,7
1996	614 803,4	542 364,1	72 439,2	18 066,1	6 239,3
1997	614 795,3	544 558,5	70 236,8	17 661,1	5 503,8
1998	614 789,2	546 752,8	68 036,3	17 256,1	4 768,4
1999	614 785,5	546 313,9	68 471,5	18 800,3	4 165,1
2000	614 719,1	547 178,8	67 540,3	18 769,9	4 158,4
2001	614 739,0	546 814,2	67 924,8	19 393,3	3 544,2
2002	615 254,7	547 214,4	68 040,3	19 880,3	3 444,6
2003	616 951,3	549 233,4	67 717,9	19 965,3	3 364,3
2004	619 447,6	551 872,9	67 574,7	20 126,7	3 359,6
2005	620 564,1	553 536,7	67 027,4	19 699,0	3 379,4
2006	620 569,1	554 903,0	65 666,2	19 288,3	3 300,6
2007	620 559,9	555 486,0	65 073,8	18 923,2	3 344,3
2008	620 929,3	558 270,4	62 658,9	17 756,8	3 506,5
2009	664 010,1	600 108,8	63 901,3	18 111,6	3 858,2

В таблице 7.21 приведено распределение площадей и запасов древесины по основным лесообразующим породам и группам возраста управляемых лесов России. В основу расчетов положены дезагрегированные данные по площадям покрытых лесной растительностью земель, площадей вырубок, гарей и погибших насаждений, а также данные о площадях и запасах лесных насаждений по преобладающим породам в разрезе субъектов РФ. Результаты расчетов запасов углерода, поглощения, потерь и бюджета углерода управляемых лесов за 2009 г. по субъектам РФ представлены в приложении 3.2.

Таблица 7.21

Распределение площадей и запасов древесины по группам лесообразующих пород и группам возраста управляемых лесов России

Год	Группа 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	2351,2	72589,6	9278,4	37460,5	5988,4	197970,9	28393,1
	Твердолиственные	2157,8	86,2	4217,5	490,5	1754,3	222,9	7222,8	888,5
	Мягколиственные	21775,0	478,5	33211,8	3187,4	10885,7	1524,1	32889,3	5446,8
	Прочие породы	57,0	2,2	38,0	3,0	13,5	2,1	49,0	11,9
	Кустарники	4671,7	39,8	15454,8	361,3	6086,3	133,7	17037,1	424,3
	Итого	97672,3	2957,9	125511,7	13320,5	56200,3	7871,2	255169,1	35164,6
1989	Хвойные	68705,0	2370,5	74593,9	9635,9	37378,5	6019,9	194974,5	27991,7
	Твердолиственные	2129,3	85,8	4220,2	493,0	1742,4	222,2	7167,8	884,1
	Мягколиственные	21733,2	479,8	33604,8	3233,7	10997,1	1555,6	33262,8	5538,5
	Прочие породы	55,0	2,1	76,7	4,0	13,5	2,1	47,5	11,8
	Кустарники	5018,2	41,3	16188,1	367,4	6080,1	133,7	16810,5	421,3
	Итого	97640,6	2979,4	128683,7	13734,0	56211,6	7933,5	252263,1	34847,4
1990	Хвойные	68399,2	2389,7	76598,2	9993,5	37296,6	6051,5	191978,1	27590,4
	Твердолиственные	2100,8	85,3	4222,9	495,6	1730,5	221,5	7112,8	879,7
	Мягколиственные	21691,3	481,1	33997,8	3280,0	11108,5	1587,1	33636,3	5630,3
	Прочие породы	52,9	2,1	115,4	5,0	13,6	2,0	45,9	11,6
	Кустарники	5364,7	42,7	16921,4	373,4	6073,8	133,6	16583,9	418,2
	Итого	97608,8	3001,0	131855,6	14147,6	56223,0	7995,8	249357,1	34530,1
1991	Хвойные	68093,3	2409,0	78602,4	10351,0	37214,6	6083,0	188981,8	27189,0
	Твердолиственные	2072,2	84,9	4225,5	498,2	1718,6	220,8	7057,7	875,3
	Мягколиственные	21649,5	482,5	34390,7	3326,3	11219,9	1618,6	34009,9	5722,0
	Прочие породы	50,9	2,0	154,2	6,0	13,6	2,0	44,4	11,4
	Кустарники	5711,1	44,1	17654,7	379,5	6067,6	133,5	16357,3	415,1
	Итого	97577,1	3022,5	135027,6	14561,1	56234,3	8058,0	246451,0	34212,9
1992	Хвойные	67787,5	2428,3	80606,7	10708,6	37132,7	6114,6	185985,4	26787,7
	Твердолиственные	2043,7	84,5	4228,2	500,7	1706,7	220,1	7002,7	871,0
	Мягколиственные	21607,6	483,8	34783,7	3372,6	11331,3	1650,1	34383,4	5813,7
	Прочие породы	48,8	1,9	192,9	7,0	13,7	2,0	42,8	11,2
	Кустарники	6057,6	45,6	18388,0	385,6	6061,3	133,4	16130,7	412,0
	Итого	97545,3	3044,0	138199,5	14974,6	56245,7	8120,3	243545,0	33895,6
1993	Хвойные	67481,7	2447,6	82611,0	11066,1	37050,7	6146,2	182989,0	26386,3
	Твердолиственные	2015,2	84,0	4230,9	503,3	1694,8	219,5	6947,7	866,6
	Мягколиственные	21565,8	485,1	35176,7	3419,0	11442,7	1681,6	34756,9	5905,5
	Прочие породы	46,8	1,9	231,6	8,1	13,7	2,0	41,3	11,1
	Кустарники	6404,1	47,0	19121,3	391,6	6055,1	133,4	15904,1	409,0
	Итого	97513,6	3065,6	141371,5	15388,1	56257,0	8182,6	240639,0	33578,4

Таблица 7.21 (продолжение)

Год	Группа 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
1994	Хвойные	67691,1	2475,7	83241,8	11150,0	37420,8	6216,3	181855,2	26277,6
	Твердолиственные	1996,0	83,2	4254,8	509,3	1704,9	220,3	6991,8	872,2
	Мягколиственные	21712,2	486,4	35536,1	3457,0	11662,7	1721,2	35448,6	6039,6
	Прочие породы	46,1	1,8	256,2	8,8	14,8	2,1	42,1	11,2
	Кустарники	6849,8	49,9	19674,5	405,5	6095,7	134,5	15480,0	405,7
	Итого	98295,3	3097,0	142963,5	15530,6	56899,0	8294,4	239817,7	33606,3
1995	Хвойные	67900,6	2503,9	83872,6	11233,9	37790,9	6286,5	180721,4	26168,9
	Твердолиственные	1976,8	82,3	4278,8	515,3	1715,0	221,1	7035,8	877,9
	Мягколиственные	21858,7	487,6	35895,5	3495,0	11882,7	1760,9	36140,3	6173,8
	Прочие породы	45,5	1,8	280,9	9,5	15,9	2,1	43,0	11,2
	Кустарники	7295,4	52,8	20227,8	419,4	6136,4	135,7	15055,9	402,4
	Итого	99077,0	3128,5	144555,5	15673,1	57540,9	8406,3	238996,3	33634,2
1996	Хвойные	68110,0	2532,0	84503,4	11317,8	38161,0	6356,7	179587,6	26060,1
	Твердолиственные	1957,7	81,5	4302,7	521,3	1725,1	222,0	7079,9	883,6
	Мягколиственные	22005,1	488,9	36254,9	3533,1	12102,7	1800,5	36831,9	6308,0
	Прочие породы	44,8	1,8	305,5	10,3	17,1	2,2	43,8	11,3
	Кустарники	7741,1	55,7	20781,0	433,3	6177,0	136,9	14631,8	399,2
	Итого	99858,7	3159,9	146147,5	15815,7	58182,9	8518,2	238175,0	33662,1
1997	Хвойные	68319,5	2560,1	85134,2	11401,6	38531,1	6426,8	178453,8	25951,4
	Твердолиственные	1938,5	80,7	4326,6	527,3	1735,2	222,8	7124,0	889,2
	Мягколиственные	22151,6	490,2	36614,2	3571,1	12322,7	1840,1	37523,6	6442,1
	Прочие породы	44,2	1,8	330,1	11,0	18,2	2,2	44,7	11,4
	Кустарники	8186,7	58,6	21334,3	447,2	6217,7	138,1	14207,7	395,9
	Итого	100640,5	3191,4	147739,5	15958,2	58824,9	8630,0	237353,7	33690,0
1998	Хвойные	68528,9	2588,3	85765,0	11485,5	38901,3	6497,0	177320,0	25842,7
	Твердолиственные	1919,3	79,8	4350,6	533,2	1745,3	223,6	7168,0	894,9
	Мягколиственные	22298,0	491,5	36973,6	3609,1	12542,7	1879,8	38215,3	6576,3
	Прочие породы	43,5	1,8	354,7	11,7	19,3	2,3	45,5	11,5
	Кустарники	8632,4	61,5	21887,5	461,1	6258,3	139,2	13783,6	392,6
	Итого	101422,2	3222,9	149331,5	16100,7	59466,9	8741,9	236532,3	33717,9
1999	Хвойные	69280,6	2561,4	85192,4	11330,5	38767,5	6481,1	176301,7	25704,4
	Твердолиственные	1921,5	80,1	4304,2	519,7	1754,0	226,6	7189,9	904,1
	Мягколиственные	22148,5	491,1	37421,7	3682,3	12664,5	1901,4	38512,4	6633,9
	Прочие породы	42,6	1,8	357,1	11,4	20,2	1,2	50,8	13,7
	Кустарники	8613,0	61,2	21755,6	457,6	6264,7	140,3	13751,0	391,7
	Итого	102006,2	3195,6	149030,9	16001,5	59471,0	8750,7	235805,8	33647,9
2000	Хвойные	70170,7	2583,7	85269,8	11357,7	38675,0	6482,0	175292,9	25680,4
	Твердолиственные	1886,6	80,0	4318,8	528,3	1750,4	227,1	7167,5	906,7
	Мягколиственные	22252,4	494,3	38047,9	3746,4	12761,0	1923,6	38776,7	6678,2
	Прочие породы	41,7	2,0	356,2	11,4	20,1	1,2	50,9	13,7
	Кустарники	8594,4	61,0	21715,4	456,8	6263,0	140,1	13767,4	391,2
	Итого	102945,8	3221,0	149708,1	16100,4	59469,5	8774,0	235055,4	33670,1
2001	Хвойные	69932,3	2604,4	85012,3	11340,2	38500,0	6465,7	174977,4	25547,0
	Твердолиственные	1910,3	80,2	4316,0	528,2	1739,9	222,2	7225,0	919,0
	Мягколиственные	22456,5	499,6	38391,6	3791,6	12765,4	1929,5	39214,2	6737,1
	Прочие породы	41,1	2,3	354,9	11,2	20,5	1,3	50,0	13,3
	Кустарники	9020,5	63,5	21238,9	447,5	6203,8	134,6	13443,6	379,4
	Итого	103360,7	3250,0	149313,7	16118,7	59229,6	8753,3	234910,2	33595,7

Таблица 7.21 (продолжение)

Год	Группа 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
2002	Хвойные	70414,9	2619,9	84713,5	11293,2	38455,6	6459,8	174905,0	25506,0
	Твердолиственные	1885,8	78,6	4331,4	534,6	1758,9	225,9	7268,9	931,6
	Мягколиственные	22606,1	500,7	38310,7	3791,7	12769,8	1934,5	39542,5	6815,9
	Прочие породы	39,7	2,3	355,5	11,2	20,7	1,3	50,5	13,4
	Кустарники	8969,0	63,4	21287,7	447,8	6178,7	134,4	13349,6	378,3
	Итого	103915,5	3264,9	148998,8	16078,6	59183,7	8755,8	235116,5	33645,1
2003	Хвойные	69916,2	2632,8	85063,2	11341,9	38592,7	6477,9	175828,9	25566,3
	Твердолиственные	1872,0	79,2	4338,6	536,5	1774,4	229,1	7307,4	939,4
	Мягколиственные	22432,7	499,7	38539,1	3805,7	12884,9	1956,9	40471,8	6968,4
	Прочие породы	39,3	2,4	345,6	10,9	21,2	1,3	50,4	13,3
	Кустарники	8954,3	64,8	21318,8	454,3	6144,7	135,2	13337,0	379,4
	Итого	103214,5	3278,8	149605,4	16149,4	59418,0	8800,4	236995,5	33866,9
2004	Хвойные	69386,6	2629,4	85753,5	11443,4	38826,0	6538,7	176176,1	25639,3
	Твердолиственные	1795,7	74,7	4408,7	542,5	1793,1	233,2	7371,4	953,0
	Мягколиственные	22042,2	493,5	38872,0	3832,0	13052,3	1975,5	41684,0	7144,8
	Прочие породы	39,9	2,3	345,4	10,9	21,3	1,3	50,2	13,3
	Кустарники	8974,2	64,1	21592,6	454,0	6862,1	158,2	12825,6	372,9
	Итого	102238,6	3264,0	150972,2	16282,8	60554,8	8906,9	238107,3	34123,2
2005	Хвойные	69281,0	2633,3	86135,1	11498,7	38964,2	6566,8	176340,5	25676,7
	Твердолиственные	1761,6	73,2	4357,8	541,9	1822,4	238,7	7405,2	960,0
	Мягколиственные	21815,1	490,1	39274,7	3872,6	13101,1	1980,2	42502,6	7317,6
	Прочие породы	38,6	2,3	324,0	10,5	21,1	1,3	50,4	13,3
	Кустарники	8935,7	69,7	21686,0	465,5	6878,6	160,7	12841,0	374,8
	Итого	101832,0	3268,6	151777,6	16389,1	60787,4	8947,7	239139,7	34342,4
2006	Хвойные	69058,8	2636,9	86355,6	11530,0	38712,2	6538,5	176347,4	25642,4
	Твердолиственные	1729,3	71,7	4352,0	540,1	1850,4	242,3	7435,3	963,9
	Мягколиственные	21682,5	482,6	39613,2	3892,8	13100,1	1976,5	43507,3	7485,4
	Прочие породы	34,6	2,3	283,3	9,8	18,0	1,2	49,8	13,3
	Кустарники	8612,7	65,2	22197,9	475,0	6605,6	161,7	13358,5	389,4
	Итого	101117,9	3258,7	152802,0	16447,6	60286,3	8920,3	240698,3	34494,4
2007	Хвойные	68345,5	2627,3	86761,8	11588,9	38677,6	6532,8	176107,6	25590,2
	Твердолиственные	1691,2	69,7	4364,3	540,8	1876,9	245,7	7501,8	973,4
	Мягколиственные	21414,5	477,3	39890,0	3896,6	13143,2	1970,5	44460,7	7668,6
	Прочие породы	34,3	2,3	284,6	9,9	18,4	1,2	50,1	13,4
	Кустарники	8743,7	65,6	22210,4	470,6	6705,0	165,6	13204,6	385,3
	Итого	100229,1	3242,1	153511,1	16506,8	60421,1	8915,8	241324,8	34630,8
2008	Хвойные	68306,0	2620,5	87898,0	11560,0	38951,2	6544,0	177061,0	25369,5
	Твердолиственные	1658,5	67,3	4350,7	543,5	1881,6	246,4	7514,9	978,4
	Мягколиственные	21276,6	476,4	40017,4	3916,6	13246,3	1983,2	44702,7	7719,9
	Прочие породы	33,8	2,3	285,1	9,9	18,6	1,2	52,2	13,4
	Кустарники	8883,0	67,3	22888,8	481,1	6759,8	167,1	12484,2	380,9
	Итого	100157,9	3233,8	155440,0	16511,2	60857,5	8942,0	241815,0	34462,1
2009	Хвойные	71025,9	2739,4	93260,9	12309,2	42012,2	7151,0	187080,9	26763,3
	Твердолиственные	1697,5	70,1	4673,2	577,5	1911,4	244,3	7429,6	955,2
	Мягколиственные	22616,4	511,1	48378,0	4830,4	17034,3	2520,8	50967,5	8760,7
	Прочие породы	33,5	2,2	282,1	10,1	20,3	1,3	36,9	5,0
	Кустарники	8987,9	68,0	23003,6	472,0	6813,9	164,7	12842,7	383,2
	Итого	104361,2	3390,8	169597,8	18199,1	67792,1	10082,1	258357,6	36867,4

Примечание: Площади и запасы покрытых лесной растительностью управляемых лесных земель за 1989-1992 и 1994-1997 годы были рассчитаны методом линейной интерполяции данных государственного учета лесного фонда 1988, 1993 и 1998 годов.

7.4.1.2. Результаты оценки углеродного бюджета управляемых лесов

Общая площадь управляемых лесных земель с 1990 по 2009 гг. увеличилась на 58,1 млн. га за счет перевода из неуправляемых лесных земель. Площадь покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов от 1990 к 2009 г. увеличилась на 65,6 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 (Замолодчиков и др., 2005; Замолодчиков, 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. Доля непокрытых лесной растительностью площадей от общей площади лесных земель сократилась с 12,2% в 1990 г. до 9,6% в 2009 г.

Покрытые лесной растительностью земли ежегодно абсорбировали от 277,8 до 330,6 Мт С год$^{-1}$ (в среднем – 296,5 Мт С год$^{-1}$). В среднем 71% абсорбции углерода приходилось на фитомассу, 11% – на мертвую древесину, 3% – на подстилку и 15% – на почву (табл. 7.22, рис. 7.6).

Потери углерода в результате рубок и гибели лесных насаждений от пожаров и других факторов на управляемых лесных землях изменялись от 132,6 до 217,1 Мт С год$^{-1}$ (в среднем – 163,1 Мт С год$^{-1}$) (табл. 7.23, рис. 7.7). В среднем 66% потерь углерода приходилось на биомассу, 12% – на мертвую древесину, 4% – на подстилку, 18% – на почву. В начале 1990-х годов при высоких объемах лесопользования потери углерода при рубках были более значительными по сравнению с потерями при пожарах. После сокращения лесопользования с конца 1990-х годов пожары стали основным фактором потерь углерода управляемыми лесами России.

Таблица 7.22

Абсорбция углерода управляемыми лесами по группам древесных пород и по пулам

Год	Поглощение углерода управляемыми лесами по пулам, тыс. т С год$^{-1}$				
	биомасса	мертвая древесина	подстилка	почва	все пулы
1990	197425,6	27939,6	10113,4	42314,9	277793,5
1991	198331,5	28370,0	10122,7	42770,2	279594,3
1992	199114,4	28782,3	10128,8	43209,3	281234,7
1993	200601,8	29380,1	10138,6	43668,0	283788,5
1994	201835,8	29672,6	10201,8	44144,0	285854,2
1995	203125,5	29972,3	10265,6	44623,1	287986,5
1996	204491,7	30275,5	10330,6	45108,6	290206,4
1997	205962,9	30606,9	10395,7	45594,3	292559,8
1998	207486,2	30974,8	10460,7	46079,2	295000,9
1999	207679,6	31204,7	10469,0	46226,1	295579,4
2000	210836,9	31769,1	10542,9	46671,8	299820,8
2001	212880,2	32310,4	10507,5	46832,1	302530,2
2002	213658,8	32343,2	10587,4	47151,2	303740,5
2003	215874,5	32597,4	10405,5	46766,3	305643,7
2004	215543,2	32491,9	10233,8	46457,2	304726,0
2005	213780,0	32123,5	10062,9	46447,2	302413,6
2006	214226,4	32383,6	10000,1	46403,3	303013,4
2007	214353,3	32367,4	9856,0	45918,5	302495,2
2008	216134,6	32634,5	9901,9	46299,0	304970,0
2009	236006,8	36175,7	10226,7	48215,2	330624,3

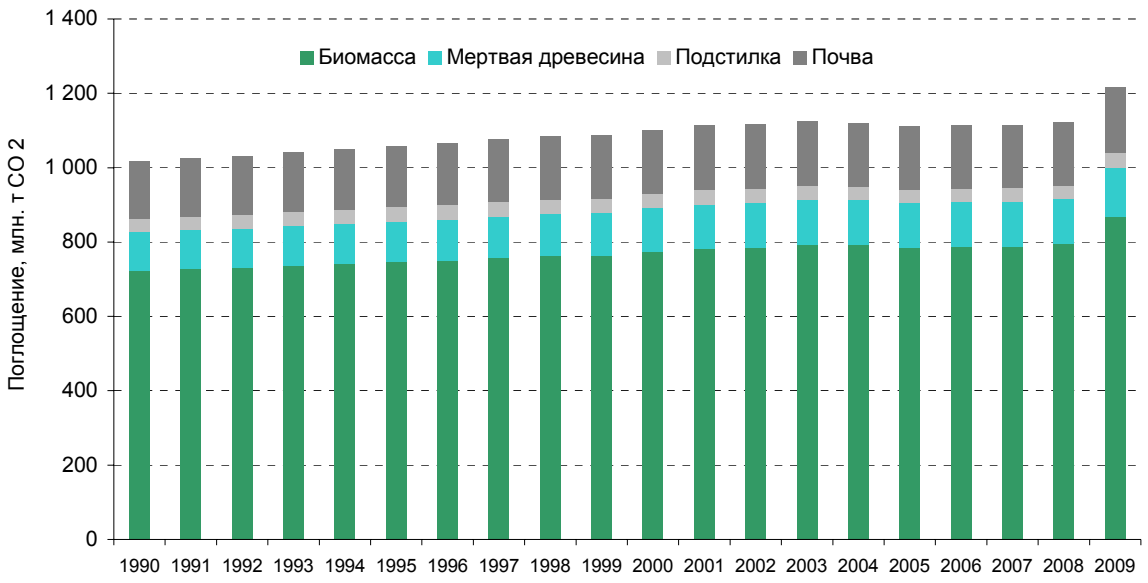


Рис. 7.6. Динамика абсорбции CO_2 управляемыми лесами по пулам за период 1990-2009 гг.

Таблица 7.23

Потери углерода управляемыми лесами в результате пожаров и других антропогенных воздействий (тыс. т С)

Годы	Потери углерода управляемыми лесами, тыс. т С			
	Деструктивные пожары и другие причины гибели насаждений	Сплошные рубки	Осушение органических почв	Всего потери
1990	92 567,8	121 729,4	374,5	214 671,7
1991	92 172,9	122 947,7	374,5	215 495,1
1992	91 725,7	124 279,6	374,5	216 379,8
1993	91 211,7	125 933,5	374,5	217 519,7
1994	88 353,1	114 791,3	374,5	203 518,9
1995	85 502,5	103 675,1	374,5	189 552,1
1996	82 659,8	92 583,4	374,5	175 617,7
1997	79 824,8	81 514,2	374,5	161 713,5
1998	76 997,4	70 464,6	374,5	147 836,5
1999	85 129,0	61 974,3	362,9	147 466,2
2000	83 788,3	56 653,9	351,3	140 793,5
2001	84 727,5	53 309,5	339,7	138 376,7
2002	85 516,6	52 223,9	328,1	138 068,6
2003	85 717,5	51 790,2	316,4	137 824,1
2004	86 913,8	52 486,9	316,4	139 717,1
2005	84 799,6	53 619,7	316,4	138 735,7
2006	82 755,7	52 737,1	316,4	135 809,2
2007	80 762,1	54 021,9	316,4	135 100,4
2008	75 303,3	57 288,6	312,0	132 903,9
2009	78 816,6	61 861,2	312,0	140 989,8

Данные о фактической рубке в лесах России (H_k) представлены на рисунке 7.8 (Государственный доклад…, 2003; 2005; Замолодчиков и др., 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 2009 годы. Потери углерода по пулам биомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы в результате сплошных рубок были рассчитанные по уравнениям 7.17, 7.19, 7.21, 7.23 на основе данных по площадям вырубок с учетом времени их зарастания в разрезе субъектов РФ.

Данные государственной статистики о площадях низовых, верховых и почвенных пожаров, ежегодно регистрируемых на лесных землях управляемой части территории лесного фонда России представлены на рисунке 7.9. Высокая горимость лесов отмечалась в 1990, 1996, 1998, 2003 и 2008 годы. Выброс CO_2 от деструктивных лесных пожаров и гибели древостоев по иным причинам был рассчитан по уравнениям 7.18, 7.20, 7.22, 7.24 на основе данных по площадям гарей и погибших насаждений с учетом времени их зарастания в разрезе субъектов РФ.

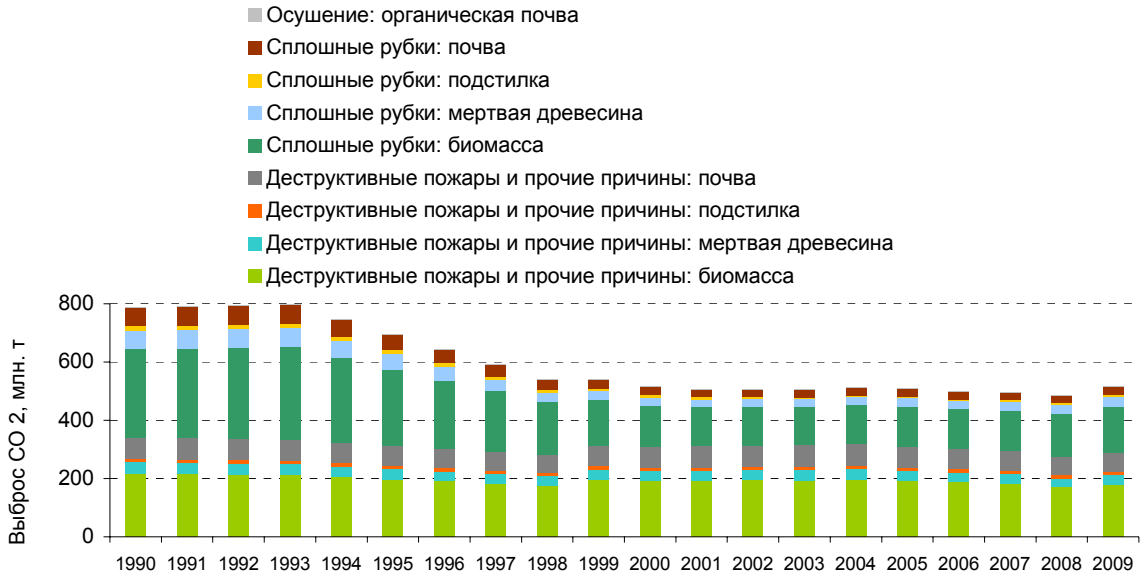


Рис. 7.7. Динамика потерь CO_2 управляемыми лесами по пулам в результате хозяйственной деятельности за период 1990-2009 гг.

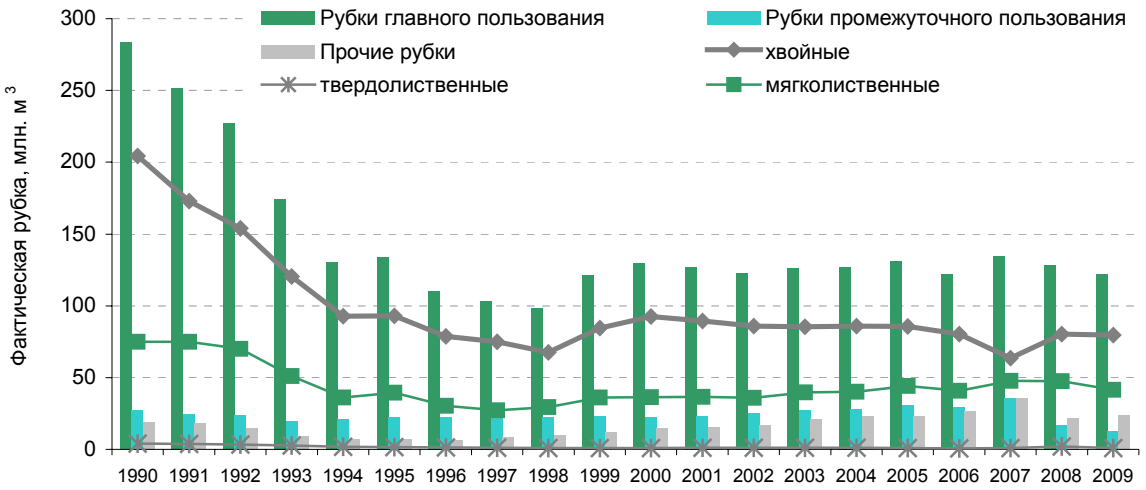


Рис. 7.8. Фактическая рубка древесины в лесах России по видам пользования и по хозяйственным секциям (для главного пользования лесом).

Выбросы CH_4, N_2O, CO и NO_x определялись по формуле 7.30 (Руководящие принципы…, 2006). Выбросы CH_4, N_2O, CO и NO_x в управляемых лесах России приведены в таблице 7.24. Значительная вариация выбросов парниковых газов в таблице 7.24 обусловлена воздействием природных и антропогенных факторов, определяющих условия возникновения и характер пожаров в лесах.

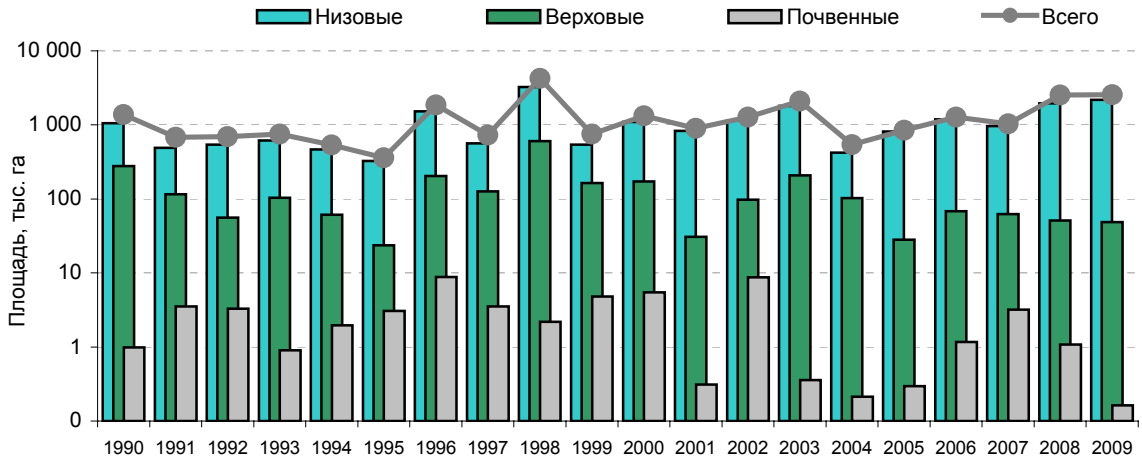


Рис. 7.9. Площади пожаров в управляемых лесах территории лесного фонда.

Таблица 7.24

Выбросы CH_4, N_2O, CO и NO_x от пожаров разных типов в управляемых лесах России

Годы	Площадь, тыс. га	Величина выброса, тыс. т			
		CH_4	CO	N_2O	NO_x
Низовые пожары					
1990	1050,1	89,9	2046,7	5,0	57,4
1991	491,3	42,1	957,6	2,3	26,8
1992	544,2	46,6	1060,8	2,6	29,7
1993	618,5	53,0	1205,6	2,9	33,8
1994	464,4	39,8	905,2	2,2	25,4
1995	325,8	27,9	635,0	1,5	17,8
1996	1523,4	130,4	2969,4	7,2	83,3
1997	565,8	48,4	1102,8	2,7	30,9
1998	3233,6	276,8	6302,7	15,3	176,7
1999	543,0	46,5	1058,3	2,6	29,7
2000	1093,3	93,6	2131,0	5,2	59,7
2001	834,6	71,5	1626,7	4,0	45,6
2002	1242,0	106,3	2420,9	5,9	67,9
2003	2023,8	173,3	3944,6	9,6	110,6
2004	421,9	36,1	822,4	2,0	23,1
2005	815,5	69,8	1589,5	3,9	44,6
2006	1189,3	101,8	2318,0	5,6	65,0
2007	961,1	82,3	1873,3	4,6	52,5
2008	1964,8	168,2	3829,6	9,3	107,4
2009	2175,9	186,3	4241,0	10,3	118,9

Таблица 7.24 (продолжение)

Годы	Площадь, тыс. га	Величина выброса, тыс. т			
		CH_4	CO	N_2O	NO_x
Деструктивные пожары*					
1990	1571,4	385,7	8780,3	21,3	246,2
1991	1574,2	386,4	8795,7	21,4	246,6
1992	1577,0	387,0	8811,2	21,4	247,0
1993	1579,7	387,7	8826,6	21,4	247,5
1994	1543,9	378,9	8626,3	21,0	241,9
1995	1508,0	370,1	8426,0	20,5	236,2
1996	1472,2	361,3	8225,7	20,0	230,6
1997	1436,3	352,5	8025,4	19,5	225,0
1998	1400,5	343,7	7825,1	19,0	219,4
1999	1523,4	373,9	8511,9	20,7	238,7
2000	1506,9	369,8	8419,6	20,5	236,1
2001	1553,1	381,2	8678,0	21,1	243,3
2002	1590,0	390,2	8883,8	21,6	249,1
2003	1595,2	391,5	8913,3	21,7	249,9
2004	1611,2	395,4	9002,8	21,9	252,4
2005	1577,1	387,1	8812,0	21,4	247,1
2006	1540,0	378,0	8604,6	20,9	241,2
2007	1511,2	370,9	8443,7	20,5	236,7
2008	1420,5	348,6	7937,0	19,3	222,5
2009	1452,2	356,4	8114,3	19,7	227,5
Почвенные пожары					
1990	1,0	0,6	12,6	0,0	0,4
1991	3,5	2,0	45,2	0,1	1,3
1992	3,3	1,9	42,2	0,1	1,2
1993	0,9	0,5	11,6	0,0	0,3
1994	2,0	1,1	25,2	0,1	0,7
1995	3,1	1,7	39,3	0,1	1,1
1996	8,8	4,9	112,6	0,3	3,2
1997	3,5	2,0	45,1	0,1	1,3
1998	2,2	1,2	28,2	0,1	0,8
1999	4,8	2,7	61,5	0,1	1,7
2000	5,5	3,1	70,2	0,2	2,0
2001	0,3	0,2	4,0	0,0	0,1
2002	9,2	5,2	117,9	0,3	3,3
2003	0,6	0,3	7,1	0,0	0,2
2004	0,2	0,1	2,7	0,0	0,1
2005	0,3	0,2	3,8	0,0	0,1
2006	1,2	0,7	14,9	0,0	0,4
2007	3,2	1,8	41,1	0,1	1,2
2008	1,1	0,6	13,8	0,0	0,4
2009	0,2	0,1	2,1	0,0	0,1

Таблица 7.24 (продолжение)

Годы	Площадь, тыс. га	Величина выброса, тыс. т			
		CH_4	CO	N_2O	NO_x
Пожары на непокрытых лесом землях					
1990	49,5	1,8	40,3	0,1	1,1
1991	71,2	2,6	58,1	0,1	1,6
1992	87,9	3,2	71,7	0,2	2,0
1993	25,1	0,9	20,5	0,0	0,6
1994	8,9	0,3	7,3	0,0	0,2
1995	7,7	0,3	6,3	0,0	0,2
1996	116,4	4,2	94,9	0,2	2,7
1997	30,3	1,1	24,7	0,1	0,7
1998	426,3	15,3	347,7	0,8	9,7
1999	40,3	1,4	32,9	0,1	0,9
2000	57,5	2,1	46,9	0,1	1,3
2001	31,0	1,1	25,3	0,1	0,7
2002	16,6	0,6	13,5	0,0	0,4
2003	50,6	1,8	41,3	0,1	1,2
2004	18,2	0,7	14,9	0,0	0,4
2005	1,2	0,0	1,0	0,0	0,0
2006	14,4	0,5	11,7	0,0	0,3
2007	9,1	0,3	7,4	0,0	0,2
2008	52,5	1,9	42,8	0,1	1,2
2009	294,3	10,5	240,0	0,6	6,7
Всего по всем типам пожаров					
1990	2672,0	477,9	10880,0	26,4	305,0
1991	2140,2	433,0	9856,6	24,0	276,4
1992	2212,4	438,6	9985,9	24,3	280,0
1993	2224,3	442,1	10064,3	24,5	282,2
1994	2019,2	420,1	9564,1	23,2	268,2
1995	1844,6	400,0	9106,6	22,1	255,3
1996	3120,8	500,9	11402,6	27,7	319,7
1997	2036,0	404,0	9198,1	22,4	257,9
1998	5062,6	637,1	14503,6	35,2	406,6
1999	2111,4	424,5	9664,5	23,5	271,0
2000	2663,2	468,6	10667,8	25,9	299,1
2001	2419,0	453,9	10334,0	25,1	289,7
2002	2857,8	502,3	11436,1	27,8	320,6
2003	3670,2	566,9	12906,2	31,4	361,9
2004	2051,6	432,3	9842,8	23,9	276,0
2005	2394,1	457,1	10406,3	25,3	291,8
2006	2744,8	480,9	10949,2	26,6	307,0
2007	2484,6	455,3	10365,5	25,2	290,6
2008	3438,9	519,3	11823,3	28,7	331,5
2009	3922,6	553,3	12597,4	30,6	353,2

* – площади деструктивных пожаров представляют собой расчетную величину согласно формуле 7.15

Согласно рекомендациям группы по проверке в настоящий доклад включены выбросы CO_2 и N_2O от осушенных органических лесных почв. Расчеты были выполнены по уровню сложности 1 на основе доступных статистических данных о площади осушенных лесных земель (раздел 8 формы 3, государственного учета лесного фонда по состоянию на 1998, 2003 годы, данные государственного лесного реестра по состоянию на 2008 год). При расчетах использован коэффициент выбросов $EF_{drainage}$ = 0,16 (Руководящие указания…, 2003). По сравнению с 1990 годом наблюдается сокращение выбросов от осушенных органических почв с 374,5 до 312,0 тыс. т С год$^{-1}$ в связи с недостаточным объемом работ по поддержанию мелиоративной сети и сокращению площадей осушенных лесных земель (табл. 7.25).

Согласно рекомендациям группы по проверке были рассчитаны выбросы N_2O от осушения органических лесных почв. Расчеты были выполнены по уровню сложности 1. При расчетах было сделано допущение о том, что половина площади осушенных лесных почв относится к бедным элементами минерального питания органическим почвам, а половина – к богатым почвам. При расчетах использованы коэффициенты выбросов для бедных элементами минерального питания органических почв $EF_{FFdrainage}$ = 0,1 кг N_2O-N/га/год и для богатых элементами минерального питания органических почв $EF_{FFdrainage}$ = 0,6 кг N_2O-N/га/год (Руководящие указания…, 2003). По сравнению с 1990 годом выбросы N_2O от осушенных органических почв сократились с 0,82 тыс.т N_2O-N/год в 1990 году до 0,68 тыс.т N_2O-N/год в 2008 году (табл. 7.25).

Таблица 7.25

Выбросы от осушенных органических почв на территории управляемых лесов России

Годы	Площадь осушенных лесных земель, тыс га	Выброс от осушенных органических почв, тыс. т С/год	Выброс N_2O от осушенных органических почв, тыс. т N/год
1990	2 340,6	374,50	0,82
1991	2 340,6	374,50	0,82
1992	2 340,6	374,50	0,82
1993	2 340,6	374,50	0,82
1994	2 340,6	374,50	0,82
1995	2 340,6	374,50	0,82
1996	2 340,6	374,50	0,82
1997	2 340,6	374,50	0,82
1998	2 340,6	374,50	0,82
1999	2 268,0	362,89	0,79
2000	2 195,5	351,28	0,77
2001	2 122,9	339,67	0,74
2002	2 050,4	328,06	0,72
2003	1 977,8	316,45	0,69
2004	1 977,8	316,45	0,69
2005	1 977,8	316,45	0,69
2006	1 977,8	316,45	0,69
2007	1 977,8	316,45	0,69
2008	1 950,2	312,03	0,68
2009	1 950,2	312,03	0,68

За весь рассматриваемый период поглощение углерода управляемыми лесами РФ превышало его потери, то есть наблюдался сток атмосферного углерода в объемах от 63,1 Мт С год$^{-1}$ в 1990 г. до 189,6 Мт С год$^{-1}$ в 2009 г. (среднее значение – 133,1 Мт С год$^{-1}$). В 2009 г. поглощение CO_2 составило 695,3 Мт год$^{-1}$ (рис. 7.10, табл. 7.26).

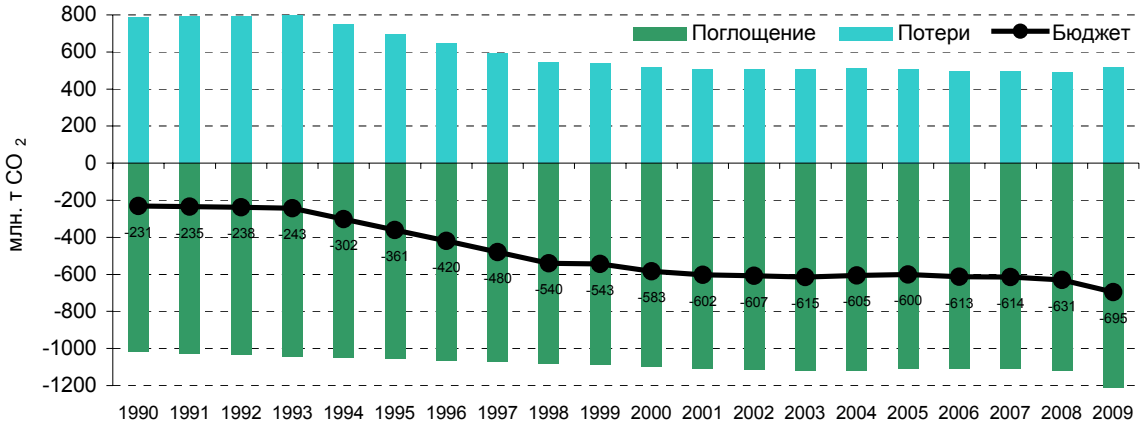


Рис. 7.10. Бюджет CO_2 управляемых лесов России
(в сумме по пулам фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы)

Таблица 7.26

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

Год	Бюджет углерода по пулам, млн. т С год$^{-1}$				
	биомасса	мертвая древесина	подстилка	почва	всего
1990	54,6	0,3	2,6	5,6	63,1
1991	55,0	0,7	2,5	5,9	64,1
1992	55,3	1,0	2,4	6,1	64,9
1993	56,1	1,5	2,3	6,3	66,3
1994	66,9	3,9	2,9	8,7	82,3
1995	77,7	6,1	3,4	11,2	98,4
1996	88,6	8,4	4,0	13,6	114,6
1997	99,5	10,7	4,6	16,0	130,8
1998	110,5	13,1	5,1	18,4	147,2
1999	111,0	13,5	5,2	18,4	148,1
2000	118,7	15,0	5,5	19,8	159,0
2001	122,9	15,9	5,6	19,7	164,2
2002	124,1	16,1	5,7	19,8	165,7
2003	126,5	16,3	5,5	19,6	167,8
2004	124,8	15,9	5,3	19,0	165,0
2005	123,5	15,5	5,2	19,4	163,7
2006	125,9	16,1	5,2	20,0	167,2
2007	126,4	16,2	5,1	19,8	167,4
2008	129,4	16,5	5,2	21,0	172,1
2009	143,5	18,7	5,4	22,1	189,6
Минимум	54,6	0,3	2,3	5,6	63,1
Максимум	143,5	18,7	5,7	22,1	189,6
Среднее	102,0	11,1	4,4	15,5	133,1

Наибольшее поглощение обеспечивал пул фитомассы в объемах от 54,6 до 143,5 Мт С год$^{-1}$ (среднее значение – 102,0 Мт С год$^{-1}$) (табл. 7.25). В среднем за 1990-2009 гг. величина стока углерода в мертвую древесину составляла 11,1 Мт С год$^{-1}$. Наименьшие по абсолютным величинам изменения характерны для запаса углерода подстилки, в среднем подстилка является стоком углерода с величиной 4,4 Мт С год$^{-1}$. Средняя за рассматриваемый период величина стока углерода в почву равна 15,5 Мт С год$^{-1}$.

Итоговые величины углеродного баланса управляемых лесов Российской Федерации отражают всю совокупность мер по лесоуправлению: лесопользование, лесовосстановление, охрану и защиту лесов. Одной из основных причин, по которой леса за рассматриваемый период являлись стоком углерода, связана с двукратным снижением уровня лесопользования, имевшем место в начале 1990-х годов.

7.4.2 Возделываемые земли, переустроенные в лесные площади

В настоящем разделе выполнена оценка накопления углерода противоэрозионными и полезащитными лесонасаждениями, заложенными на землях сельскохозяйственного назначения, начиная с 1990 года. Защитное лесоразведение определяется как комплекс мероприятий по искусственному созданию лесных насаждений для защиты сельскохозяйственных угодий от неблагоприятных природных явлений и техногенных воздействий, улучшения климатических и гидрологических условий и повышения общей биологической продуктивности территории. Его основу составляют системы искусственных защитных лесонасаждений, чаще всего создаваемые в виде лесных массивов, полос или куртин территориальными органами лесного хозяйства.

Формы лесохозяйственной статистики, содержащие необходимую для расчетов информацию, были предоставлены Росстатом (табл. 7.27, 7.28).

Для расчетов были использованы расчетные данные о накоплении углерода различными пулами противоэрозионных и почвозащитных лесных насаждений (табл. 7.29, 7.30), предоставленные Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (Отчет…, 2008).

Оценка динамики суммарного запаса углерода фитомассой насаждений различных лет создания по уравнению (7.30):

$$CPA_{ijl} = SA_{jl}\, CPAM_{ij} \qquad (7.30)$$

где CPA_{ijl} – суммарный запас углерода, накопленный к году i фитомассой насаждений типа j, созданными в год l; SA_{jl} – площадь насаждений типа j, созданных в год l; $CPAM_{ij}$ – средний запас углерода, накопленный фитомассой насаждений типа j к году i (табл. 7.29, 7.30).

Оценка динамики суммарного запаса углерода в фитомассе защитных насаждениях по уравнению (7.31):

$$CPA_{ij} = \sum_{l} CPA_{ijl} \qquad (7.31)$$

где CPA_{ij} – суммарный запас углерода, накопленный к году i фитомассой насаждений типа j; CPA_{ijl} – суммарный запас углерода, накопленный к году i фитомассой насаждений типа j, созданными в год l.

Оценка поглощения углерода фитомассой защитных насаждениях за данный год по уравнению (7.32):

$$CPAS_{ij} = CPA_{(i+1)j} - CPA_{ij} \qquad (7.32)$$

где $CPAS_{ij}$ – поглощение углерода фитомассой насаждений типа j за год i; CPA_{ij} – общий запас углерода, накопленный к году i фитомассой насаждений типа j; $CPA_{(i+1)j}$ – общий запас углерода, накопленный к следующему году $i+1$ фитомассой насаждений типа j.

При расчете поглощения углерода другими пулами защитных насаждений пользуются уравнениями, аналогичными уравнениям 7.30-7.32.

Таблица 7.27

Темпы создания и площади противоэрозионных и полезащитных лесных насаждений, созданных с 1990 г. (по данным Росстата)

Год	Противоэрозионные насаждения		Полезащитные лесные полосы	
	Темпы создания, тыс. га год$^{-1}$	Площадь нарастающим итогом, тыс. га	Темпы создания, тыс. га год$^{-1}$	Площадь нарастающим итогом, тыс. га
1990	42,557	42,557	16,160	16,160
1991	32,500	75,057	13,195	29,355
1992	32,510	107,567	45,880	75,235
1993	29,290	136,857	9,580	84,815
1994	27,490	164,347	7,220	92,035
1995	22,760	187,107	5,900	97,935
1996	13,320	200,427	2,330	100,265
1997	13,350	213,777	1,910	102,175
1998	14,570	228,347	2,170	104,345
1999	18,390	246,737	2,300	106,645
2000	23,690	270,427	2,100	108,745
2001	17,930	288,357	1,960	110,705
2002	13,990	302,347	3,030	113,735
2003	11,610	313,957	3,030	116,765
2004	11,690	325,647	2,160	118,925
2005	5,660	331,307	0,350	119,275
2006	3,960	335,267	1,070	120,345
2007	5,440	340,707	1,000	121,345
2008	4,350	345,057	0,340	121,685
2009	3,140	348,197	0,095	121,780

Таблица 7.28

Участие различных древесных и кустарниковых пород (%) в защитных насаждениях, созданных в период 1999-2007 гг. по данным формы 9-ЛХ «Сведения о приживаемости лесных культур (защитные насаждения)» [Отчет…, 2008]

Порода	Противоэрозионные насаждения	Полезащитные лесные полосы
Сосна	38,9	12,4
Ель	4,7	1,0
Лиственница	1,2	1,8
Дуб	4,3	2,0
Ясень	8,7	3,6
Белая акация	8,2	24,9
Береза	7,3	25,7
Тополь	6,5	18,9
Прочие лиственные	10,1	8,5
Черкез, джузгун, тереск	8,8	0,0
Прочие кустарниковые	1,6	1,2
Итого	100,0	100,0

Таблица 7.29

Динамика среднего запаса углерода в различных пулах по мере роста противоэрозионных лесных насаждений [Отчет…, 2008]

Год	Пул углерода, т С га$^{-1}$					
	Фитомасса надземная	Фитомасса подземная	Мертвая древесина	Подстилка	Почва	Итого
1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	0,9
2	0,4	0,2	0,0	0,3	1,5	2,3
3	1,2	0,4	0,0	0,4	2,2	4,2
4	2,1	0,8	0,0	0,6	3,0	6,5
5	3,3	1,2	0,2	0,7	3,7	9,1
6	4,5	1,6	0,4	0,9	4,4	11,8
7	5,9	2,1	0,7	1,0	5,2	14,9
8	7,3	2,6	1,1	1,2	5,9	18,0
9	8,7	3,1	1,5	1,3	6,7	21,4
10	10,2	3,6	1,9	1,5	7,4	24,5
11	11,8	4,1	2,3	1,6	8,1	27,9
12	13,4	4,5	2,8	1,8	8,9	31,4
13	15,0	5,0	3,4	1,9	9,6	35,0
14	16,6	5,5	4,2	2,1	10,4	38,7
15	18,1	6,0	4,6	2,2	11,1	42,0
16	19,9	6,4	5,1	2,4	11,8	45,7
17	21,6	6,9	5,8	2,5	12,6	49,4
18	23,3	7,4	6,6	2,7	13,3	53,3
19	25,0	7,9	7,5	2,8	14,0	57,3
20	26,7	8,3	7,8	3,0	14,8	60,6
21	28,5	8,8	8,2	3,0	15,5	64,0
22	30,3	9,2	8,6	3,0	16,3	67,4
23	32,0	9,6	9,2	3,0	17,0	70,8
24	33,8	10,0	9,9	3,0	17,7	74,4
25	35,5	10,4	10,2	3,0	18,5	77,6
26	37,1	10,9	10,6	3,0	19,2	80,7
27	38,7	11,3	11,1	3,0	20,0	84,0
28	40,3	11,7	11,6	3,0	20,7	87,2
29	41,8	12,1	12,3	3,0	21,4	90,6
30	43,4	12,5	13,0	3,0	22,2	94,1

Таблица 7.30

Динамика среднего запаса углерода в различных пулах по мере роста полезащитных лесных насаждений [Отчет…, 2008]

Год	Пул углерода, т С $га^{-1}$					
	Фитомасса надземная	Фитомасса подземная	Мертвая древесина	Подстилка	Почва	Итого
1	0,0	0,0	0,0	0,14	0,7	0,9
2	0,9	0,3	0,0	0,3	1,5	3,0
3	2,2	0,9	0,0	0,4	2,2	5,7
4	3,7	1,6	0,1	0,6	3,0	8,9
5	5,3	2,1	0,6	0,7	3,7	12,4
6	6,9	2,8	1,1	0,8	4,4	16,1
7	9,1	3,5	1,8	1,0	5,2	20,6
8	11,2	4,3	2,7	1,1	5,9	25,2
9	13,5	5,0	4,0	1,3	6,7	30,5
10	15,9	5,8	4,4	1,4	7,4	34,9
11	18,6	6,5	5,1	1,6	8,1	40,0
12	21,3	7,3	5,9	1,7	8,9	45,1
13	24,0	8,0	6,9	1,8	9,6	50,3
14	26,6	8,7	8,0	2,0	10,4	55,7
15	29,2	9,4	8,4	2,1	11,1	60,3
16	31,9	10,1	8,9	2,3	11,8	65,0
17	34,6	10,7	9,6	2,4	12,6	69,9
18	37,2	11,4	10,4	2,5	13,3	74,9
19	39,8	12,0	11,4	2,7	14,0	80,0
20	42,4	12,7	11,5	2,8	14,8	84,2
21	44,9	13,2	11,6	2,8	15,5	88,1
22	47,4	13,7	11,9	2,8	16,3	92,1
23	49,8	14,2	12,2	2,8	17,0	96,0
24	52,2	14,7	12,6	2,8	17,7	100,0
25	54,4	15,2	12,6	2,8	18,5	103,5
26	56,4	15,6	12,6	2,8	19,2	106,7
27	58,3	16,1	12,8	2,8	20,0	110,0
28	60,2	16,6	12,9	2,8	20,7	113,3
29	62,0	17,1	13,2	2,8	21,4	116,6
30	63,8	17,5	13,6	2,8	22,2	120,0

Согласно рекомендациям группы по проверке национального кадастра парниковых газов для расчетов возможных потерь углерода в результате нарушений был использован понижающий коэффициент 0,33, рассчитанный на основе данных, представленных в национальном докладе Канады. Этот коэффициент был использован для расчета потерь по всем пулам углерода (рис. 7.11). По рекомендациям группы по проверке, используя консервативный подход, сделали допущение, что все потери углерода происходят в результате пожаров. Оценку прямых выбросов парниковых газов (CH_4, N_2O, CO, NO_x) от пожара проводили по формуле 7.30. Запас горючего материала получен умножением на 2 суммы потерь углерода пулами биомассы, подстилки и мертвой древесины. Для расчетов принято значение коэффициента сгорания 0,43 (Руководящие принципы…, 2006). Результаты расчетов выбросов парниковых газов представлены в таблице 7.31.

Таблица 7.31

Выбросы CH_4, N_2O, CO и NO_x от пожаров на облесенных землях

Год	Потребление топливной биомассы, тыс. т	Величина выброса, тонн год$^{-1}$			
		CH_4	CO	N_2O	NO_x
1990	2,5	0,012	0,267	0,001	0,007
1991	16,4	0,077	1,752	0,004	0,049
1992	38,2	0,180	4,092	0,010	0,115
1993	74,0	0,348	7,921	0,019	0,222
1994	105,9	0,498	11,328	0,028	0,318
1995	135,5	0,637	14,496	0,035	0,406
1996	167,5	0,787	17,925	0,044	0,503
1997	193,9	0,912	20,753	0,050	0,582
1998	227,5	1,069	24,338	0,059	0,682
1999	245,4	1,153	26,257	0,064	0,736
2000	272,4	1,280	29,150	0,071	0,817
2001	285,7	1,343	30,568	0,074	0,857
2002	312,3	1,468	33,411	0,081	0,937
2003	333,8	1,569	35,716	0,087	1,001
2004	346,6	1,629	37,088	0,090	1,040
2005	363,9	1,710	38,936	0,095	1,092
2006	370,6	1,742	39,649	0,096	1,112
2007	385,8	1,813	41,277	0,100	1,157
2008	401,4	1,886	42,945	0,104	1,204
2009	401,9	1,889	43,005	0,104	1,206

Результаты расчетов поглощения всеми пулами противоэрозионных и полезащитных насаждений с учетом нарушений представлены в таблицах 7.32, 7.33, 7.34 и на рисунке 7.11.

Хотя темпы создания защитных лесных насаждений резко снизились, поглощение углерода созданными насаждениями постоянно увеличивается (рис. 7.11), достигнув к 2009 г. 1181,7 тыс. т С год$^{-1}$ для всех пулов углерода. Такая тенденция объясняется увеличением поглощения углерода пулами фитомассы и мертвой древесины уже созданных лесных насаждений. Максимумы поглощения углерода пулом фитомассы в лесных насаждениях приходится на возраст 20-40 лет, потому древостои, созданные после 1990 г., продолжают увеличивать поглощение углерода.

Вклад противоэрозионных лесных насаждений в поглощение углерода при облесении за 2009 г. составляет около 70%. Причиной тому являются значительно большие площади создаваемых противоэрозионных насаждений (78% от общей площади облесения) по сравнению с полезащитными. Однако по средним величинам поглощения углерода пулом фитомассы полезащитные насаждения оказываются на 50-60% более эффективными, чем противоэрозионные. Эта ситуация объясняется значительной долей в составе полезащитных лесополос березы (26%) и тополя (19%). Указанные породы обладают существенно более быстрыми темпами роста по сравнению с сосной, доминирующей в противоэрозионных насаждениях.

Таблица 7.32

Динамика запасов и годичное поглощение углерода всеми пулами (фитомасса, мертвой древесины, подстилки и почвы) противоэрозионных насаждений Российской Федерации

Год создания	Темпы создания, тыс. га год$^{-1}$	Накопление углерода всеми пулами к данному году, тыс.т С																			
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1990	42,56	37,9	97,9	180,6	276,9	387,2	503,4	633,6	767,0	908,8	1043,1	1187,9	1335,6	1488,0	1645,1	1788,2	1943,1	2102,5	2266,6	2437,0	2579,9
1991	32,50		29,0	74,7	137,9	211,5	295,7	384,4	483,9	585,8	694,0	796,6	907,2	1020,0	1136,3	1256,3	1365,7	1483,9	1605,6	1731,0	1861,1
1992	32,51			29,0	74,8	137,9	211,5	295,8	384,5	484,0	585,9	694,2	796,9	907,4	1020,3	1136,7	1256,7	1366,1	1484,4	1606,1	1731,5
1993	29,29				26,1	67,4	124,3	190,6	266,5	346,4	436,1	527,9	625,5	718,0	817,6	919,2	1024,1	1132,2	1230,8	1337,3	1447,1
1994	27,49					24,5	63,2	116,6	178,9	250,1	325,1	409,3	495,5	587,0	673,8	767,3	862,7	961,2	1062,6	1155,1	1255,2
1995	22,76						20,3	52,3	96,6	148,1	207,1	269,2	338,9	410,2	486,0	557,9	635,3	714,3	795,8	879,8	956,4
1996	13,32							11,9	30,6	56,5	86,7	121,2	157,5	198,3	240,1	284,4	326,5	371,8	418,0	465,7	514,9
1997	13,35								11,9	30,7	56,6	86,9	121,5	157,9	198,8	240,6	285,1	327,2	372,6	419,0	466,8
1998	14,57									13,0	33,5	61,8	94,8	132,6	172,3	216,9	262,6	311,1	357,1	406,7	457,3
1999	18,39										16,4	42,3	78,0	119,7	167,3	217,5	273,8	331,4	392,7	450,8	513,3
2000	23,69											21,1	54,5	100,5	154,2	215,6	280,2	352,7	427,0	505,9	580,7
2001	17,93												15,9	41,2	76,1	116,7	163,1	212,1	266,9	323,2	382,9
2002	13,99													12,4	32,2	59,4	91,0	127,3	165,5	208,3	252,1
2003	11,61														10,3	26,7	49,3	75,5	105,6	137,3	172,9
2004	11,69															10,4	26,9	49,6	76,1	106,4	138,3
2005	5,66																5,0	13,0	24,0	36,8	51,5
2006	3,96																	3,5	9,1	16,8	25,8
2007	5,44																		4,8	12,5	23,1
2008	4,35																			3,9	10,0
2009	3,14																				2,8
Суммарное накопление, 10^3 т С		37,9	126,8	284,3	515,7	828,5	1218,4	1685,2	2219,9	2823,4	3484,6	4218,4	5021,7	5893,2	6830,3	7813,8	8851,1	9935,5	11065,4	12239,5	13423,3
Суммарное поглощение, 10^3 т С год$^{-1}$		37,9	88,9	157,4	231,4	312,8	389,9	466,9	534,6	603,5	661,2	733,8	803,3	871,5	937,1	983,5	1037,2	1084,4	1129,9	1174,2	1183,8

Таблица 7.33

Динамика запасов и годичное поглощение углерода всеми пулами (фитомасса, мертвой древесины, подстилки и почвы) полезащитных насаждений Российской Федерации

Год создания	Темпы создания, тыс. га год$^{-1}$	Накопление углерода всеми пулами к данному году, тыс.т С																			
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1990	16,160	14,3	48,6	92,5	144,1	200,4	259,8	332,4	407,8	492,5	564,6	646,1	728,4	813,2	899,7	973,9	1050,7	1129,6	1210,1	1293,3	1360,0
1991	13,195		11,7	39,7	75,6	117,6	163,6	212,1	271,4	333,0	402,2	461,0	527,5	594,7	664,0	734,7	795,2	857,9	922,3	988,0	1056,0
1992	45,880			40,5	138,1	262,7	409,0	568,9	737,5	943,7	1157,8	1398,3	1602,8	1834,3	2068,0	2308,7	2554,5	2765,0	2983,1	3207,1	3435,5
1993	9,580				8,5	28,8	54,9	85,4	118,8	154,0	197,0	241,8	292,0	334,7	383,0	431,8	482,1	533,4	577,3	622,9	669,7
1994	7,220					6,4	21,7	41,3	64,4	89,5	116,1	148,5	182,2	220,0	252,2	288,7	325,4	363,3	402,0	435,1	469,4
1995	5,900						5,2	17,8	33,8	52,6	73,2	94,8	121,4	148,9	179,8	206,1	235,9	265,9	296,9	328,5	355,6
1996	2,330							2,1	7,0	13,3	20,8	28,9	37,5	47,9	58,8	71,0	81,4	93,2	105,0	117,2	129,7
1997	1,910								1,7	5,7	10,9	17,0	23,7	30,7	39,3	48,2	58,2	66,7	76,4	86,1	96,1
1998	2,170									1,9	6,5	12,4	19,3	26,9	34,9	44,6	54,8	66,1	75,8	86,8	97,8
1999	2,300										2,0	6,9	13,2	20,5	28,5	37,0	47,3	58,0	70,1	80,4	92,0
2000	2,100											1,9	6,3	12,0	18,7	26,0	33,8	43,2	53,0	64,0	73,4
2001	1,960												1,7	5,9	11,2	17,5	24,3	31,5	40,3	49,5	59,7
2002	3,030													2,7	9,1	17,4	27,0	37,6	48,7	62,3	76,5
2003	3,030														2,7	9,1	17,4	27,0	37,6	48,7	62,3
2004	2,160															1,9	6,5	12,4	19,3	26,8	34,7
2005	0,350																0,3	1,1	2,0	3,1	4,3
2006	1,070																	0,9	3,2	6,1	9,5
2007	1,000																		0,9	3,0	5,7
2008	0,340																			0,3	1,0
2009	0,095																				0,1
Суммарное накопление, 10^3 т С		14,3	60,3	172,8	366,1	615,9	914,2	1260,0	1642,3	2086,3	2551,0	3057,6	3556,0	4092,4	4650,0	5216,5	5794,7	6352,8	6923,9	7509,1	8089,1
Суммарное поглощение, 10^3 т С год$^{-1}$		14,3	46,0	112,5	193,4	249,8	298,3	345,8	382,4	444,0	464,8	506,5	498,4	536,5	557,5	566,5	578,1	558,2	571,1	585,2	579,9

Таблица 7.34

Оценка годичного поглощения углерода пулами фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы при облесении сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации (с учетом потерь углерода в результате нарушений)

Типы защитных лесонасаждений	Пулы	Накопление углерода к данному году, тыс.т С																			
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Противо-эрозионные насаждения	фитомасса	0,08	14,88	41,18	72,37	105,99	139,45	176,50	206,13	232,83	256,39	283,61	311,78	338,28	362,73	383,89	408,65	428,36	444,24	457,69	469,85
	мертвая древесина	0,00	0,00	0,26	1,18	5,74	10,37	16,95	24,79	35,57	39,71	47,00	54,74	65,59	78,20	81,17	89,03	98,57	109,89	123,54	115,95
	подстилка	4,26	7,51	10,76	13,69	16,44	18,71	20,04	21,38	22,84	24,67	27,04	28,84	30,24	31,40	32,57	33,13	33,53	34,07	34,51	34,82
	почва	21,08	37,19	53,29	67,80	81,42	92,70	99,30	105,91	113,13	122,24	133,98	142,86	149,79	155,54	161,34	164,14	166,10	168,80	170,95	172,51
	все пулы	25,42	59,57	105,49	155,04	209,58	261,23	312,79	358,21	404,36	443,01	491,64	538,22	583,90	627,87	658,96	694,95	726,57	757,00	786,69	793,13
Полезащитные насаждения	фитомасса	0,02	13,50	30,66	78,13	106,41	129,08	145,41	160,38	186,15	195,56	212,79	223,11	238,24	245,27	248,84	254,72	255,70	259,33	260,12	262,27
	мертвая древесина	0,00	0,00	0,29	1,36	6,62	12,94	27,06	35,50	49,70	52,87	62,39	45,46	54,03	59,35	60,54	62,22	47,23	51,67	60,13	54,40
	подстилка	1,53	2,79	7,14	8,05	8,74	9,30	9,52	9,70	9,90	10,12	10,32	10,51	10,79	11,08	11,29	11,32	11,42	11,52	11,55	11,56
	почва	8,01	14,54	37,27	42,02	45,60	48,52	49,67	50,62	51,70	52,84	53,88	54,85	56,35	57,85	58,92	59,09	59,62	60,12	60,29	60,33
	все пулы	9,56	30,82	75,37	129,56	167,36	199,83	231,67	256,20	297,45	311,39	339,37	333,93	359,42	373,55	379,58	387,36	373,97	382,63	392,09	388,56
Всего защитных насаждений	фитомасса	0,10	28,37	71,84	150,50	212,40	268,53	321,91	366,51	418,97	451,95	496,40	534,90	576,53	607,99	632,73	663,37	684,06	703,57	717,81	732,11
	мертвая древесина	0,00	0,00	0,55	2,54	12,36	23,31	44,02	60,29	85,26	92,58	109,39	100,20	119,62	137,55	141,70	151,25	145,80	161,56	183,66	170,35
	подстилка	5,79	10,29	17,90	21,74	25,17	28,01	29,56	31,08	32,74	34,80	37,37	39,34	41,03	42,48	43,85	44,45	44,95	45,59	46,06	46,38
	почва	29,09	51,73	90,57	109,82	127,02	141,22	148,97	156,53	164,83	175,08	187,85	197,71	206,14	213,39	220,25	223,23	225,72	228,92	231,24	232,84
	все пулы	34,98	90,39	180,85	284,60	376,95	461,06	544,46	614,41	701,80	754,40	831,01	872,15	943,32	1001,42	1038,55	1082,31	1100,54	1139,64	1178,77	1181,69

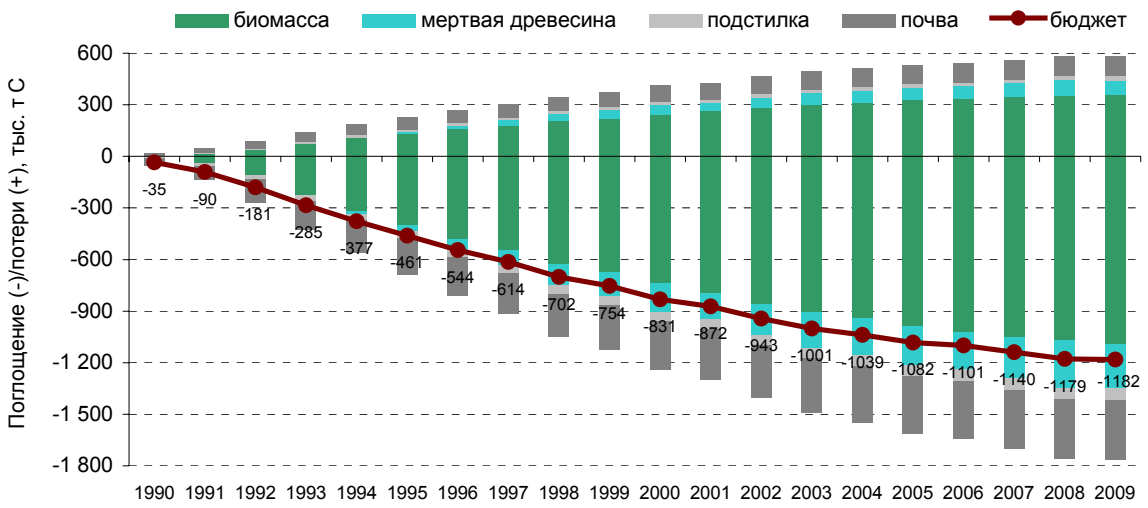


Рис. 7.11. Динамика годичного поглощения и потерь углерода всеми пулами противоэрозионных и полезащитных лесонасаждений, заложенных на землях сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации

7.4.3 Лесные земли, переустроенные в земли поселений

В Российской Федерации обезлесение связано с переводом лесных земель в нелесные или с изъятием земель из состава лесного фонда, поскольку эти виды конверсии земель сопровождаются сведением лесов. Перевод лесных земель в нелесные или их изъятие из состава лесного фонда, как правило, определяется нуждами развития иных, чем лесное хозяйство, отраслей экономики. Лесные земли могут переводиться в нелесные для расширения населенных пунктов и строительства объектов инфраструктуры (дорог, линий электропередач, трубопроводов), и таким образом соответствуют категории МГЭИК земли поселений.

В связи с отсутствием специализированных статистических форм по обезлесению, по рекомендации международной группы экспертов по проверке национального доклада о кадастре (2010 г.) были собраны доступные статистические данные о строительстве объектов инфраструктуры (газопроводы магистральные и отводы от них, новые железнодорожные линии и вторые пути, нефтепроводы магистральные, нефтепродуктопроводы магистральные региональные, автомобильные дороги с твердым покрытием, междугородние кабельные линии связи, радиорелейные линии связи, скважины нефтяные и газовые, линии электропередачи и др.). Для оценки площади, отводимой под объекты инфраструктуры, были использованы существующие нормы отвода земель. Так, ширина полосы отвода земель под железнодорожные линии составляет 52 м, под нефтепроводы и газопроводы – 32 м, под автомобильные дороги с твердым покрытием – 50 м, под линии связи – 6 м, высоковольтные линии электропередач – 28 м, для линий электропередач, предназначенных для электрификации сельского хозяйства – 8 м, площадь, отводимая под одну нефтяную скважину – 2,1 га, под одну газовую скважину – 3,5 га. Для оценки площади обезлесения площади, отведенные под строительство объектов инфраструктуры, умножались на лесистость территории. Оценка площади обезлесения в 1998-2009 годах выполнена на основе региональных данных Росстата о строительстве объектов инфраструктуры, полученной из Центральной базы статистических данных (раздел «Производственное строительство») на официальном сайте Росстата (http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi#1) с учетом лесистости субъектов Российской Федерации (данные предоставлены Рослесхозом) (табл. 7.35). Оценка площади обезлесения для периода с 1971 г. по 1997 г. была выполнена на основе статистических данных по Российской Федерации в целом (Народное хозяйство РСФСР…, 1976, 1981, 1986, 1991, 1993; Строительство в России, 2002).

Таблица 7.35

Оценка площади обезлесения в 1998-2009 годах на основе региональных данных Росстата о строительстве объектов инфраструктуры с учетом лесистости субъектов Российской Федерации

Субъект РФ	Площади обезлесения, га											
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Белгородская область	31,5	79,6	46,5	82,0	90,4	35,9	39,9	46,0	78,7	105,9	115,6	47,7
Брянская область	145,6	189,2	291,0	197,4	116,1	80,8	74,0	16,4	71,9	33,6	88,4	62,0
Владимирская область	236,1	113,6	53,1	57,2	207,2	424,5	142,8	202,1	166,8	189,9	110,3	86,7
Воронежская область	83,2	57,6	67,7	68,8	31,4	56,3	90,8	68,1	19,6	12,0	51,9	24,6
Ивановская область	44,3	84,3	63,7	19,9	15,3	7,5	149,9	162,9	26,3	17,5	23,5	133,9
Калужская область	209,1	122,9	136,3	142,8	207,0	249,2	189,3	183,5	138,2	117,9	124,3	102,8
Костромская область	343,5	346,9	212,4	66,9	119,2	122,8	64,3	86,6	289,5	15,6	215,1	25,6
Курская область	17,6	17,2	11,5	23,4	26,7	23,9	21,4	29,9	25,8	40,8	35,1	27,0
Липецкая область	35,7	49,9	40,7	25,6	25,6	46,9	32,3	39,1	30,2	46,4	38,6	20,3
Московская область	327,8	427,7	267,3	174,7	341,1	114,3	234,5	428,1	129,1	501,7	451,2	128,8
Орловская область	45,5	41,8	25,0	24,4	8,5	7,8	10,2	6,1	7,3	6,8	17,6	3,7
Рязанская область	194,3	228,4	217,8	156,3	129,9	210,4	185,7	103,5	330,1	123,9	60,3	71,3
Смоленская область	113,4	103,5	109,5	73,2	168,4	106,9	65,8	46,0	51,0	200,4	292,4	55,2
Тамбовская область	57,9	34,9	74,3	76,1	93,7	98,9	62,7	27,0	21,1	39,8	56,5	15,2
Тверская область	387,0	549,3	348,7	245,1	306,6	666,9	454,6	620,3	378,5	84,4	161,2	305,5
Тульская область	62,5	66,1	70,5	49,6	60,2	39,2	12,3	9,4	58,0	20,8	23,7	53,0
Ярославская область	151,1	217,0	121,0	117,0	74,4	297,5	61,0	465,8	273,3	473,4	301,5	146,3
Республика Карелия	176,4	235,8	225,9	524,1	272,7	176,9	271,3	48,3	51,4	772,9	324,9	11,0
Республика Коми	1264,2	1039,1	1277,3	987,1	1944,2	467,1	413,4	655,1	1173,4	897,1	1262,8	729,3
Архангельская область	319,2	408,3	310,9	231,3	552,7	307,3	320,9	650,0	669,2	1197,4	1529,2	242,6
Вологодская область	999,4	535,7	917,4	705,0	764,4	512,2	839,2	1042,6	787,7	723,4	965,0	403,1
Калининградская область	22,9	10,4	60,7	51,7	13,8	72,3	71,1	31,2	67,6	23,3	22,6	26,6
Ленинградская область	305,5	329,7	331,7	701,0	374,0	708,6	99,5	261,8	508,1	136,5	441,0	351,1
Мурманская область	167,5	137,3	59,0	33,0	48,7	42,8	1,4	17,1	36,3	176,5	423,0	87,7
Новгородская область	183,1	280,8	228,7	269,0	92,7	549,2	139,1	169,4	176,5	192,6	174,8	268,6
Псковская область	37,5	1252,0	128,6	17,9	87,4	236,8	192,1	101,9	15,5	200,1	39,5	57,2
Ненецкий автономный округ	0,4	0,5	0,2	0,8	7,5	3,8	3,0	5,2	8,9	8,7	24,2	4,1

Субъект РФ	Площади обезлесения, га											
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Республика Адыгея	22,0	61,9	68,4	54,4	51,8	10,8	3,5	22,1	22,2	113,0	3,7	86,8
Республика Дагестан	83,7	76,1	71,9	23,4	38,2	41,8	37,9	27,4	53,7	33,8	91,9	91,5
Республика Ингушетия	2,5	141,5	337,8	72,5	33,3	0,0	108,8	4,3	118,7	319,6	45,4	0,0
Кабардино-Балкарская республика	34,9	28,5	28,6	58,9	15,8	51,1	14,0	19,9	43,7	83,2	95,8	102,1
Республика Калмыкия	0,5	0,4	0,4	1,0	1,5	2,4	0,5	0,3	0,7	1,2	1,2	2,4
Карачаево-Черкесская республика	7,0	44,5	11,9	9,2	29,5	14,7	21,5	82,5	48,2	18,5	123,8	36,3
Республика Северная Осетия-Алания	2,6	60,3	19,0	38,8	21,0	32,4	31,5	13,1	45,5	39,7	68,7	142,0
Чеченская республика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,2	0,0
Краснодарский край	245,0	118,5	209,3	210,5	503,7	476,8	530,3	425,6	364,0	250,1	196,9	771,4
Ставропольский край	14,0	12,2	11,9	5,6	14,5	6,7	18,3	15,3	14,8	7,1	9,3	47,5
Астраханская область	4,1	4,0	8,8	6,1	8,8	13,2	5,2	10,8	5,2	2,6	8,8	13,1
Волгоградская область	33,9	54,4	108,7	26,5	27,0	45,7	35,7	69,7	31,5	47,6	45,9	65,1
Ростовская область	35,0	43,2	50,3	34,7	26,1	61,2	46,4	37,9	46,0	37,7	49,3	47,7
Республика Башкортостан	2297,1	2150,3	2678,8	1468,9	1221,4	1116,6	1073,6	1006,6	1156,6	1066,4	1292,9	616,7
Республика Марий Эл	185,2	178,2	130,7	107,5	123,4	155,8	156,8	98,7	85,8	107,0	134,9	41,7
Республика Мордовия	105,7	122,3	89,4	189,0	160,0	196,8	125,6	112,7	76,2	130,1	95,5	59,8
Республика Татарстан	325,9	362,7	419,4	544,8	480,3	456,9	476,4	431,2	517,2	560,6	754,3	763,9
Удмуртская республика	353,0	513,6	617,9	529,3	450,3	401,2	393,0	145,3	216,8	522,7	435,8	406,4
Чувашская республика	147,3	182,0	208,2	183,5	122,8	138,2	87,1	316,4	256,9	560,1	771,9	126,6
Кировская область	466,7	383,7	251,9	241,4	245,5	211,4	284,1	182,9	639,3	265,7	838,0	474,0
Нижегородская область	684,7	505,5	422,6	174,5	208,0	186,6	200,3	147,7	578,3	174,1	330,6	96,2
Оренбургская область	52,8	63,1	74,2	68,6	65,4	54,6	43,7	38,1	53,0	39,8	63,3	52,9
Пензенская область	201,4	330,1	498,3	443,5	334,0	367,8	442,3	311,5	125,3	134,7	150,4	73,2
Пермская область	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Самарская область	296,6	361,7	386,5	200,9	169,6	132,2	65,0	77,2	143,4	181,3	99,0	48,3
Саратовская область	86,7	83,5	79,1	40,4	69,3	57,4	43,4	69,8	76,9	60,9	34,8	35,2
Ульяновская область	43,0	55,2	28,0	34,1	27,9	31,3	99,6	262,6	64,5	46,4	0,6	19,2
Коми-Пермяцкий а.о.	44,5	210,9	57,3	16,0	150,5	29,9	170,2	163,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Курганская область	97,2	107,2	92,0	58,5	62,5	49,4	153,6	36,1	79,0	65,3	65,5	135,8
Свердловская область	997,3	1175,6	991,1	836,6	808,3	933,5	736,5	1163,1	337,8	903,2	1200,4	638,3
Тюменская область	6672,1	6288,2	8269,6	9488,1	7579,6	8129,1	7803,0	8044,7	8532,8	7736,2	8235,5	8326,6

Субъект РФ	Площади обезлесения, га											
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Челябинская область	357,8	283,1	260,7	222,1	285,4	295,8	266,1	301,5	221,8	321,3	360,4	164,4
Ханты-Мансийский а.о.	5089,2	5568,9	6834,5	8963,3	7007,0	7043,7	8355,1	8868,8	8566,4	9049,0	8986,6	8308,2
Ямало-Ненецкий а.о.	533,5	336,9	767,8	909,1	817,7	951,0	477,6	444,5	728,7	231,5	568,4	732,7
Республика Алтай	39,7	68,1	67,6	27,1	29,3	69,9	30,9	46,3	131,9	45,2	6,5	28,1
Республика Бурятия	111,9	146,3	33,4	117,2	330,2	72,1	245,5	370,2	87,8	202,2	6,3	165,8
Республика Тыва	3,6	0,0	45,7	78,5	23,4	26,2	220,4	81,9	40,5	41,1	111,2	42,2
Республика Хакасия	257,8	127,2	45,5	37,4	22,7	45,3	113,9	87,8	122,7	42,7	110,6	17,6
Алтайский край	439,3	263,5	213,9	132,1	111,3	264,0	213,3	176,0	80,1	325,1	341,3	101,0
Красноярский край	874,2	897,7	758,0	799,0	863,9	321,8	682,8	903,3	1199,8	438,2	2455,3	1746,8
Иркутская область	1175,7	1015,2	1530,6	822,7	838,4	1279,5	1034,7	650,9	974,5	1381,2	1586,7	2453,7
Кемеровская область	600,4	293,9	637,9	293,8	401,0	652,6	1112,5	428,1	202,6	1528,6	663,3	454,4
Новосибирская область	267,4	231,4	242,1	142,3	147,7	152,3	437,5	159,0	122,0	461,4	526,7	522,5
Омская область	129,5	153,2	138,9	146,3	204,0	349,8	199,9	243,6	236,4	354,8	402,8	203,6
Томская область	512,1	252,7	462,5	516,7	1802,3	1162,5	1129,4	594,0	951,1	565,3	1161,3	1230,8
Читинская область	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Агинский Бурятский а.о.	0,0	0,0	12,3	0,0	11,8	0,0	9,6	6,9	78,6	127,5	55,1	0,0
Таймырский (Долгано-Ненецкий) а.о.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Усть-Ордынский Бурятский а.о.	0,0	25,8	28,8	9,3	51,7	56,3	131,8	11,6	3,0	42,0	0,0	0,0
Эвенкийский автономный округ	4,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Республика Саха (Якутия)	298,0	366,1	562,1	316,0	423,2	253,5	579,8	733,9	1012,2	1023,3	534,2	3669,4
Приморский край	453,1	445,8	353,3	216,2	414,6	325,7	877,6	663,2	779,0	1130,4	1048,5	805,2
Хабаровский край	319,8	217,5	796,1	376,3	253,6	216,3	485,9	116,0	1482,7	225,1	756,0	767,3
Амурская область	269,9	161,5	215,4	324,1	363,6	229,6	754,4	145,1	1041,4	373,1	679,9	1006,4
Камчатская область	135,7	170,6	178,2	86,7	106,3	4,7	14,2	121,7	0,0	54,5	1,9	0,0
Магаданская область	37,4	40,8	139,6	44,7	444,8	103,5	76,1	63,6	87,7	84,8	8,9	131,0
Сахалинская область	343,7	117,5	414,3	147,1	113,4	157,9	113,5	138,4	266,5	128,5	252,9	258,5
Еврейская автономная область	22,6	30,5	44,7	63,0	35,3	136,6	77,1	346,0	117,9	218,3	45,4	103,3
Корякский автономный округ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Чукотский автономный округ	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3	6,8	0,0	0,0	0,1	0,1	34,5	2,0
Итого обезлесение, га	31782,4	31892,7	36702,9	35090,7	34333,5	33249,6	35089,9	34569,0	37859,9	38262,8	43355,9	39726,8

Согласно рекомендациям международной группы экспертов общая площадь обезлесения была разделена на обезлесение в управляемых лесах и на обезлесение в неуправляемых лесах, а каждая из этих подкатегорий – на леса и кустарники, исходя из соотношения площадей, занимаемых этими категориями (табл. 7.36, 7.37).

Для расчета потерь углерода при обезлесении были использованы значения площадей, представленные в таблицах 7.36 и 7.37, а также средние значения запасов углерода по пулам (табл. 7.38) со следующими допущениями согласно рекомендациям группы по проверке:

– Полное окисление углерода в пулах биомассы, мертвой древесины, подстилки в год обезлесения.

– Полное окисление углерода в органическом веществ почв за период 20 лет. Потери углерода в органическом веществе почв за 1990-2009 годы рассчитаны с учетом остаточной эмиссии от окисления органического вещества почв при обезлесении, начиная с 1971 года.

Средние значения запасов углерода для Российской Федерации получены делением запасов углерода по пулам, рассчитанным по формулам 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, на площадь покрытых лесной растительностью земель. Запасы углерода на 1 га оценивались отдельно для лесов и насаждений с доминированием кустарников (табл. 7.38).

Общие площади обезлесения сократились с 72,4 тыс. га в 1990 г. до 27,6 тыс. га в 2009 г. Результаты расчета потерь углерода при обезлесении показаны в таблице 7.39. Начиная с 1990 г. по 2009 г. общая площадь обезлесения составила 295,9 тыс. га, а общий выброс углерода оценен в 553,6 млн. т CO_2, или в среднем 27,7 млн. т CO_2 год$^{-1}$.

7.4.2 Пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения

7.4.2.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 5.B.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 2009 гг. взяты из отчетов Росстата и ежегодных статистических сборников (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005-2010; http://www.gks.ru/wps/portal/OSI_P/SEL#). При расчете 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 2009 гг. приведены в таблице 7.40.

7.4.2.1.2 Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе пахотных земель (раздел 5.B.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 пахотных землях. Поэтому эта категория нами не оценивалась и в таблицах ОФД использованы условные обозначения «NA» (не применимо).

Таблица 7.36

Площади обезлесения по категориям земель, покрытых лесной растительностью, в 1971-1989 годах

Категории земель, покрытых лесной растительностью	Тип лесной раститель-ности	Площади обезлесения по годам, тыс. га год$^{-1}$																		
		1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Управляемые	леса	27,01	27,61	28,65	30,50	30,99	22,83	25,56	49,17	22,47	49,91	40,45	34,12	29,39	44,73	30,86	48,91	46,55	46,26	46,25
	кустарники	2,15	2,20	2,28	2,43	2,47	1,82	2,04	3,92	1,79	3,97	3,22	2,72	2,34	3,56	2,46	3,89	3,71	3,68	3,68
	всего	29,16	29,80	30,93	32,92	33,46	24,65	27,60	53,09	24,25	53,88	43,67	36,84	31,73	48,29	33,32	52,80	50,25	49,94	49,94
Неуправляемые	леса	10,37	10,60	11,00	11,71	11,90	8,77	9,82	18,88	8,63	19,16	15,53	13,10	11,28	17,17	11,85	18,78	17,87	17,76	17,76
	кустарники	0,83	0,84	0,88	0,93	0,95	0,70	0,78	1,50	0,69	1,53	1,24	1,04	0,90	1,37	0,94	1,50	1,42	1,41	1,41
	всего	11,20	11,44	11,87	12,64	12,85	9,46	10,60	20,38	9,31	20,69	16,77	14,14	12,18	18,54	12,79	20,27	19,29	19,17	19,17
Всего		40,36	41,25	42,80	45,56	46,31	34,11	38,20	73,47	33,57	74,57	60,43	50,98	43,91	66,83	46,11	73,07	69,55	69,11	69,11

Таблица 7.37

Площади обезлесения по категориям земель, покрытых лесной растительностью, в 1990-2009 годах

Категории земель, покрытых лесной растительностью	Тип лесной раститель-ности	Площади обезлесения по годам, тыс. га год$^{-1}$																		
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Управляемые	леса	48,43	34,25	34,53	33,32	24,05	26,08	22,21	20,06	18,46	20,81	19,48	18,67	17,72	18,42	17,92	19,27	19,46	22,04	20,22	16,50
	кустарники	3,86	2,77	2,84	2,79	2,04	2,24	1,93	1,77	1,65	1,86	1,74	1,65	1,56	1,62	1,58	1,70	1,73	1,96	1,81	1,39
	всего	52,28	37,02	37,37	36,11	26,09	28,33	24,14	21,83	20,11	22,67	21,22	20,32	19,29	20,04	19,50	20,97	21,19	24,01	22,03	17,90
Неуправляемые	леса	18,59	13,76	14,51	14,62	11,21	12,89	11,63	11,12	10,82	12,89	12,74	12,88	12,83	13,84	13,85	15,52	15,68	17,77	16,24	8,95
	кустарники	1,48	1,11	1,20	1,22	0,95	1,11	1,01	0,98	0,97	1,15	1,14	1,14	1,13	1,21	1,22	1,37	1,40	1,58	1,46	0,76
	всего	20,07	14,88	15,70	15,85	12,16	14,00	12,64	12,10	11,78	14,03	13,88	14,02	13,96	15,05	15,07	16,89	17,08	19,35	17,70	9,71
Всего		72,36	51,90	53,07	51,96	38,25	42,33	36,78	33,93	31,89	36,70	35,09	34,33	33,25	35,09	34,57	37,86	38,26	43,36	39,73	27,60

Таблица 7.38

Средние величины потери углерода различными пулами при обезлесении в Российской Федерации

Год	Потери углерода при обезлесении по пулам, т С га$^{-1}$					
	надземная биомасса	подземная биомасса	мертвая древесина	подстилка	почва	Итого
Покрытые лесом земли						
1990	36,0	9,8	9,1	8,1	96,3	159,3
1991	36,1	9,9	9,1	8,3	96,7	160,1
1992	36,2	10,1	9,2	8,4	97,1	160,9
1993	36,2	10,2	9,2	8,5	97,6	161,7
1994	36,3	10,2	9,2	8,6	97,6	161,8
1995	36,4	10,2	9,2	8,6	97,6	161,9
1996	36,4	10,2	9,2	8,6	97,6	162,0
1997	36,5	10,2	9,2	8,6	97,6	162,0
1998	36,6	10,2	9,3	8,6	97,6	162,1
1999	36,5	10,1	9,2	8,6	97,5	161,9
2000	36,5	10,1	9,2	8,6	97,4	161,9
2001	36,5	10,1	9,2	8,6	97,3	161,8
2002	36,5	10,1	9,2	8,6	97,3	161,8
2003	36,6	10,1	9,2	8,6	97,4	161,9
2004	36,7	10,2	9,3	8,6	97,5	162,2
2005	36,8	10,2	9,3	8,6	97,5	162,4
2006	36,8	10,2	9,3	8,6	97,5	162,4
2007	36,9	10,2	9,3	8,6	97,6	162,6
2008	36,6	10,1	9,2	8,6	97,6	162,1
2009	37,0	9,7	9,3	8,4	96,4	160,8
Земли, покрытые кустарниковой растительностью						
1990	5,9	11,9	3,8	3,4	146,6	171,7
1991	5,9	11,7	3,8	3,4	146,3	171,1
1992	5,8	11,5	3,7	3,5	146,1	170,5
1993	5,7	11,3	3,6	3,5	145,8	170,0
1994	5,7	11,2	3,6	3,6	145,5	169,7
1995	5,7	11,1	3,6	3,6	145,2	169,3
1996	5,8	11,1	3,6	3,6	145,0	169,0
1997	5,8	11,0	3,6	3,7	144,7	168,7
1998	5,8	10,9	3,6	3,7	144,4	168,4
1999	5,8	10,9	3,6	3,7	144,4	168,4
2000	5,8	10,9	3,6	3,7	144,4	168,4
2001	5,7	10,7	3,5	3,7	144,3	167,9
2002	5,7	10,7	3,5	3,7	144,3	167,9
2003	5,8	10,8	3,5	3,7	144,2	168,1
2004	5,8	10,8	3,5	3,7	144,5	168,4
2005	5,9	10,9	3,6	3,7	144,6	168,8
2006	6,0	11,1	3,6	3,7	144,7	169,2
2007	6,0	11,0	3,6	3,7	144,7	169,0
2008	6,0	11,0	3,6	3,8	144,3	168,7
2009	5,9	10,7	3,6	3,9	144,4	168,4

Таблица 7.39

Потери углерода при обезлесении в Российской Федерации

Пулы	Потери углерода при обезлесении по годам, тыс. т С год$^{-1}$																			
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Управляемые леса																				
Надземная биомасса	1751,2	1241,1	1253,6	1209,9	876,6	952,5	812,3	732,5	674,7	760,4	711,4	682,8	650,6	677,9	659,7	710,8	712,2	815,7	748,0	610,5
Подземная биомасса	486,8	347,8	350,7	338,4	244,3	265,0	225,6	203,8	187,5	210,8	197,2	189,1	180,1	187,5	182,5	196,6	196,8	214,5	195,7	159,8
Мертвая древесина	443,4	315,1	318,1	307,0	221,6	240,3	204,6	184,8	170,7	192,3	179,7	172,4	164,0	171,0	165,9	178,8	179,0	205,3	187,7	153,2
Подстилка	406,9	292,7	295,2	285,0	205,8	223,2	190,0	171,7	158,0	178,2	167,0	160,8	152,5	158,5	154,2	165,8	167,0	184,9	169,7	138,5
Почва	3520,1	3557,2	3592,7	3617,4	3587,9	3566,0	3564,5	3539,3	3392,7	3385,8	3240,3	3136,5	3058,7	3007,1	2879,1	2824,6	2684,1	2566,3	2441,0	2296,8
Управляемые кустарники																				
Надземная биомасса	22,3	15,8	16,3	16,0	11,8	13,0	11,2	10,3	9,5	10,6	10,0	9,6	9,1	9,6	9,5	10,1	10,4	11,6	10,7	8,2
Подземная биомасса	38,8	28,2	28,9	28,3	20,7	22,8	19,6	17,9	16,7	19,9	18,6	17,8	16,9	17,6	17,6	18,8	19,0	20,9	19,8	15,2
Мертвая древесина	35,3	25,5	26,2	25,7	18,8	20,7	17,9	16,3	15,2	6,5	6,1	5,8	5,5	5,8	5,8	6,2	6,2	7,0	6,6	5,1
Подстилка	13,5	9,8	10,2	10,1	7,4	8,2	7,2	6,5	6,1	6,9	6,5	6,1	5,8	6,0	5,9	6,4	6,6	7,6	7,0	5,4
Почва	407,7	405,4	403,2	400,1	392,2	385,1	381,2	374,9	354,2	354,5	337,9	326,2	317,6	312,1	297,5	291,8	275,7	262,8	248,8	241,1
Неуправляемые леса																				
Надземная биомасса	672,4	498,8	526,8	532,0	408,4	470,7	425,4	406,0	395,4	470,8	465,3	471,1	471,0	509,1	509,9	572,5	574,0	657,4	600,8	331,1
Подземная биомасса	186,9	139,8	147,4	148,6	113,8	131,0	118,2	112,7	109,7	130,5	129,0	130,5	130,4	140,8	141,0	158,4	158,6	172,9	157,2	86,6
Мертвая древесина	170,2	126,6	133,7	134,9	103,5	119,2	107,7	102,6	100,1	119,0	117,6	118,9	118,8	128,4	128,2	144,0	144,3	165,4	150,8	83,1
Подстилка	156,2	117,7	124,1	125,1	95,9	110,3	99,5	95,2	92,6	110,3	109,2	110,9	110,4	119,0	119,1	133,6	134,6	149,0	136,3	75,1
Почва	1351,5	1368,7	1388,5	1406,9	1405,2	1410,8	1425,4	1432,3	1394,1	1415,3	1385,1	1373,0	1372,5	1385,7	1370,5	1389,2	1375,4	1375,0	1367,7	1324,9
Неуправляемые кустарники																				
Надземная биомасса	8,6	6,4	6,8	7,0	5,5	6,4	5,9	5,7	5,6	6,6	6,5	6,6	6,6	7,2	7,3	8,2	8,4	9,3	8,6	4,5
Подземная биомасса	17,0	12,6	13,4	13,6	10,5	12,2	11,1	10,7	10,5	12,3	12,2	12,3	12,2	13,2	13,6	15,1	15,3	16,9	15,9	8,3
Мертвая древесина	5,5	4,0	4,3	4,4	3,4	4,0	3,6	3,5	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,4	4,5	5,0	5,0	5,7	5,3	2,8
Подстилка	5,2	4,0	4,3	4,4	3,5	4,1	3,7	3,6	3,6	4,3	4,2	4,2	4,2	4,5	4,6	5,1	5,3	6,1	5,6	2,9
Почва	163,6	165,7	168,2	170,7	170,8	171,8	174,0	175,4	171,3	174,6	171,6	170,8	171,3	173,5	172,3	175,3	174,4	175,4	175,6	170,7
Итого по всем землям, покрытым лесной и кустарниковой растительностью																				
Биомасса	3183,9	2290,3	2343,9	2293,9	1691,7	1873,5	1629,2	1499,6	1409,7	1621,9	1550,1	1519,8	1476,9	1563,1	1541,2	1690,4	1694,7	1919,3	1756,7	1224,2
Мертвая древесина	654,4	471,2	482,2	472,0	347,3	384,2	333,8	307,3	289,5	321,8	307,3	301,1	292,3	309,6	304,4	333,8	334,5	383,4	350,4	244,2
Подстилка	581,8	424,2	433,8	424,6	312,5	345,8	300,4	277,0	260,2	299,6	286,9	282,1	273,0	288,1	283,8	310,9	313,5	347,5	318,6	221,9
Почва	5443,0	5497,1	5552,7	5595,1	5556,2	5533,8	5545,1	5521,9	5312,4	5330,2	5134,9	5006,4	4920,1	4878,3	4719,4	4680,9	4509,7	4379,5	4233,1	4033,5
Все пулы	9863,0	8682,8	8812,6	8785,7	7907,7	8137,3	7808,5	7605,8	7271,8	7573,6	7279,2	7109,5	6962,2	7039,1	6848,8	7016,0	6852,5	7029,7	6658,8	5723,7

Таблица 7.40

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	1 019,5	12,9	2141,0	812,7	1328,2
1991	1 014,4	5,1	2130,2	321,3	1808,9
1992	1 013,2	1,2	2127,7	75,6	2052,1
1993	1 014,7	0	2130,9	0,0	2130,9
1994	1 036,0	0	2175,6	0,0	2175,6
1995	1 039,3	0	2182,5	0,0	2182,5
1996	999,6	39,7	2099,2	2501,1	-401,9
1997	956,6	43,0	2008,9	2709,0	-700,1
1998	904,8	51,8	1900,1	3263,4	-1363,3
1999	866,3	38,5	1819,2	2425,5	-606,3
2000	842,3	24,0	1768,8	1512,0	256,8
2001	813,2	29,1	1707,7	1833,3	-125,6
2002	768,6	44,6	1614,1	2809,8	-1195,7
2003	742,0	26,6	1558,2	1675,8	-117,6
2004	706,1	35,9	1482,8	2261,7	-778,9
2005	670,5	35,6	1408,1	2242,8	-834,8
2006	615,4	55,1	1292,3	3471,3	-2179,0
2007	602,7	12,7	1265,7	800,1	465,6
2008	599,8	2,9	1259,6	182,7	1076,9
2009	594,3	5,5	1248,1	343,8	904,3

[1)] Годовая нетто углерода – разница накопления углерода в оставшейся растущей биомассе и потерях углерода за год при вырубке или гибели многолетних насаждений.

7.4.2.1.3 Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах пахотных земель (раздел 5.В.1.3 ОФД)

Минеральные почвы. Расчет ежегодного изменения запасов почвенного углерода пахотных земель 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 пахотные земли, к которым относятся: посевные земли под культурными растениями, пар и площади многолетних насаждений. Исходные данные по площадям пахотных земель за период с 1990 по 2009 гг. были получены в отчетах и справочных изданиях Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005- 2010).

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. 7.12).

Статистические данные по внесению органических удобрений в почвы приводятся в физическом весе по всем видам органических 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. 7.41). 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 2009 гг. приведено в таблице 7.42.

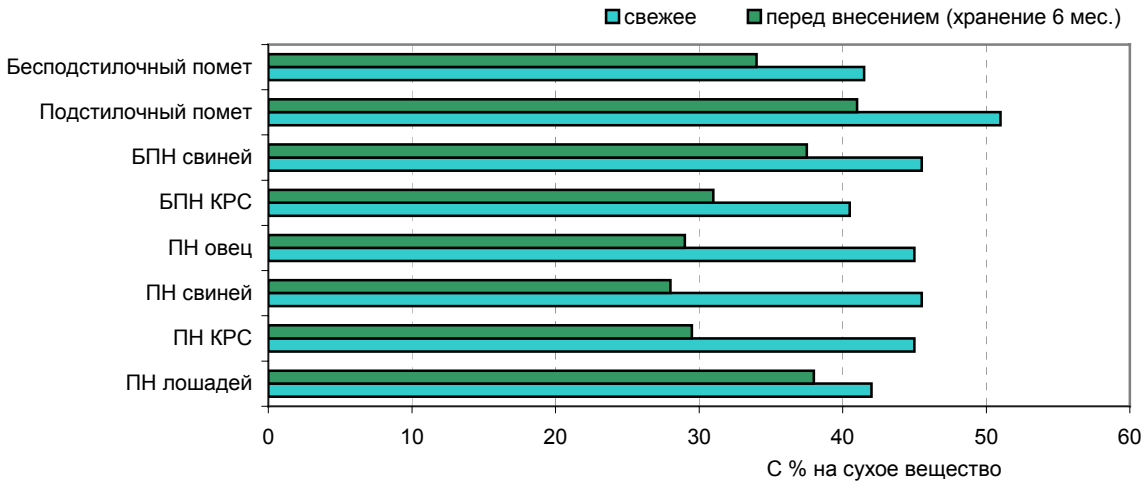


Рис. 7.12. Потери углерода разных видов навоза и помета при хранении

Таблица 7.41

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 7.42

Внесение органических удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы за период с 1990 по 2009 гг., млн. тонн

Годы	Внесение органических удобрений	Количество углерода, поступившего в с.х. земли
1990	389,5	71,1
1991[1)]	347,2	63,3
1992[1)]	268,7	49,0
1993	241,2	44,0
1994	164,2	30,0
1995	127,4	23,2
1996	107,8	19,7
1997	86,1	15,7
1998	72,1	13,2
1999	69,1	12,6
2000	66.0	12,0
2001	59,6	10,9
2002	60,6	11,1
2003	59,9	10,9
2004	53,2	9,7
2005	49,9	9,1
2006	47,8	8,7
2007	48,1	8,8
2008	51,3	9,4
2009	53,7	9,8

[1)] данные по (Промышленно-экономические показатели…, 1996)

Как следует из этой таблицы, внесение органических удобрений сократилось в течение рассматриваемого периода на 86,2% от 389,5 млн. тонн в 1990 г. до 53,7 млн. тонн в 2009, 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 71,1 млн. тонн в 1990 г. до 9,8 млн. тонн в 2009 г.

Оценка поступления углерода в пахотные почвы 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, 2005-2010) 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 внесению минеральных удобрений в почвы приводится в пересчете на действующие вещества, поэтому коэффициенты по содержанию углерода в разных видах удобрений рассчитаны к соответствующим действующим веществам. При этом учтено соотношение углерода и прочих химических элементов в составе всех удобрений (содержащих и не содержащих углерод) каждого вида (азотных, фосфорных и калийных). Результаты расчетов коэффициентов приведены в таблице 7.43.

Поступление углерода в сельскохозяйственные почвы с минеральными удобрениями за период с 1990 по 2009 год приведено в таблице 7.44.

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).

Таблица 7.43

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 7.44

Внесение минеральных удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы за период с 1990 по 2009 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	0,951	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	1,034	0,407	0,275	0,140
2008	1,201	0,429	0,288	0,162
2009	1,231	0,391	0,266	0,164

[1)] расчетные данные (интерполяция)

[2)] данные по (Использование минеральных удобрений…, 1995)

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 7.45.

За период с 1990 по 2009 гг. суммарное поступление углерода в почвы с минеральными удобрениями (табл. 7.44) и известковыми материалами (табл. 7.45) снизилось в 11 раз, что связано с соответственным сокращением их внесения в пахотные земли с 1990 года.

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:

Таблица 7.45

Известкование сельскохозяйственных почв и поступление углерода с известковыми материалами за период с 1990 по 2009 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
2008	2,3	0,19
2009	1,8	0,15

[1)] расчетные данные (интерполяция)

C_{ab} *или* $C_{un}=\Sigma_i ((a_iY_i+b_i)*C_i)*S_i$,где (7.34)

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 6.14 (см. раздел Сельское хозяйство, категория 4.D.1.4.).

Следует обратить внимание, что в таблице 6.14 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%;
- просо – 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, 2006-2010). Величины поступления углерода с остатками культурных растений за период с 1990 по 2009 гг., а также суммарное поступление углерода в пахотные почвы приведены в таблице 7.46.

Как следует из данных таблицы 7.46, в целом наблюдается тенденция снижения количества углерода растительных остатков культурных растений с 1990 года. Это связано с общим сокращением посевных площадей в стране за период с 1990 по 2009 гг., хотя в 2008-2009 годах впервые наметилась тенденция к их незначительному ежегодному увеличению. Урожайность растений формируется в зависимости от комплекса экологических, агрохимических и других факторов и изменяется между годами нелинейно, поэтому и суммарные потери углерода биомассы несколько варьируют в течение исследуемых лет. Так, после 2004 года средняя урожайность зерновых культур постепенно увеличивалась, что оказало соответствующее влияние на количество углерода биомассы растений. В 2008 году урожайность большинства культурных растений была сравнительно высокой за последние годы (озимая пшеница 33,9 ц/га; ячмень озимый 41,2 ц/га; овес 17,1 ц/га; картофель и овощи 138 и 196 ц/га, соответственно), что оказало влияние на общее поступление углерода в пахотные почвы, которое возросло в 2008 году на 23% по сравнению с предыдущим годом. В 2009 году также по многим культурам была достигнута максимальная после 2000 года урожайность (пшеница яровая, овес, кукуруза на зерно, сахарная свекла, картофель и др.), что также оказало влияние на величину общего поступления углерода с растительными остатками.

Таблица 7.46

Углерод пожнивных и корневых остатков культурных растений и общее поступление углерода в пахотные почвы России, млн. тонн С/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	107,7	120,3
2001	114,4	125,8
2002	114,5	126,1
2003	104,7	116,1
2004	105,9	116,0
2005	105,1	114,6
2006	104,1	113,2
2007	106,2	115,4
2008	115,2	125,0
2009	115,6	125,7

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 7,6% в 2008 г., в 2009 г. – 7,8%; а на долю остальных источников приходится 1,3% и 0,3% в 1990 г. и 2009 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 2009 г. эта величина снизилась до 1,0 т/га. При этом площадь, удобряемая органическими удобрениями, составляла в 2009 г. лишь 7,0% от общей посевной площади.

Потери углерода на пахотных землях. Общий вынос углерода с территории пахотных земель рассматривался по следующим составляющим: механические потери углерода с дефляцией и эрозией почвы, 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 непахотных 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 выносится 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 7.47.

Из данных таблицы 7.47 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 2009 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 7.48.

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

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 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 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 (мг CO_2/м^2 в час) и усреднены по основным типам почв (черноземы, дерново-подзолистые, каштановые и серые лесные почв). Полученные результаты приведены в таблице 7.49.

Таблица 7.47

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
Тымь	7,72	29,6	14,8	29,3	40,0
Поронай	6,08	92,1	91,3	63,2	153,8
Нева	281	20,5	22,4	18,7	---
Преголя	13,6	22,2	35,4	---	36,4
Днепр	14,1	17,2	---	20,5	---
Дон	420	7,3	4,0	4,7	9,3
Сев. Донец	80,9	6,3	5,3	8,5	9,2
Кубань	49	15,0	22,6	25,8	10,8
Сочи	0,296	27,0	36,5	32,6	25,2
Терек	37,4	24,6	34,5	29,4	10,7
Урал	82,3	4,4	2,3	4,1	3,9
Верхняя Ангара	20,6	12,9	17,7	12,0	32,0
Баргузин	19,8	16,1	14,2	9,2	12,0
Селенга	445	5,0	3,1	5,0	4,8
среднее		23,4	22,4	21,3	24,5

Таблица 7.48

Вынос углерода при эрозии и дефляции с культивируемых земель с 1990 по 2009 гг.

Годы	Площадь культивируемых 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	118,2	2,96
1997	115,0	2,87
1998	110,7	2,77
1999	106,2	2,65
2000	103,6	2,59
2001	102,1	2,55
2002	100,5	2,51
2003	95,4	2,38
2004	94,0	2,35
2005	91,4	2,29
2006	89,8	2,24
2007	89,0	2,22
2008	91,3	2,28
2009	92,4	2,31

Следует отметить, что полученные средние значения, приведенные в таблице 7.49, 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 со 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 7.49 с поправкой в 1,8 раз ниже (чернозем – 223 мг $CO_2 \cdot м^{-2} \cdot час^{-1}$, дерново-подзолистая почва – 189 мг $CO_2 \cdot м^{-2} \cdot час^{-1}$, остальные типы почв – 142 мг $CO_2 \cdot м^{-2} \cdot час^{-1}$). 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 7.49.

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.

Таблица 7.49

Средние значения дыхания разных типов почв в агроценозах

Почва	Культура	Эмиссия CO_2, мг $CO_2 \cdot м^{-2} \cdot час^{-1}$	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-черноземная	овес	513	»»
чернозем	зерновые	160	»»
каштановая	пшеница	225	»»
дерново-подзолистая	клевер	359	(Смирнов, 1954)
дерново-подзолистая	овес	70	»»
дерново-подзолистая	яровые зерновые	286	(Тюлин и Кузнецов, 1971)
серая лесная	яровые зерновые	124	(Кудеяров с соавт., 1995)
серая лесная	озимая пшеница	318	(Ковалева и Булаткин, 1987)
чернозем выщелоченный	озимая пшеница	208	(Котакова, 1975)
чернозем выщелоченный	клевер	338	»»
чернозем обыкновенный	горох	173	(Трофимова, 1989)
чернозем обыкновенный	среднее	189	(Зборищук, 1979)
чернозем	среднее	495	(Бурдюков и Телюгин, 1983)
чернозем обыкновенный маломощный		451	(Зон и Алешина, 1953)
чернозем южный		180	(Лядова, 1975)
чернозем обыкновенный		160	(Кривонос и Егоров, 1983)
чернозем		869	(Попова, 1968)
чернозем типичный	зерновые (среднее)	291	(Дьяконова, 1961)
чернозем типичный	люцерна	375	»»
темно-каштановая	яровые зерновые	248	(Емельянов, 1970)
каштановая	яровые зерновые	207	(Чимитдоржиева с соавт., 1990)
светло- каштановая	яровые зерновые	376	(Кретинина и Пожилов, 1989)
среднее по черноземам		402	
среднее по дерново-подзолистым почвам		340	
среднее по другим типам почв		256	
среднее		368	
дерново-подзолистая	пар	80	(Макаров, 1993)
мерзлотно- лугово-черноземная	пар	238	(Наумов, 1994)
каштановая	пар	243	»»
чернозем выщелоченный	пар	157	(Котакова, 1975)
темно-каштановая	пар	362	(Емельянов, 1970)
серая лесная	пар	160	(Кудеяров с соавт., 1995)
среднее для пара		207	

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 пахотных 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 пахотных земель за период с 1990 по 2009 гг. приведены в таблице 7.50.

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

Таблица 7.50

Потери углерода с возделываемых земель при дыхании почв с 1990 по 2009 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	181,9
1997	177,2
1998	170,0
1999	163,7
2000	159,5
2001	157,5
2002	155,6
2003	147,9
2004	146,2
2005	142,2
2006	140,9
2007	140,0
2008	143,7
2009	145,6

Ежегодный баланс углерода. На основании полученных оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на пахотных землях за период 1990-2009 гг. (рис. 7.13). Положительные величины показывают поступление углерода в агроценозы, а отрицательные – его потери. Как следует из рисунка 7.13, общий годовой баланс углерода на пахотных землях России отрицательный в течение всего рассматриваемого периода и характеризуется нетто потерями углерода. Годовой нетто выброс углерода в расчете на гектар пахотных земель в стране представлен на рисунке 7.14.

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. В 2008 году урожайность большинства культурных растений была самой высокой за период после 2003 г. Так урожайность озимой пшеницы составила 33,9 ц/га; ячменя озимого – 41,2 ц/га; овса – 17,1 ц/га; картофеля и овощей – 138 и 196 ц/га, соответственно. Такой рост урожайности оказал влияние на общее поступление углерода в пахотные почвы и общий баланс углерода на них в 2008-2009 гг., который хотя и характеризуется отрицательными значениями (т.е. выбросами CO_2), но абсолютные значения на 22% меньше, чем в 2007.

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

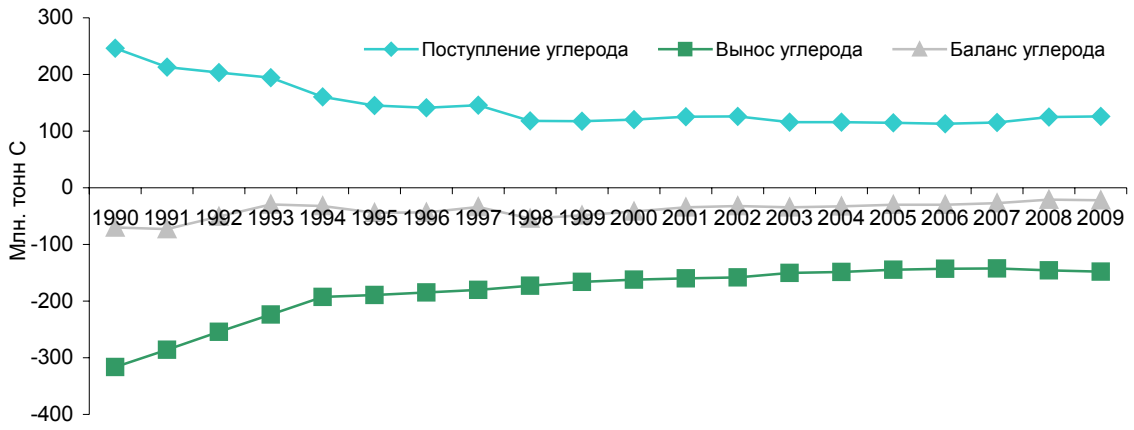


Рис. 7.13. Ежегодный баланс углерода в минеральных почвах возделываемых землях страны за период с 1990 по 2009 гг., млн. тонн С

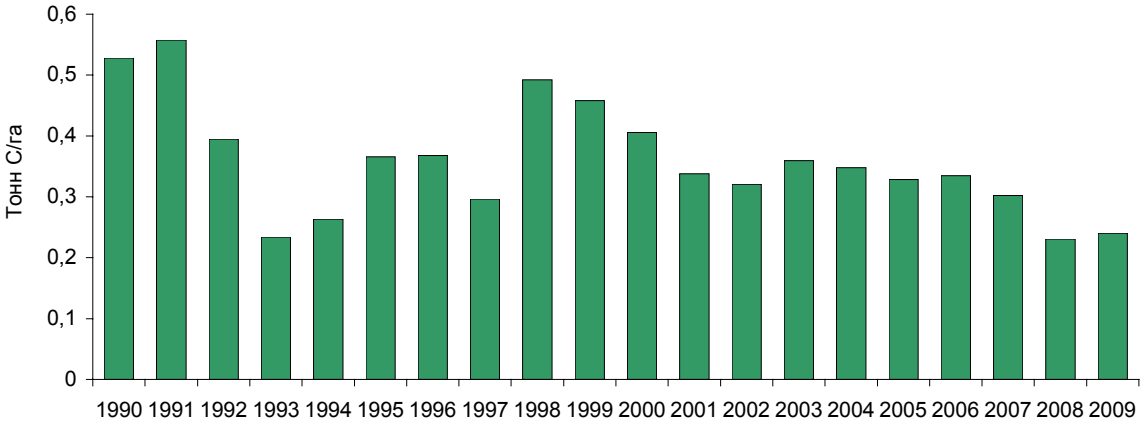


Рис. 7.14. Годовые нетто-потери углерода с одного гектара минеральных почв возделываемых земель за период с 1990 по 2009 гг., тонн С/га

Органогенные почвы. Выбросы углекислого газа от обрабатываемых органогенных почв на пахотных землях оценены в соответствии с уровнем 1 методики МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) и коэффициентами по умолчанию (табл. 3.3.5) для умеренно-холодного климата (1,0 т $C \cdot га^{-1} \cdot год^{-1}$). 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, 2010; Российский статистический ежегодник, 2010; 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 7.51. Выбросы закиси азота с рассчитанной площади обрабатываемых органогенных почв за период с 1990 по 2009 гг. оценены в секторе Сельского хозяйства, категория 4.D.1.5.

Известкование почв. Внесение известь-содержащих карбонатов, таких как известняк и доломит, приводит к дополнительной эмиссии углекислого газа на сельскохозяйственных землях. В соответствии с уровнем 1 методики МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), который был использован нами для расчетов, весь углерод внесенных карбонатов теряется в виде 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 2009 гг. взяты из отчетов и справочников Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Российский статистический ежегодник, 2006-2010).

Таблица 7.51

Потери углерода с возделываемых земель при обработке органогенных почв за период с 1990 по 2009 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	1773706,5	1773,7
1997	1724992,5	1725,0
1998	1660444,5	1660,4
1999	1592889,0	1592,9
2000	1553314,5	1553,3
2001	1531749,0	1531,7
2002	1508211,0	1508,2
2003	1430596,5	1430,6
2004	1410588,0	1410,6
2005	1371043,5	1371,0
2006	1346277,0	1346,3
2007	1334605,7	1334,6
2008	1368829,2	1368,8
2009	1385580,9	1385,6

7.4.2.2 Земли, преобразованные в пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 5.B.2 ОФД)

Конверсия земель из других видов пользования и из естественного состояния (распашка целинных земель) в пахотные угодья в России в течение рассматриваемого периода с 1990 по 2009 гг. не производилась (табл. 7.5). Это 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 заполнялись условными обозначениями «не происходило» («NO»). Как уже указывалось в разделе 7.2.2. нами было использовано допущение, что незначительный рост пахотных площадей в 2008 и 2009 гг. обусловлен распашкой площадей, которые были выведены из использования в течение 1-2 лет назад. Таким образом, возможные изменения в запасах углерода всех пулов на эти землях крайне незначительны и ими можно пренебречь.

7.4.3 Сенокосы и пастбища (раздел 5.C ОФД)

7.4.3.1 Постоянные сенокосы и пастбища (раздел 5.C.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 пахотных земель (категория 5.B.1. ОФД). В настоящее время в Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии получены данные по площадям пастбищ и сенокосов в стране у землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством (табл. 7.53), а также их распределение по субъектам Федерации за 1990 г. и за период с 1998 по 2009 гг. (Земельный фонд РФ, 2006; 2007; 2008; 2009; 2010). Распределение площадей по областям и регионам РФ в течение периода с 1991 по 1997 гг. 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…, 2005-2010). 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 7.53, в 1994, 1995, 1999 и 2008 годах площади кормовых угодий в стране незначительно увеличивались, несмотря на четкую тенденцию в целом сокращения этих земель в течение периода с 1990 по 2009 год. По-видимому, это увеличение площадей происходило за счет земель, находившихся под кормовыми угодьями в предыдущие года и неиспользуемых в течение не более 2-3 последних лет. За этот срок качество растительного покрова пастбищ и сенокосов было бы еще сохранено, и это позволило бы использовать данные земли вновь. В течение 2-3 лет существенного изменения запасов углерода ни в живой биомассе, ни в почвах на этих землях произойти не может. Поэтому оценивать изменение запасов углерода на этих площадях в категории 5.C.2. Земли, переустроенные в луговые земли, было бы некорректно, и они будут рассмотрены в категории управляемых луговых земель, постоянно остающихся луговыми землями.

Таблица 7.53

Площади кормовых угодий землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством в России за период с 1990 по 2009 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
2008	70,3
2009	70,0

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 2009 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 принято нами постоянным и в таблицах ОФД использован стандартный указатель «NA» (не применимо).

7.4.3.1.2 Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе сенокосов и пастбищ (раздел 5.С.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 для Уровней 1 и 2 оценки. 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.С.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 1990-2009 гг. объемы этих работ в аграрном секторе сильно сократились (внесение органических удобрений на 86,2%, минеральных – на 84,8% и известковых материалов – на 96,2%) 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 (Пахотные 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 Г.А. Заварзина (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 7.54 показано ежегодное поступление атмосферного углерода в экосистемы пастбищ и сенокосов при фотосинтезе растений за период с 1990 по 2009 гг.

Таблица 7.54

Поступление углерода при фотосинтезе растений на землях кормовых угодий, млн. тонн С/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
2008	224,25
2009	223,37

Навоз и помет сельскохозяйственных животных и птицы, остающийся на местах их выгула и выпаса рассматривался как второй источник поступления органического углерода в почвы пастбищ. При оценке поступления углерода в почвы с навозом пастбищных животных учитывали только твердые экскременты (кал). Моча животных содержит в среднем около 2,5% органических соединений (мочевина и мочевая кислота), в составе которых, в свою очередь, находится от 20 до 35% углерода (Биологический энциклопедический словарь, 1989). Однако продуктами распада этих соединений в основном являются газообразные соединения (аммиак, вода и углекислый газ). Таким образом, нами было принято, что весь углерод органических соединений мочи животных теряется в виде эмиссии CO_2 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 2009 года приведены в таблице 7.55.

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 7.56.

Таблица 7.55

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	20,8[1)]	393,0[1)]
Немолочный рогатый скот	30,0	83,0	27,0[1)]	502,5[1)]
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 2009 г.

Таблица 7.56

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	3,17[1)]
Немолочный рогатый скот	2,87[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 2009 г.

В таблице 7.57 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 2009 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 7.54 и 7.57, углерод биомассы растений является основным потоком, определяющим общее количество поступившего углерода в почвы кормовых угодий, что соответствует результатам, полученным по пахотным землям (раздел 5.В.1.ОФД). Вклад углерода навоза и помета, оставленных на территории пастбищ, менее существенен и составляет от 4,6% в 1990 г. до 2,3% в 2009 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 64,2%, овец и коз – на 62,5%, численность птицы сократилась на 38,0%, поголовье остальных пастбищных животных (мулы, ослы, лошади, верблюды и северные олени) – на 57,8% (данные Росстата).

Таблица 7.57

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	12 443,23	54,41	13,19	12,44
1991	11 865,64	51,99	12,60	11,87
1992	11 863,37	49,86	12,09	11,86
1993	11 415,93	46,83	11,35	11,42
1994	10 434,17	43,25	10,49	10,43
1995	9 453,20	40,30	9,77	9,45
1996	8 931,13	37,62	9,12	8,93
1997	7 796,56	33,21	8,05	7,80
1998	6 910,82	29,08	7,05	6,91
1999	6 663,90	27,11	6,57	6,66
2000	6 595,10	27,54	6,68	6,60
2001	6 204,55	26,93	6,53	6,20
2002	6 032,70	25,89	6,28	6,03
2003	6 132,73	25,65	6,22	6,13
2004	6 034,99	25,17	6,10	6,03
2005	5 582,67	21,61	5,24	5,58
2006	6 290,04	22,05	5,35	6,29
2007	5 396,99	20,96	5,08	5,40
2008	5 441,52	20,83	5,05	5,44
2009	5 269,08	19,23	4,66	5,27

Пересчеты поступления углерода с навозом пастбищных животных, выполненные в настоящем кадастре для всех лет с 1990 по 2008 гг., обусловлены пересмотром коэффициентов выброса CH_4 от навоза крупного рогатого скота в связи с региональными оценками общей энергии потребляемых кормов и коэффициентов перевариваемости, уточнением доли жидкостных систем хранения навоза другого поголовья КРС, а также уточнением численности некоторых сельскохозяйственных животных (см. раздел 6.3 настоящего доклада).

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 пахотных земель) (раздел 5.В.1.3 ОФД). Как следует из данных таблицы 7.23, 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 2009 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 7.58.

Таблица 7.58

Вынос углерода при эрозии и дефляции с земель кормовых угодий с 1990 по 2009 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
2008	1,76
	1,75

Снижение потерь углерода с эродированным материалом объясняется сокращением площадей кормовых угодий в стране на 12,6% за период с 1990 по 2009 гг. (от 80,1 до 70,0 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 (www.gks.ru) 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 2009 гг. приведены в таблице 7.59.

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 7.59.

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

Как следует из данных таблицы 7.59, наблюдается тенденция уменьшения выноса углерода биомассы при сенокошении (на 47%), выпасе животных (на 43%) и заготовке зеленых кормов (на 79%) в течение периода с 1990 по 2009 гг. Это связано со снижением поголовья скота и численности птицы, а также соответственном сокращении 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; Кривонос и Егоров, 1983). Собранные данные по интенсивности выделения CO_2 почвами были приведены к единым единицам измерения (мг $CO_2/м^2$ в час) и усреднены. Полученные результаты приведены в таблице 7.60.

Таблица 7.59

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
2008	12,3	5,53	15,4	8,14	0,90	0,41	0,046	0,021	14,10
2009	12,3	5,54	15,1	7,99	0,64	0,29	0,029	0,013	13,83

Таблица 7.60

Средние значения дыхания разных типов почв луговых биоценозов

Почва	Эмиссия CO_2, мг $CO_2 \cdot м^{-2} \cdot час^{-1}$	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 осолоделая суглинистая и дерново-карбонатная суглинистая	385	»»
дерново-подзолистая супесчаная, дерново-перегнойная суглинистая и перегнойно-поверхностно-глеевая осолоделая	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	

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 7.60, 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°С) была определена по справочным данным для каждой области (региона) России. Данные по среднемесячным и среднегодовым температурам (°С) для всех субъектов РФ были получены на базе соответствующей метеорологической информации отдельных гидрометеостанций (Справочник по климату СССР, 1965-1966; Hong-Kong Observatory, 2003) и усреднены.

Для корректной оценки годового потока CO_2 и соответствующих потерь углерода на территории земель кормовых угодий необходимо также рассчитать величину дыхания почв вне вегетационного периода. Для расчета годового дыхания почв использовался показатель вклада летней эмиссии, как наиболее стабильная величина для моделирования годовых потоков углекислого газа из почв естественных экосистем. Математическая взаимосвязь между величиной вклада летнего потока CO_2 в суммарный годовой поток дыхания почв и среднегодовой температурой воздуха была определена в работе В.Н. Кудеярова и И.Н. Кургановой (2005):

$$Cs = -2{,}7 * Тв + 59{,}7 \text{ , где} \qquad (7.35)$$

Cs – вклад летнего дыхания почв в годовой поток,%

Тв – среднегодовая температура воздуха, °С.

Эта формула и была использована нами в расчетах годового потока CO_2 от почв постоянных 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 2009 гг. приведены в таблице 7.61.

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 1990-2009 гг. (табл. 7.62). Положительные величины показывают поступление углерода в почвы, а отрицательные – его потери. Как следует из таблицы 7.62, общий годовой баланс углерода на постоянных 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 7.15. Повышенные величины аккумуляции углерода в 1998 и 1999 годах могут быть объяснены сравнительно малым объемом сенокошения и заготовки пастбищных кормов в связи с кризисным состоянием агропромышленного сектора в течение данных лет.

Таблица 7.61

Потери углерода с земель сенокосов и пастбищ при дыхании почв с 1990 по 2009 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
2008	212,84
2009	212,11

Таблица 7.62

Баланс почвенного углерода на землях сенокосов и пастбищ в течение периода с 1990 по 2009 гг., млн. тонн С

Годы	Поступление углерода	Вынос углерода	Баланс
1990	267,96	-264,24	3,72
1991	266,11	-262,22	3,89
1992	261,64	-256,08	5,56
1993	254,81	-250,81	4,00
1994	258,62	-255,56	3,06
1995	260,51	-254,70	5,80
1996	259,98	-253,21	6,77
1997	255,34	-248,82	6,52
1998	229,25	-222,03	7,22
1999	238,26	-230,81	7,45
2000	238,19	-232,80	5,39
2001	236,52	-231,61	4,91
2002	234,44	-229,20	5,24
2003	234,22	-228,67	5,55
2004	232,21	-226,08	6,12
2005	230,42	-228,64	1,78
2006	229,76	-226,92	2,85
2007	228,99	-227,80	1,19
2008	229,69	-228,70	0,99
2009	228,64	-227,69	0,94

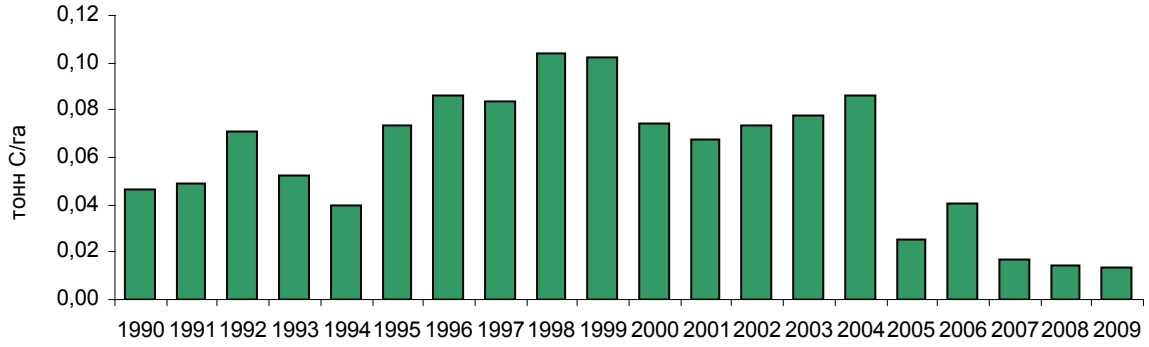


Рис. 7.15. Годовое нетто-поглощение углерода на одном гектаре минеральных почв

Органогенные почвы. Выбросы углекислого газа на территории органогенных почв земель постоянных 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 т С·га$^{-1}$·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- 2010) 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 7.63. 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 постоянных 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.B.1 ОФД). Поэтому в таблицах ОФД для категории 7.3.3.1. Постоянные сенокосы и пастбища (раздел 5.C.1 ОФД) для выбросов CO_2 от известкования использован стандартный указатель «Оценки выполнены и указаны в другой части кадастра» (IE).

Таблица 7.63

Потери углерода на территории органогенных почв кормовых угодий за период с 1990 по 2009 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
2008	2108,9	527,2
2009	2100,6	525,7

Сжигание биомассы на сенокосах и пастбищах. Оценка прямых выбросов парниковых газов (CH_4, N_2O, CO, NO_x) от травяных пожаров проводили по формуле 7.30 (Руководящие принципы…, 2006)**:**

$$L_{пожар} = A\ M_B\ C_f\ G_{ef}\ 10^{-3} \qquad (7.30)$$

где:

$L_{пожар}$ – количество выбросов парниковых газов от пожара; тонн каждого парникового газа, например, CH_4, N_2O и т.д.,

A – выжигаемая площадь, га,

M_B C_f – потребление топливной массы (мертвое органическое вещество плюс живая биомасса) при пожаре, тонн сухого вещества га$^{-1}$. Для расчетов использовано среднее значение 10,0 тонн га$^{-1}$ для пастбищ (таблица 2.4, Руководящие принципы…, 2006).

G_{ef} – коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (таблица 2.5, Руководящие принципы…, 2006).

Выбросы CH_4, N_2O, CO, NO_x от травяных пожаров (табл. 7.64) значительно варьируют год от года в прямой зависимости от площади, пройденной огнем. В среднем за 1990-2009 гг. эмиссия CH_4, составила 11,2 тыс. т /год, эмиссия N_2O – 1,0 тыс. т /год, эмиссия CO – 315,7 тыс. т /год, эмиссия NO_x – 18,9 тыс. т /год.

Таблица 7.64

Прямые выбросы от травяных пожаров

Год	Площадь, пройденная пожарами, тыс.га*	Выбросы парниковых газов, тыс. т			
		CH_4	CO	N_2O	NO_x
1990	303,6	7,0	197,3	0,6	11,8
1991	444,2	10,2	288,7	0,9	17,3
1992	451,3	10,4	293,3	0,9	17,6
1993	451,8	10,4	293,7	0,9	17,6
1994	186,3	4,3	121,1	0,4	7,3
1995	102,7	2,4	66,8	0,2	4,0
1996	458,8	10,6	298,2	1,0	17,9
1997	257,0	5,9	167,1	0,5	10,0
1998	695,8	16,0	452,3	1,5	27,1
1999	296,4	6,8	192,7	0,6	11,6
2000	639,2	14,7	415,5	1,3	24,9
2001	514,5	11,8	334,4	1,1	20,1
2002	760,1	17,5	494,1	1,6	29,6
2003	1266,1	29,1	823,0	2,7	49,4
2004	137,0	3,2	89,1	0,3	5,3
2005	300,6	6,9	195,4	0,6	11,7
2006	956,6	22,0	621,8	2,0	37,3
2007	584,2	13,4	379,7	1,2	22,8
2008	465,0	10,7	302,3	1,0	18,1
2009	481,0	11,1	312,7	1,0	18,8

*– Площади пожаров на нелесных землях по данным Росстата

7.4.3.2 Земли, преобразованные в управляемые сенокосы и пастбища (раздел 5.С.2 ОФД)

В течение последних лет в России происходило интенсивное сокращение площадей пахотных земель. 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 землях, переведенных из пахотных угодий, 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 брошенных пахотных земель в России (Романовская, 2006), выполненных с помощью модели RothC (Coleman and Jenkinson, 1996; Jenkinson, 1990).

Для выполнения расчетов проведена работа трех последовательных этапа: 1. выбор модели, ее инициализация и получение предварительных результатов моделирования; 2. анализ полученных результатов и экспериментальных данных для уточнения входных данных и адаптации параметров модели к условиям брошенных пахотных земель; 3. апробация усовершенствованной модели расчете поглощения CO_2 почвами бывших пахотных земель России с 1990 по 2006 год и определение коэффициентов для использования в дальнейших расчетах (после 2006 г.).

По данным государственной статистики (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005-2010) оценена площадь земель, выведенных из сельскохозяйственного использования с 1990 по 2009 г. включительно, которая составляет 28,3 млн. га (рис. 7.16). При этом рассчитывали неиспользуемую посевную площадь, определяемую как разницу между статистическими данными по общей площади пашни и суммой культивируемых земель, т.е. посевов, пара и многолетних насаждений в целом по РФ и отдельно для каждого региона.

Значительные территории переведены из пашни в сенокосы и пастбища в Центральном районе, в Поволжье, в Уральском и Сибирских районах. Наименьшая удельная площадь брошенных пахотных угодий наблюдается в центрально-черноземном и южных районах РФ с благоприятными для сельского хозяйства климатическими и почвенными условиями. Относительный вклад площадей брошенных пахотных угодий по областям РФ представлен в таблице 7.65.

Для проведения расчетов поглощения CO_2 почвами земель, переведенных в кормовые угодья, нами выбрана модель RothC (Coleman, Jenkinson, 1996). Эта модель пригодна для использования на территории России. В качестве исходных данных требуются сравнительно легко доступная информация по климату, почвам и растительности. Модель имеет удобное временное разрешение и позволяет рассчитывать содержание органического углерода ежемесячно.

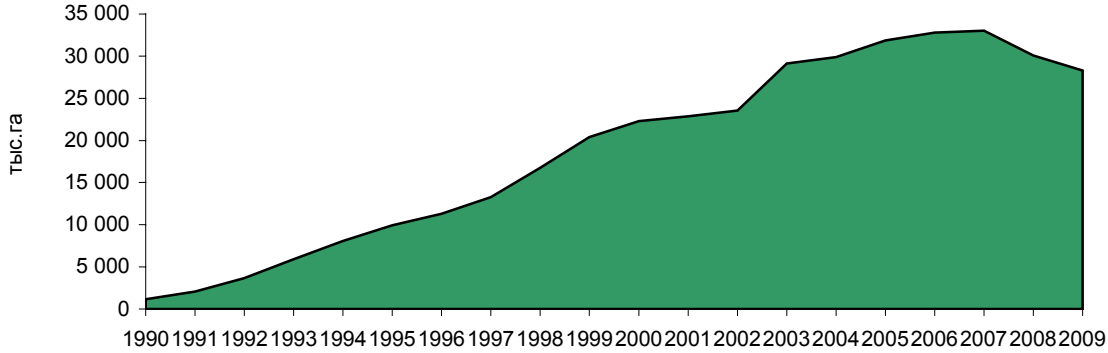


Рис. 7.16. Площади земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, тыс. га

Таблица 7.65

Доли площадей земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, по отношению к общей площади сельскохозяйственных угодий по областям РФ,%

Область	Доля от общей площади с.х. угодий в области, %
Архангельская область	20,4
в т.ч. Ненецкий а.о.	0,4
Вологодская область	18,5
Мурманская область	40,4
Республика Карелия	14,6
Республика Коми	9,7
Ленинградская область (в т.ч. г. Санкт- Петербург)	14,8
Новгородская область	33,8
Псковская область	31,7
Калининградская область	19,4
Брянская область	28,6
Владимирская область	17,5
Ивановская область	33,9
Тверская область	30,0
Калужская область	33,5
Костромская область	30,8
Московская область (в т.ч. г. Москва)	19,6
Орловская область	14,5
Рязанская область	18,8
Смоленская область	39,8
Тульская область	30,4
Ярославская область	27,6
Нижегородская область	26,4
Кировская область	32,8
Республика Марий-Эл	16,6
Республика Мордовия	12,8
Чувашская Республика	15,8
Белгородская область	8,2
Воронежская область	6,6
Курская область	16,9
Липецкая область	6,0
Тамбовская область	16,4
Астраханская область	8,4
Волгоградская область	15,3
Самарская область	15,7
Пензенская область	26,3
Саратовская область	12,3
Ульяновская область	32,4
Республика Калмыкия	8,6
Республика Татарстан	3,7
Краснодарский край	7,5
Республика Адыгея	18,0

Продолжение таблицы 7.64.

Область	Доля от общей площади с.х. угодий в области, %
Ставропольский край	6,8
Карачаево-Черкесская Республика	6,5
Ростовская область	3,6
Республика Дагестан	5,1
Кабардино-Балкарская Республика	0,2
Республика Северная Осетия	8,3
Республика Ингушетия	21,7
Чеченская Республика	15,7
Курганская область	28,5
Оренбургская область	12,5
Пермская область	35,4
в т.ч. Коми-Пермяцкий а.о.	66,2
Свердловская область	18,9
Челябинская область	18,4
Республика Башкортостан	2,1
Удмуртская Республика	8,2
Алтайский край	8,5
Республика Алтай	2,1
Кемеровская область	12,7
Новосибирская область	9,0
Омская область	11,4
Томская область	15,8
Тюменская область	17,3
Ханты-Мансийский а.о.	0,5
Ямало-Ненецкий а.о.	0,3
Красноярский край	21,4
Республика Хакасия	24,2
Таймырский а.о.	0,0
Эвенкийский а.о.	0,8
Иркутская область	40,4
в т.ч. Усть-Ордынский Бурятский а.о.	33,3
Читинская область	15,4
в т.ч. Агинский Бурятский а.о.	5,4
Республика Бурятия	19,1
Республика Тыва	7,7
Приморский край	25,7
Хабаровский край	4,7
Еврейская а.о.	13,5
Амурская область	41,4
Камчатская область	9,1
в т.ч. Корякский а.о.	5,2
Магаданская область	16,6
в т.ч. Чукотский а.о.	0
Сахалинская область	12,7
Республика Саха (Якутия)	3,0

Для проведения первого этапа моделирования территория России была подразделена на 40 регионов, для которых по данным литературы определены усредненные базовые почвенные и климатические характеристики и поступление органического вещества в почвы при зарастании (Романовская, 2006). Итоги этой работы выявили необходимость выполнения сравнительного анализа модельных расчетов и экспериментальных данных изменения запасов почвенного органического углерода брошенных пахотных земель в районах с максимальными и минимальными темпами накопления углерода, а также в районах, в которых получены не согласующиеся с соседними зонами результаты. Для верификации и адаптации модели было решено выполнить полевые исследования, в Московской области, Свердловской области и Ставропольском крае. Для более полного покрытия растительных и климатических зон также провести отбор почвенных проб в зоне северной тайги, т.к. мы предположили, что в крайних северных регионах величина расхождения модельных расчетов и реальных величин может быть наибольшей. Эти полевые исследования были выполнены в 2005-2007 гг.

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют, что во всех исследованных регионах содержание углерода почв постепенно увеличивалось в ряду пашня – зарастающие угодья – сформированные сенокосы и пастбища. Однако для почв, брошенных около 5 лет назад и менее, получены самые высокие степени неопределенности оценок содержания углерода, которые свидетельствуют о возможности потерь почвенного углерода в этих землях по сравнению с пахотными почвами. После трех лет зарастания брошенных посевов многолетних трав на болотных низинных почвах Мурманской области в слое почвы 0-20 см накоплено 0,07% С от уровня пашни. В среднем для шести- и восьмилетних залежей этих почв содержание органического углерода увеличилось соответственно на 0,2% и 0,46% С. В Свердловской области в течение 16 лет зарастания содержание органического углерода чернозема оподзоленного увеличилось на 0,94% С (15,2 ± 1,7 т С/га), а дерново-подзолистые суглинистые почвы накапливали в среднем 0,08 ± 0,03% С/год (1,40 ± 0,46 т С/(га/год)). В Московской области серые лесные почвы в среднем накопили около 0,5% С (14,8 ± 1,6 т С/га) в течение 15ти лет; дерново-подзолистые суглинистые почвы – 0,3% С (8,9 ± 0,9 т С/га) и дерново-подзолистые супесчаные – 0,6% С (17,8 ± 1,9 т С/га) за этот период (Романовская, 2008).

В южных регионах (Ставропольский край) брошенные пахотные почвы характеризовались потерями органического углерода в течение первых 3-5 лет зарастания. Средние потери углерода за первые 4 года в пахотном горизонте составили около 2,2 ± 1,2 тонн С/га в год. По-видимому, значительные потери объясняются теплым климатом этих регионов, который способствует быстрой минерализации органического вещества, а также малой продуктивностью луговых биоценозов в степной зоне и сравнительно медленным развитием сукцессии на залежах этой зоны. После 4х летнего возраста к 12 годам зарастания почвы в среднем накопилось 0,5 ± 0,2%С, что соответствует около 11,0 ± 5,3 тонн С/га (1,24 ± 0,56 тонн С/га в год). Черноземы характеризовались меньшими темпами накопления углерода после 4х лет зарастания (0,04 ± 0,02% С в год) по сравнению с темно-каштановыми почвами – 0,08 ± 0,02% С в год, в то время как, темпы потерь до возраста 4-х лет были очень близки: 0,10 ± 0,035% С в год и 0,09 ± 0,023% С соответственно (Романовская, 2008).

На основании анализа результатов первого этапа моделирования и данных полевых исследований на 80 пробных площадках 4-х регионов России были уточнены входные данные модели по запасам углерода исходных пахотных почв. Также проведена калибровка констант минерализации органического вещества, используемых в модели RothC, для ее адаптации к специфике скоростей микробных процессов в зарастающих землях. Полученные экспериментальные результаты по интенсивности дыхания образцов почв Луховского и Дмитровского районов Московской области свидетельствуют, что наблюдается тенденция увеличения величины минерализованного углерода почв по отношению к его общему пулу в течение зарастания брошенных пахотных угодий луговой растительностью. Разработаны калибровочные коэффициенты для зон смешанных и широколиственных лесов от 5 до 35 лет зарастания (R^2=0,99):

$$KK = 0{,}00008x^3 - 0{,}0057x^2 + 0{,}1397x + 0{,}4667, \text{ где} \quad (7.36)$$

КК – калибровочный коэффициент для константы минерализации органического вещества почв;

x – время зарастания, годы.

На примере исследования почв Мурманской области получен калибровочный коэффициент для условий северной тайги (понижение константы минерализации гумифицированного органического вещества почвы с четвертого года зарастания на 10%).

По результатам полевых исследований входные параметры модели RothC по ежегодному поступлению растительных остатков на зарастающих пахотных угодьях были изменены в целях получения максимально приближенных результатов модельных расчетов к экспериментальным данным. Моделирование продуктивности наземной биомассы на бывших пахотных землях Свердловской области и Ставропольского края верифицировано с экспериментальными данными. При моделировании продуктивности растительности в Московской и Свердловской областях (зоны смешанных и широколиственных лесов) получены сходные зависимости: в течение первых 5-6 лет зарастания происходит резкое нарастание продуктивности наземной биомассы, связанное с бурным развитием однолетних и корневищных растений, после 5-6-го года начинают формироваться сообщества длиннокорневищных и рыхлодерновинных злаков, и общая продуктивность трав снижается. В менее благоприятных условиях северной тайги (Мурманская область) и сухих степей (Ставропольский край) продуктивность растений нарастает практически линейно, постепенно достигая значений, характерных для луговых сообществ каждой зоны.

Для проведения расчета поглощения CO_2 почвами земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, составлена карта ГИС, имеющая три взаимосвязанных слоя: почвенная карта России, карта типов растительности и административная карта страны, и выявлено 1206 полигонов пахотных земель, каждый из которых характеризуется уникальным набором почвенных, растительных характеристик и областной принадлежности. Для всех полигонов заданы начальные параметры модели по среднемесячным погодным данным в течение всех лет периода с 1990 по 2006 год. Начальный запас почвенного органического углерода определен по информации справочников и обзоров литературы и результатам собственных исследований. Ежегодную продуктивность растительности рассчитывали как долю от максимально возможной продуктивности луговых сообществ в данной растительной зоне, полученную по данным литературы. Значение долей определяли для каждого года на основе полученных зависимостей. Распределение площадей брошенных пахотных земель по типам почв в каждом административном субъекте России было выполнено на основе соотношения площадей этих типов почв.

Результаты расчета с использованием откалиброванной модели RothC и на основании полученных входных параметров модели показывают, что в течение 90-х годов среднее накопление углерода почвами зарастающих угодий в России составляло около 1,08 ± 0,45 тонн С/га/год, а после 2000 года – 0,97 ± 0,21 тонн С/га в год. Постепенное снижение скорости удельной аккумуляции между 1990-ми годами и 2000-2006 г. объясняется увеличением срока зарастания, которое сопровождается уменьшением интенсивности нарастания запасов почвенного углерода и, соответственно, скорости поглощения атмосферного CO_2 (рис. 7.17). Распределение величин удельного накопления почвенного углерода на бывших пахотных землях по территории России показывает увеличение поглощения углерода от северных регионов к центральным, при переходе от зон северной и средней тайги к южной тайге и смешанным лесам (рис. 7.18). И затем снижение аккумуляции углерода и даже его потери при переходе к южным регионам и степной зоне. Это распределение в целом повторяет изменение продуктивности луговых сообществ, которая может считаться ведущим фактором, воздействующим на изменение запасов углерода земель, переводимых из пахотных в кормовые угодья. Максимальная продуктивность луговой растительности определена для зон южной тайги и смешанных лесов, а также в зоне луговых степей.

Используя проведенные модельные расчеты и полученные закономерности, можно оценить общее поглощение углерода на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья. Для 2007-2009 гг. использованы средние удельные коэффициенты накопления углерода за период с 2004 по 2006 гг. Результаты расчетов приведены в таблице 7.66.

В 2008 и 2009 гг. впервые за период с 1990 года часть переведенных угодий была вновь распахана. Очевидно, что для этого были использованы земли, на которых не успели полностью сформироваться луговые сообщества и пройти сильное задернение, т.е. заброшенных в течение не более 2-3 последних лет. Поэтому было условно принято, что на этих землях существенного изменения запасов углерода ни в живой биомассе, ни в почвах произойти не может и оценивать изменение запасов углерода на этих площадях в категории 5.B.2. Земли, переустроенные в пахотные земли, было бы некорректно.

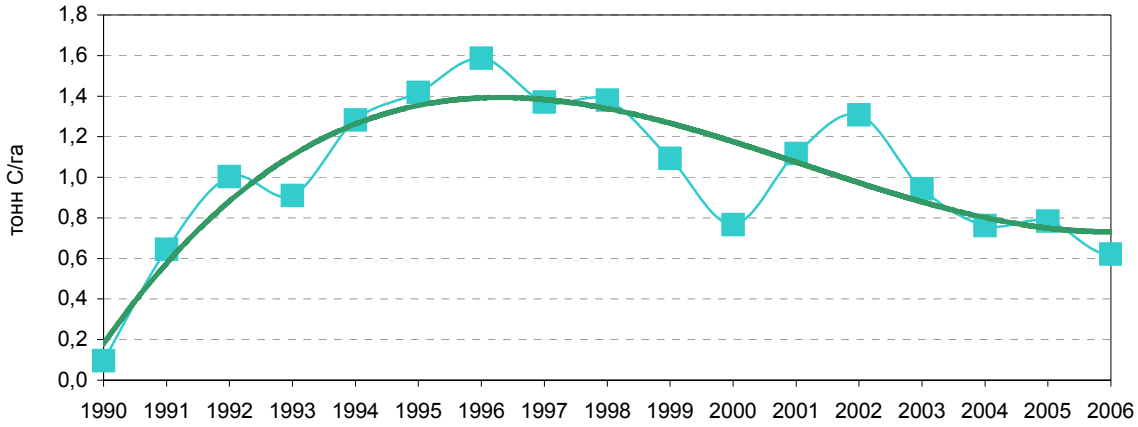


Рис. 7.17. Ежегодное поглощение углерода почвами земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, тонн С/га.

Таблица 7.66

Накопление углерода почвами земель, переведенных из пахотных в управляемые кормовые угодья за период с 1990 по 2009гг.

Годы	Площади переведенных земель, тыс. га	Среднее ежегодное поглощение, тонн С/га	Общее поглощение С, тыс. тонн
1990	1 167,6	0,10	112,5
1991	2 089,4	0,64	1 347,5
1992	3 669,4	1,00	3 681,1
1993	5 921,0	0,91	5 393,7
1994	8 075,5	1,28	10 351,1
1995	9 937,6	1,42	14 099,4
1996	11 283,1	1,59	17 911,1
1997	13 255,9	1,37	18 166,3
1998	16 755,5	1,38	23 115,8
1999	20 391,5	1,09	22 291,6
2000	22 299,0	0,77	17 095,1
2001	22 853,0	1,12	25 534,5
2002	23 544,0	1,31	30 798,0
2003	29 128,0	0,94	27 468,4
2004	29 862,1	0,76	22 736,9
2005	31 849,1	0,78	24 975,2
2006	32 816,4	0,62	20 412,5
2007	33 033,4	0,72	23 867,6
2008	30 086,4	0,72	21 738,4
2009	28 306,1	0,72	20 452,0

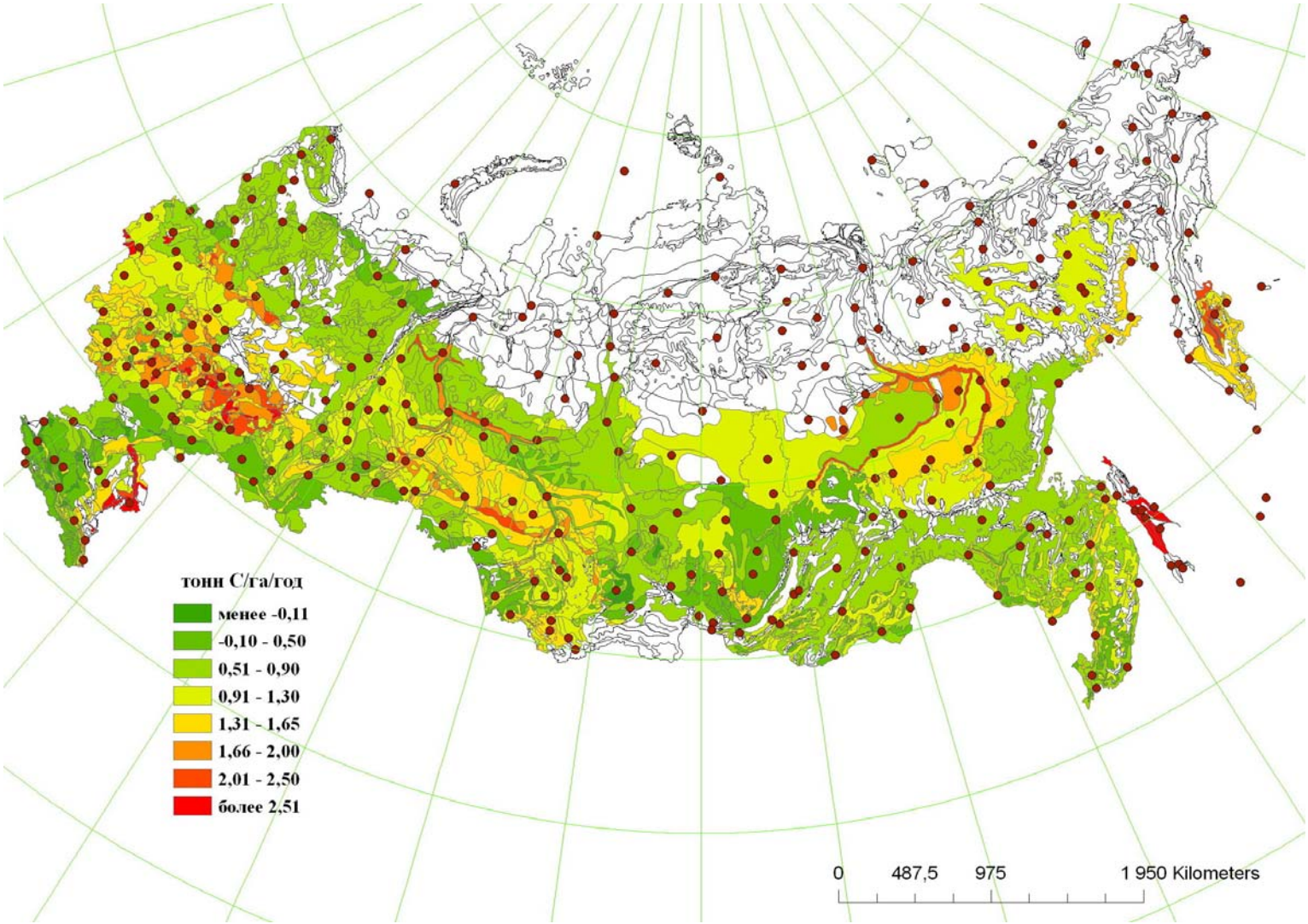


Рис. 7.18. Среднее изменение запасов органического углерода в почвах земель, переведенных из пахотные в кормовые угодья, за период после 2000 г., тС/га в год (белый цвет соответствуют регионам, где нет пахотных земель; ● сеть метеостанций)

7.4.4 Выбросы парниковых газов при торфоразработках (раздел 5.D ОФД)

7.4.4.1 Выбросы CO_2 при торфоразработках (раздел 5.D.1 ОФД)

В настоящий доклад и таблицы ОФД включены оценки выбросов парниковых газов при торфоразработках. Выбросы CO_2 приведены в таблицах ОФД в подкатегории «торфоразработки» в избыточно-увлажненных землях, остающихся избыточно-увлажненными землями (wetlands remaining wetlands).

Площади торфоразработок в настоящее время доступны только для 1990, 1996 и 2007 годов (Отчет о наличии земель…, 1990; Государственный (национальный) доклад…, 1996; 2008). Данные за 1991-1995 гг. и 1997-2006 гг. получены методом интерполяции известных статистических данных. Площади за 2008 и 2009гг. вычислены методом линейной экстраполяции.

Для расчета выброса CO_2 использован метод, рекомендованный в приложении 3а.3.2.1 в (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), и коэффициенты по умолчанию для бедных питательных веществами торфов (0,2 кг С/га/год) и богатых питательными веществами торфов (1,1 кг С/га/год), приведенных в таблице 3а.3.2. Учитывая, что по состоянию на 1990 год площади верховых болот с бедными питательными веществами торфами и низовых и переходных болот с богатыми органическими почвами были примерно равными (55 587 и 53 768 тыс. га соответственно), мы условно приняли, что все типы болот разрабатываются в торфоразработках с равной вероятностью. Поэтому, коэффициент выброса CO_2 был принят средним между бедными и богатыми торфами – 0,65 кг С/га/год. Результаты расчетов приведены в таблице 7.67.

Таблица 7.67

Площади торфоразработок и выбросы парниковых газов за период с 1990 по 2009гг.

Годы	Площади торфоразработок, тыс. га	Выброс CO_2,тыс.тонн С	Выброс N_2O, тыс. тонн N
1990	316,6	0,21	0,30
1991	315,2	0,20	0,30
1992	313,8	0,20	0,30
1993	312,4	0,20	0,30
1994	311,0	0,20	0,30
1995	309,6	0,20	0,29
1996	308,2	0,20	0,29
1997	300,0	0,19	0,28
1998	291,7	0,19	0,28
1999	283,5	0,18	0,27
2000	275,2	0,18	0,26
2001	267,0	0,17	0,25
2002	258,8	0,17	0,25
2003	250,5	0,16	0,24
2004	242,3	0,16	0,23
2005	234,0	0,15	0,22
2006	225,8	0,15	0,21
2007	217,6	0,14	0,21
2008	209,3	0,14	0,20
2009	201,1	0,13	0,19

7.4.4.2 Выбросы N_2O при торфоразработках (раздел 5.D.2 ОФД)

Выбросы закиси азота при торфоразработках представлены в настоящем кадастре РФ и приведены в таблицах ОФД в подкатегории «Торфяники» раздела «Выбросы иных, чем CO_2, парниковых газов при осушении болот» в подкатегории земель, переведенных в избыточно-увлажненные земли. Использованы те же исходные данные по площадям торфоразработок, как и при оценке выброса CO_2 (см. раздел 7.4.4.1). Применен метод, рекомендованный в приложении 3а.3.2.2 в (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), и коэффициенты по умолчанию для бедных питательных веществами торфов (0,1 кг N-N_2O/га/год) и богатых питательными веществами торфов (1,8 кг N-N_2O/га/год), приведенных в таблице 1 (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Так же, как и для коэффициента выброса CO_2 был использован средний коэффициент выброса N-N_2O между бедными и богатыми торфами – 0,95 кг N-N_2O/га/год. Результаты расчетов приведены в таблице 7.67.

7.5 Неопределенность оценок выбросов и абсорбции и последовательность временных рядов

7.5.1 Лесные земли

До 2008 года 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 основной для формирования ГУЛФ. Для лесных насаждений, вовлекаемых в хозяйственную деятельность, допускается точность таксации запасов ±15%, для остальных насаждений ±20%, при этом для малоценных и низкобонитетных насаждений ±25%. Можно допустить, что средняя точность таксации запасов на выделах составляет ±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 $м^3$ $га^{-1}$, при средней точности определения запаса 20% среднеквадратичное отклонение составит 22,6 $м^3$ $га^{-1}$. 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 $м^3$ $га^{-1}$. Умножив найденную величину на площадь управляемых лесов, получаем доверительный интервал для суммарной оценки запаса, равный $3{,}2 \times 10^6$ $м^3$, 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.

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 по пулу фитомассы. В 2008 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 региональных 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 ±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 ±75% (GPG LULUCF, 2003). Поэтому общая ошибка расчетов по этой подкатегории, по-видимому, также составляет ±75%.

Неопределенность балансового метода по расчету изменений запасов почвенного углерода на минеральных почвах пахотных земель и постоянных кормовых угодий экспертно оценивается в пределах ±30%. Однако, как показывает сравнительный анализ расчетных данных и экспериментально полученных величин по пахотных 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 ±90% (Руководящие указания по эффективной практике, 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 ±10%.

Для оценки неопределенности результатов оценки поглощения CO_2 почвами земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, нами были получены данные по отдельным полевым исследованиям органического вещества таких почв, выполненные в разных регионах страны (Романовская, 2008). Эти данные не использовались при калибровке модели и определении входных параметров и представляют собой материалы независимых исследований. Оценку неопределенности расчетов проводили методом сравнения экспериментальных данных и результатов моделирования по конкретным типам почв и регионам. Разницу этих двух оценок выражали в процентах. Результаты работы приведены в

таблице 7.68. Ошибку суммы величин накопления углерода почвами залежных земель находили по формуле 7.37:

$$U_{sum} = \sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \ldots + (U_n \cdot x_n)^2 / (x_1 + x_2 + \ldots + x_n)}, \text{ где} \quad (7.37)$$

U_{sum} – общая неопределенность суммы,%;
$U_1 \ldots U_n$ – неопределенность отдельных слагаемых,%;
$x_1 \ldots x_n$ – значения слагаемых.

Рассчитанная ошибка для суммы изменений запасов почвенного углерода бывших пахотных земель, приведенных в таблице 7.68, была принята равной ошибке определения общей величины накопления углерода в почвах этих земель в России. Таким образом, средняя ошибка оценки поглощения CO_2 на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья, оценивается в пределах ±14,9%, что свидетельствует о высокой точности проведенных расчетов.

Неопределенность средних коэффициентов выброса CO_2 при торфоразработках приведена в таблице 3а.3.2 в (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) и оценивается от -100% до +300%. Нами принята неопределенность коэффициента ±250%. Коэффициенты по умолчанию выброса N_2O при торфоразработках характеризуются диапазоном неопределенности от -100% до +200%. Нами принята неопределенность среднего коэффициента равной ±150%. Площади торфоразработок получены методом экстраполяции данных 2007 года, поэтому их неопределенность экспертно оценивается ±50%.

Таблица 7.68

Оценка неопределенности оценки поглощения CO_2 почвами земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья (Романовская, 2008)

Область и тип почвы	Возраст залежи, годы	Среднее накопление С, тонн С/га в год		Ошибка расчетов,	
		Экспериментальные данные	Модельные расчеты	тонн С/га	%
Ленинградская обл., дерново-подзолистая супесчаная	19	0,52	0,62	0,10	+18,3
Владимирская обл., дерново-подзолистая супесчаная	12	1,17	1,66	0,49	+41,8
Красноярский край, чернозем обыкновенный	15	4,32	1,20	3,12	-72,2
Ростовская обл., чернозем обыкновенный	11	1,30	1,01	0,29	-22,3
	20	0,81	0,74	0,07	-8,8
Ростовская обл., каштановая почва	25	0,85	0,99	0,15	+17,6
			0,64	0,21	-25,0
Пензенская обл., чернозем выщелоченный	35	1,37	0,60	0,77	-56,2
Волгоградская обл., каштановая почва	15	0,42	0,52	0,10	+22,8
		0,36	0,25	0,11	-31,6
		0,13	0,25	0,12	+89,3
Бурятия, каштановые почвы	12	0,90	0,71	0,17	-20,7
		1,10	1,76	0,66	+60,0
Ошибка суммы					**±14,9**

Оценка неопределенности кадастра 2009 года в секторе землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства представлена в таблице 7.69. В данной таблице приведены стандартные отклонения по оцениваемым категориям, а также общее стандартное отклонение оценок в секторе ЗИЗЛХ для 2009 года. Расчеты неопределенностей проводили на основании уравнения 6.4 Уровня 1 (Руководящие указания по эффективной практике…, 2000).

Как следует из данной таблицы, общее стандартное отклонение оценок по сектору для 2009 г. составляет ±14,1%, что в пересчете на 95% конфиденциальный интервал соответствует точности ±27,8% или ±182 377,9 тыс. тонн CO_2 экв.

Таблица 7.69

Оценка неопределенности кадастра потоков парниковых газов в землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве России в 2009 г.

Категория источника	Выброс парниковых газов, CO_2 -экв., Гг[1]	стандартное откл.	
		%	CO_2 -экв., Гг
5A Лесные земли	-678 265,9	13	89 021,4
5.A.1 Лесные земли, остающиеся лесными землями	-674 005,2	13	89 019,2
Живая биомасса	-526 074,5	14	73 650,4
Мертвое органическое вещество	-88 235,1	30	26 470,5
Минеральные почвы	-82 160,9	50	41 080,5
Органогенные почвы	1 144,1	50	572,1
Мгновенная эмиссия CH_4 и N_2O от пожаров	21 109,7	50	10 554,8
Эмиссия N2O от осушения органических почв	211,6	50	105,8
5.A.2 Земли, переведенные в лесные земли	-4 260,8	14	617,7
Живая биомасса	-2 684,4	14	375,8
Мертвое органическое вещество	-794,7	30	238,4
Минеральные почвы	-853,8	50	426,9
Мгновенная эмиссия CH_4 и N_2O от пожаров	72,1	50	36,0
5B Пахотные земли	83 557,5	30	24 921,1
Живая биомасса	-3 315,9	75	2 486,9
Минеральные почвы	81 238,0	30	24 371,4
Органогенные почвы	5 080,5	90	4 572,5
Известкование	554,8	10	55,5
5C1 Постоянные кормовые угодья	-979,8	208	2 037,2
Минеральные почвы	-3 451,0	30	1 035,3
Органогенные почвы	1 925,7	90	1 733,2
Мгновенная эмиссия CH_4 и N_2O от пожаров	545,5	50	272,7
5C2 Земли, переведенные из пахотных в кормовые угодья	-74 990,7	15	11 173,6
5D Торфоразработки	93,5	159	148,3
Выбросы CO_2	0,5	255	1,2
Выбросы N_2O	93,1	158	147,1
5E2 Земли, переведенные из лесных в поселения	20 987,1	30	6 296,1
Всего	-649 598,4	14,4	93 351,6

[1] положительные величины показывают выброс, отрицательные – поглощение.

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 2006-2010 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, в 2009-2010 г. Рослесхозом были предоставлены дезагрегированные уточненные данные по площадям лесных и нелесных земель, по площадям и запасам насаждений основных древесных пород управляемых лесов в разрезе субъектов Российской Федерации.

Группа экспертов по проверке кадастра парниковых газов, представленного РФ в 2009 году, настоятельно рекомендовала дезагрегировать статистические данные по управляемым лесам по экорегионам и использовать региональные конверсионные коэффициенты при расчетах выбросов. Замечания экспертов привели к необходимости: 1) изменения методики расчета (вместо метода расчета по изменению запасов использован балансовый подход, оценивающий поглощение и выброс углекислого газа разными пулами управляемых лесов); 2) использования для расчетов дезагрегированных данных по управляемым лесам в разрезе субъектов РФ; 3) использования региональных коэффициентов.

По рекомендации группы экспертов по проверке кадастра парниковых газов, представленного РФ в 2010 году, были учтены основные замечания и выполнен полный перерасчет выбросов парниковых газов за 1990-2009 годы.

Для устранения несоответствия в представлении лесных земель, остающихся лесными землями, а также лесных земель, переведенных в другие категории землепользования и земель других категорий, переведенных в лесные земли, была разработана новая система представления земель. В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке были применены следующие принципы:

– Все земли, находящиеся под лесной растительностью, представлены в одной категории – Лесные земли, вне зависимости от официальной принадлежности этих земель. Площади неуправляемых лесов, ранее включенные в категорию «Другие земли», были рассчитаны как разница между общей площадью лесных земель и площадями известных подкатегорий. Эти оценки теперь включены в отчетность в категории «Неуправляемые лесные земли»

– Данные, приведенные в категории Лесные земли, были перепроверены и не включают площади других категорий землепользования. Для выполнения этой проверки мы использовали данные по общей площади лесных земель в соответствии со статистическими данными Росреестра по лесным землям, покрытым деревьями и кустарниками, включенными и не включенными в лесной фонд (www.rosreestr.ru). Эти данные включают все земли под всеми типами лесов на территории Российской Федерации.

– В категории «Лесные земли, остающиеся лесными землями» площади подразделены на управляемые леса и неуправляемые леса.

– Принято, что сокращение площадей управляемых лесов происходит только в результате обезлесения, ее увеличение – в результате облесения и лесовосстановления, а также перевода земель из подкатегории неуправляемых лесов. Ежегодные статистические данные по площадям управляемых лесов, остающихся управляемыми лесами, которые были использованы в отчетности РФ, представленной в 2010 году, показывают ежегодные сокращения и/или увеличения площадей в результате перевода земель между министерствами и ведомствами, а также между управляемыми и неуправляемыми угодьями. Однако следует ожидать, что на землях управляемых лесов не может прекратиться деятельность по их управлению в результате смены ведомственной принадлежности. Поэтому в те годы, когда статистические данные показывали сокращение управляемых лесов, мы рассчитывали их площади на основе данных предыдущего года минус площадь обезлесения этого года.

– Сокращение площади неуправляемых лесов происходит только в результате обезлесения и/или перевода в управляемые леса. Увеличение площадей неуправляемых лесов происходит в результате естественного распространения лесов.

– Изменения запасов углерода в результате естественного распространения лесов не оценивались в кадастре, т.к. эти изменения не являются результатом антропогенной деятельности.

– Площади облесения/лесовосстановления определены на основе документов по защитному лесоразведению в России. Согласно рекомендациям группы по проверке для расчетов потерь углерода в результате нарушений был использован понижающий коэффициент 0.33, рассчитанный на основе данных, представленных Канадой. Этот коэффициент был использован для расчета потерь по всем пулам углерода.

– Площади по естественному распространению лесов, так же, как и площади обезлесения, являются суммарными с 1990 года (включаются в данную категорию в течение 20 лет после конверсии земель).

– Площади ежегодного обезлесения были получены расчетным путем отдельно для управляемых и неуправляемых лесов. Обезлесение управляемых лесов определено на основе статистических данных Росстата по площадям строительства объектов инфраструктуры (трубопроводы для транспортировки нефти и газа, автодороги, железные дороги, линии электропередач, радиолинии, телефонные линии, бурение новых нефтяных и газовых скважин и др.), которые, таким образом, представляют собой перевод Лесных земель в земли Поселений. Эти данные получены для 1971-2010 гг. Обезлесение на территории неуправляемых лесов было рассчитано на основе ежегодного соотношения площадей неуправляемых и управляемых лесов. Для целей отчетности в рамках Статьи 3, параграфов 3 и 4 Киотского протокола, обезлесение на территории, занятой кустарниками было исключено из расчета (т.к. эти земли не соответствуют определению леса, принятому РФ). Для этого использовали ежегодное соотношение площадей кустарников и лесов (управляемых и неуправляемых). Для оценки потерь углерода при обезлесении были использованы средние значения запасов углерода по пулам с допущением полного окисления углерода в пулах биомассы, мертвой древесины, подстилки в год обезлесения и полного окисления углерода в органическом веществ почв за период 20 лет.

Кроме того, был проведен полный перерасчет поглощения и выбросов парниковых газов управляемыми лесами за весь временной ряд с использованием всех рекомендаций группы по проверке:

– Линейная интерполяция данных между 1988 и 1993 гг. и между 1993 и 1998 г. для вычисления площадей и запасов лесных насаждений по группам возраста и преобладающим породам, а также площадей вырубок и погибших древостоев.

– Использование для каждого пула средних региональных значений запасов углерода для вычисления потерь в результате деструктивных пожаров.

– Использование для каждого пула средних региональных значений запасов углерода спелых и перестойных лесов для вычисления потерь в результате сплошных рубок.

– Вычисление изменения запасов углерода в подстилке и почве с использованием тех же алгоритмов, что и для расчетов изменения запасов углерода в биомассе.

– Исключение потерь углерода при рубках ухода и при низовых пожарах, поскольку применяется метод, учитывающий эти потери.
– Совершенствование расчетов послепожарных выбросов CH_4, N_2O, CO, NO_x. Для расчетов были использованы Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК (2006) с учетом рассчитанных данных о запасах горючих материалов применительно к Российской Федерации. Использование этого метода позволило избежать завышенных оценок выбросов этих газов, представленных в ответ на замечания группы по проверке.

Эти изменения привели к полному перерасчету поглощения и выбросов парниковых газов управляемыми лесами с 1990 по 2009 год.

Планируемые усовершенствования:

1. При оценке эмиссий углерода в управляемых лесах используются уровни нарушений (рубок и деструктивных пожаров), рассчитанные по площадям рубок и гарей. Эти характеристики отражают не текущие уровни нарушений, а их усредненное значение за ряд предшествующих лет. В дальнейшем предполагается использовать текущие оценки площадей нарушений из данных лесохозяйственной статистики.
2. Расчет бюджета углерода в управляемых лесах ведется по субъектам РФ, однако исходные данные агрегированы для России в целом. Предполагается провести анализ бюджета углерода управляемых лесов в разрезе субъектов РФ с использованием ГИС.
3. Количественная оценка неопределенностей.

7.6.2 Пахотные земли, сенокосы и пастбища

Для оценки качества разработанной методики по балансовому расчету изменений запасов углерода в почвах пахотных 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 пахотных земель за период с 1991 по 1999 гг. составляет 0,381 тонн С/га. Принимая объемную массу агроземов в среднем равной 1,32 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, для 90-х годов составляет около 22%.

Сопоставление с отдельными данными государственной отчетности по некоторым годам показывает, что для отдельных лет ошибка выполненных расчетов 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 пахотных земель (категория 5.В.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 переведенных из пахотных в кормовые землях, на которых отмечается поглощение углерода. Этим может объясняться некоторое расхождение в оценках баланса гумуса агроценозов, особенно в последние годы.

В соответствии с рекомендациями групп экспертов по проверке кадастра, все планируемые и впыолненные усовершенствования модели по оценке баланса углерода на почвах пахотных земель докладываются и предварительно апробируются на научных конференциях и семинарах национального и международного характера. В частности результаты были доложены на Всемирной конференции «Гуминовые соединения и естественное органическое вещество» в июле 2010 года в Тенерифе, Испания. В настоящее время рассматривается вопрос о целесообразности публикации материалов в рецензируемом научном журнале.

В настоящем кадастре выполнены перерасчеты выброса углекислого газа от минеральных и органических почв пахотных земель за 1990-2008 гг. в связи с уточнением оценки количества углерода растительных остатков (коррекция неточностей в выборе регрессионных уравнений). В категории 5.С.1 Постоянные кормовые угодья пересчеты за все годы периода с 1990 по 2008 гг. выполнены в связи с пересмотром коэффициентов выброса CH_4 от навоза крупного рогатого скота на основе региональных оценок общей энергии потребляемых кормов и коэффициентов перевариваемости, уточнением доли жидкостных систем хранения навоза другого поголовья КРС, а также уточнением численности некоторых сельскохозяйственных животных. Методика пересчета подробно описана в разделе 6.3 настоящего доклада.

Выполненные пересчеты привели к увеличению оценки выброса CO_2 от минеральных почв пахотных земель для 2008 года на 561% (63 264,2 Гг CO_2). Данная ошибка была вызвана технической ошибкой в расчетах 2008 г. Пересчеты для категории 5.С.1 Постоянных кормовых угодий (сенокосы и пастбища) обусловили уменьшение оценок поглощения CO_2 минеральными почвами для 1990 г. на 0,7% (96,3 Гг CO_2), для 2008г. – увеличение на 9,5% (313,3 Гг CO_2). Уточнения, выполненные по площадям бывших пахотных земель, переведенных в сенокосы и пастбища, привели к увеличению поглощения углерода в 2008 г. на 2,4% (1 833,1 Гг CO_2).

В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке кадастра парниковых газов, подданного РФ в 2010 году, полнота оценки потоков парниковых газов в секторе землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства Национального доклада о кадастре была улучшена. Для всех лет периода с 1990 по 2009 были впервые оценены потоки парниковых газов от ранее не оцениваемой категории выбросов парниковых газов от процессов горения на землях сенокосов и пастбищ.

Также, в ответ на замечания группы экспертов по проверке кадастра РФ в 2010 году в настоящем кадастре усовершенствована структура раздела и представления отчетности в секторе землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства в Национальном докладе. Проведено уточнение соотнесения национальных земельных категорий и категорий МГЭИК. В частности, были учтены замечания группы экспертов, согласно которым все леса, в том числе входящие в состав *Других земель*, в настоящее время включены в лесные площади. Кроме того, земли под дорогами и инфраструктурой рассматриваются теперь в категории земель *Поселений*. Выполненные уточнения привели к улучшения согласованности представления земель в России, а также сопоставимости национальных данных с международными. Впервые разработаны матрицы перевода разных земельных угодий на ежегодной основе. Согласно этим матрицам проведено заполнение таблиц ОФД для соответствующих лет по всем земельным категориям, уточнение их площадей, а также выполнена проверка данных по соотнесению суммы площадей всех угодий с общей площадью страны.

Усовершенствование существующих методологий расчетов, уточнение пересчетных коэффициентов и исходных данных по деятельности при расчете выбросов парниковых газов в секторе землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства России будет выполняться в будущем в соответствии с получением необходимой статистической информации и новых научных данных 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. Благодатсткий С.А., Ларионова А.А., Евдокимов И.В.. Вклад дыхания корней в эмиссию СО2 из почвы. В кн.: Дыхание почвы. Сб. научн. трудов, Пущино, 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., Замолодчиков 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 (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2008 году. – М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2009. – 256 с.
20. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2002 году. (Рощупкин В.П., Гл. ред.). – М.: ВНИИЛМ, 2003, –116 с.
21. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2004 г. – М.: ВНИИЛМ, 2005. – 82 с.
22. Дукаревич Б.И. Справочник по минеральным удобрениям. М., Моск. Рабочий, 1976, 192 с.
23. 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.
24. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1993 г. Обнинск, 1994, ВНИИ ГМИ-МЦД, 481 с.
25. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1994 г. Обнинск, 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимич. Институт, 581 с.
26. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1995 г. Обнинск, 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 662 с.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. Заварзин Г.А. Роль биоты в глобальных изменениях климата // Физиология растений. 2001. Т. 48. №2. С. 306-314.
31. Замолодчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России: учет влияния пожаров и рубок // Лесоведение. 2009. № 4. С. 3-15.
32. Замолодчиков Д. Г., Коровин Г. Н., Гитарский М. Л. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации // Лесоведение, 2007, № 6, с. 23-34
33. 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.
34. 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.
35. Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Честных О.В. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу основных лесообразующих пород России. Лесная таксация и лесоустройство. 2003, Вып. 1 (32), с. 119-127.
36. Зборищук Н.Г. Некоторые особенности динамики СО2 в орошаемых Предкавказских черноземах. Вестник МГУ. Серия Почвоведение. 1979.№3, с. 40-44.
37. 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.
38. 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.
39. Земельный фонд РФ на 1 января 2008 года. Минэкономразвития РФ, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), Москва, 2009. http://www.rosreestr.ru/available_land_2009/

40. Зорина Е.Ф. Овраги, оврагообразование и потенциал развития. Эрозия почв и русловые процессы, М., МГУ, вып.12, 2000, с. 72-95
41. 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.
42. Инструкция о порядке ведения государственного учета лесного фонда. Утверждена приказом Федеральной службой лесного хозяйства России от 30.05.97. № 72. М. 1997, 77 с.
43. 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.
44. 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.
45. Использование минеральных удобрений в 1994 г., Москва, Госкомстат России, Вычислительный центр, 1995, 80стр.
46. Кобак К.И. Биологические компоненты углеродного цикла. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988, -248 с.
47. Ковалева А.Е., Булаткин Г.А. Динамика СО2 серых лесных почв. Почвоведение, 1987, 5, с. 111-114.
48. 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.
49. 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.
50. Котакова П.С. Продуцирование СО2 выщелоченным черноземом при различном его сельскохозяйственном использовании. Науч. Тр. Орлов. Обл. с-х опытной станции 1975, Вып.7, с. 181-190
51. Кретинина Т.А., Пожилов В.И. Влияние систематического применения удобрений и орошения на биологические свойства светло-каштановой почвы. Агрохимия, 1989, №5, с.65-72
52. 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
53. Кудеяров В.Н., Курганова И.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки. Почвоведение. 2005. №9. с. 1112-1121.
54. Кудеяров В.Н., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Ильина А.А., Кузнецова Т.В., Тимченко А.В. Оценка дыхания почв России. Почвоведение, 1995, 1, с. 33-42.
55. Курганова И.Н., В.О. Лопес де Гереню, Т.Н. Мякшина, Д.В. Сапронов, В.Н. Кудеяров. 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.
56. Куренкова С.В. Пигментная система культурных растений в условиях подзоны средней тайги Европейского Северо-Востока. Екатеринбург, УрО РАН. 1998, 115 с.
57. 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.
58. Ларионова А.А., Розонова Л.Н. Суточная, сезонная и годовая динамика выделения CO_2 из почвы. В сб.науч. трудов: Дыхание почвы, 1993, Пущино, с. 59-68.
59. 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.

60. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. Агрохимия, 1977. № 8. с. 36-42.
61. Леса России. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002, - 48 с.
62. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: Ось-89, 1997, -64 с.
63. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1993 г.). Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. - 280 с.
64. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 2003 г.). Справочник. М.: ВНИИЛМ, 2003. - 640 с.
65. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1998 г.). Справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. - 650 с.
66. Лесной фонд СССР (по учету на 1 января 1988 года). Стат. сб. в 2-х т. М.: Госкомлес СССР, 1990-1991. Т. 1. – 1005 с. Том 2. – 1021 с.
67. 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.
68. Лядова Н.И. Влияние агротехнических приемов на биологическую активность южного чернозема. Пути повышения урожайности полевых культур на юге Украины. Одесса, 1975, с. 3-7.
69. Макаров Б.Н. Газовый режим почв, 1988,Москва, ВО Агропромиздат, 105 с.
70. Макаров Б.Н. Дыхание почвы и роль этого процесса в углеродном питании растений. Агрохимия, 1993, 8, с. 94-104.
71. Массо В.Я. Динамика химического состава коровьего навоза при различных технологиях его использования. Агрохимия, №5, 1979, с.90-98.
72. 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.
73. Мыц Е.А., Потери аммиачного азота из навоза и приготовленных по различным технологиям компостов в зависимости от сроков запашки. Агрохимия, 1996, №7, стр.74-76
74. Наумов А.В. Сезонная динамика и интенсивность выделения СО2 в почвах Сибири. Почвоведение, 1994, №12, с. 77-83.
75. Народное хозяйство РСФСР в 1975 году. Статистический ежегодник. М.: Статистика, 1976. 519 с.
76. Народное хозяйство РСФСР в 1980 году. Статистический ежегодник. М.: Финансы и статистика, 1981. 406 с.
77. Народное хозяйство РСФСР в 1985 году. Статистический ежегодник. М.: Финансы и статистика, 1986. 398 с.
78. Народное хозяйство РСФСР в 1990 году: статистический ежегодник. М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1991. 592 с.
79. Народное хозяйство РСФСР в 1992 году: статистический ежегодник. М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1993.
80. 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.
81. 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.
82. О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2005 г. : государственный доклад – М. : ВНИИЛМ, 2006. – 214 с.

83. О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2006 г.: государственный доклад – М.: ВНИИЛМ, 2007. – 199 с.
84. ОНТП 17-81. Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (ОНТП 17-81). Москва, Колос, 1983, 32 с.
85. Органические удобрения: Справочник/ П.Д. Попов, В.И.Хохлов, А.А.Егоров и др.-М., Агропромиздат, 1988, 207 с.
86. Отчет о наличии земель и распределении их по категориям, угодьям, землевладельцам и землепользователям по состоянию на 1 ноября 1990 года. Роснедвижимость. 1990. 6 с.
87. 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.
88. 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.
89. Пересмотренные руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата 1996 года для национальных кадастров парниковых газов. IPCC-OECD-IEA. Париж. 1997.
90. Попова Э.П. Интенсивность дыхания почв под различными культурами. Труды Красноярского с-х ин-та. Красноярск, 1968, Т.XIX, с. 157-163.
91. Промышленно-экономические показатели развития агропромышленного комплекса России в 1995г. Часть 1. 1996, 269 стр., Информагробизнес, Москва
92. Пятое национальное сообщение Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2009.
93. 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. 107с.
94. Результаты агрохимического мониторинга на реперных участках. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Агроконсалт, Москва, 2001. 80с.
95. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. Справочное пособие, М., ЦИНАО, 2000г., 371 с.
96. Романовская А.А. Органический углерод в почвах залежных земель России // Почвоведение. 2006. № 1. с. 52-61.
97. Романовская А.А. Основы мониторинга антропогенных эмиссий и стоков парниковых газов (CO2, N2O, CH4) в животноводстве, при сельскохозяйственном землепользовании и изменении землепользования в России. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени доктора биол. наук, 2008, Москва, 42 с.
98. Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Оценка эмиссии закиси азота от неутилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. // В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. СПб: Гидрометеоиздат, 2002. Т. 18. с. 276-286.
99. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., М., Росстат РФ, 2005-2009.
100. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК. 2003.
101. 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.

102. Сапронов Д.В. Многолетняя динамика эмиссии СО2 из серых лесных и дерново-подзолистых почв. Диссер. на соик. уч. степени кандидата биолог. наук. Москва, 2007. с. 20.
103. Сельское хозяйство в России. Стат. Сб. М.: Госкомстат России, 2000, -414 с.
104. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 1998, -448 с.
105. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 1995. -503 с.
106. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. М.: Госкомстат России, 2002. -448 с.
107. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник. М.: Росстат России, 2004. - 478 с.
108. 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
109. 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.
110. Справочник по климату СССР. Ленинград: Гидрометеоиздат. 1965 -1966. часть 2. выпуски 1-34.
111. Справочник по минеральным удобрениям. -М.: Сельхозгиз, 1960. 552 с.
112. Строительство в России. 2002: Статистический сборник. М., Госкомстат России, 2002. 254 с.
113. 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.
114. 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.
115. Третье национальное сообщение Российской Федерации. М.: Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, 2002, -158 с.
116. Трофимова Т.А. Влияние различных обработок на показатели биологической активности чернозема обыкновенного. Почвозащитная обработка и рациональное применение удобрений. Каменная степь, 1989, с. 46-49.
117. 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.
118. Филиппов Г.В. О макроструктуре таксационных участков // Сб. научн. тр. ЛенНИИЛХ. Л., 1975. Вып. 22. С. 38-44.
119. Филипчук 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.
120. Честных О.В., Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И. Общие запасы биологического углерода и азота в почвах лесного фонда России // Лесоведение. 2004. № 4. С. 30-42.
121. Честных О.В., Лыжин В.А., Кокшарова А.В. Запасы углерода в подстилках лесов России // Лесоведение. 2007. № 6. С. 114-121.
122. Четвертое национальное сообщение Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2006.
123. 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.
124. Шильников И.А., Ермалаев С.А., Аканова Н.И. Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования. – М.: ВНИИА, 2006, - 150 с.

125. Coleman K., Jenkinson D.S. RothC-26.3 - A Model for the turnover of carbon in soil.// In: Evaluation of Soil Organic Matter Models, Powlson, D.S., Smith, P., Smith, J.U., Springel-Verlag Berlin Heidelberg. NATO ASI Series, 1996. V. 138, P. 237-246.
126. 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.
127. Inoko A., Evaluation of maturity of various composted materials. JARQ, Vol.19, No.2, 1985, pp. 103-108
128. Jenkinson D.S. The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. // Philosophical transactions of the Royal Society, 1990. V. B329, P.361-368.
129. 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

Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы» включают выбросы CH_4 от управляемого и неуправляемого захоронения твердых отходов на свалках и полигонах, выбросы от очистки коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, а также выбросы N_2O от фекальных стоков.

Суммарный выброс парниковых газов по сектору составил в 2009 г. 73 312,37 Гг CO_2-экв., что соответствует 3,5% совокупного выброса парниковых газов в Российской Федерации без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства и на 25,1% превышает уровень 1990 года (рис. 8.1). Начиная с 1997 года, в секторе отмечается 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. В 2009 г. выброс парниковых газов в секторе «Отходы» увеличился на 5,0% по сравнению с 2008 г.

Прирост выбросов парниковых газов от захоронения твердых отходов в 2009 г. по сравнению с 1990 годом составил 68,2%. Данный источник вносит наибольший вклад в общий выброс парниковых газов от сектора «Отходы» (64,7% в 2009 г.)

Выброс метана от процессов очистки коммунально-бытовых сточных вод в 2009 г. был на 16,5% ниже соответствующего выброса 1990 г. Выброс метана от очистки промышленных сточных вод в 2009 г. составил 89,0% от уровня 1990 г. Для этой категории источников, начиная с 1997 года, наблюдаются довольно высокие темпы роста выбросов. Возрастает и ее вклад в общий выброс парниковых газов по сектору (до 21,0% в 2009 г.) В 2009 г. отмечается снижение выбросов метана, связанных с очисткой промышленных сточных вод, на 3,7% по сравнению с предыдущим годом.

Выброс N_2O от фекальных стоков в 2009 г. оставался существенно (на 25,4%) меньше выброса 1990 г., однако наблюдается некоторая тенденция к его росту, связанная с увеличением потребления населением белковой пищи, и продолжившаяся в 2009 г., несмотря на негативные тенденции в экономике.

Тренды выбросов парниковых газов в секторе «Отходы» представлены в таблице 8.1 и на рисунке 8.2.

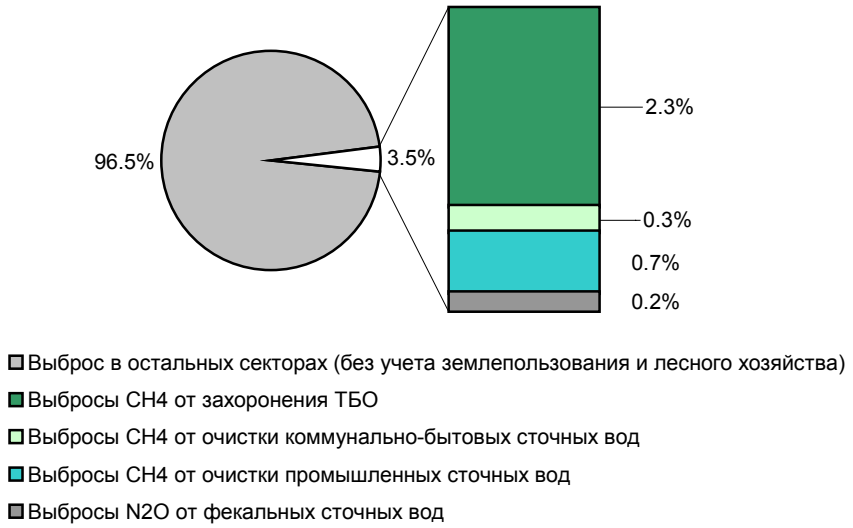


Рис. 8.1 Доля сектора «Отходы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2009 г.

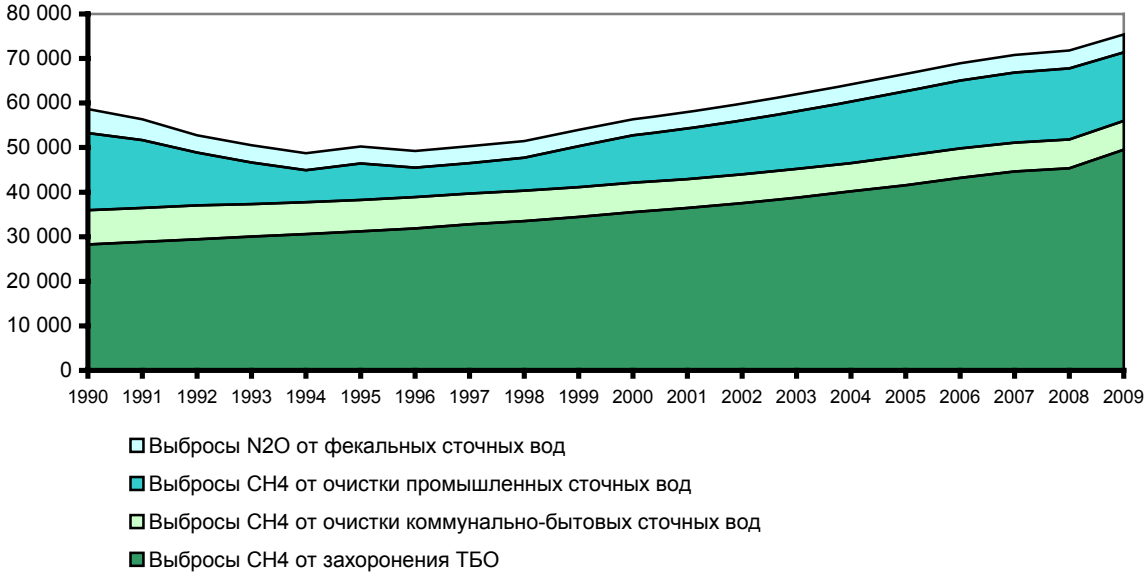


Рис. 8.2. Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы» в 1990-2008 гг., Гг CO2-экв.

8.2 Захоронение твердых бытовых отходов на свалках и полигонах (6.A)

8.2.1 Выбросы метана от захоронения твердых бытовых отходов

В данную категорию включены выбросы CH_4 от управляемых (6A.1) и неуправляемых (6A.2) захоронений твердых отходов.

Оценка выбросов метана от управляемых свалок и полигонов захоронения отходов выполнена как сумма рассчитанных по отдельности оценок выбросов от захоронения твердых бытовых отходов (ТБО), осадка сточных вод и твердых промышленных отходов (ТПО).

Результаты оценки выбросов за период 1990-2009 гг. представлены в таблице 8.2. Как видно из таблицы, величина выбросов в рассматриваемый период непрерывно возрастала, что связано, главным образом, с ростом объемов образования и захоронения ТБО, происходившим, несмотря на уменьшение численности населения страны.

Методика оценки для ТБО

Для выполнения расчетной оценки выбросов 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 из населенных пунктов, в соответствии с определением, приведенным в Руководстве по эффективной практике МГЭИК, считались управляемыми, и для них принимался коэффициент конверсии метана (MCF), равный единице (МГЭИК, 2000). Свалки и полигоны, отходы на которые поступают нецентрализованно, считались неуправляемыми неглубокими свалками, и для них принимался MCF, равный 0,4 (МГЭИК, 2000).

Таблица 8.1

Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы», Гг CO_2-экв.[1)]

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Выброс CH_4 от захоронения твердых отходов																				
	28220	28796	29335	29907	30402	31051	31684	32406	32979	33741	34677	35447	36362	37470	38744	40023	41520	42780	43382	47455
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	6469	6449
Выброс CH_4 от очистки промышленных сточных вод																				
	17257	15315	11922	9441	7230	8171	6656	6877	7391	9210	10654	11430	12121	12914	13781	14479	15223	15710	15959	15363
Выброс N_2O от фекальных сточных вод																				
	5420	4656	3874	3856	3808	3764	3709	3756	3734	3655	3594	3683	3786	3822	3836	3930	3902	3957	4018	4046
Всего																				
	58619	56389	52734	50466	48618	50050	49044	49939	50922	53286	55546	57043	58721	60654	62731	65032	67254	68978	69828	73312

[1)] С округлением

Таблица 8.2

Выбросы CH_4 от захоронения твердых 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	2008	2009
Выброс	1343,8	1371,2	1396,9	1424,1	1447,7	1478,6	1508,8	1543,1	1570,4	1606,7	1651,3	1688,0	1731,5	1784,3	1845,0	1905,9	1977,1	2037,1	2065,8	2259,8

Содержание в твердых бытовых отходах органического углерода (DOC) оценивалось по многолетним данным изучения состава ТБО для разных климатических зон СССР (Абрамов, 1991) – таблица 8.3, результатам изучения состава ТБО в г. Владимире, которое проводилось Институтом рудологии (г. Леваль) в 1995 г. (Ульянов, 1997) – таблица 8.4, а также по составу ТБО для разных климатических зон России, приведенному в Концепции обращения с ТБО в РФ (Методическая документация, 2000) – таблица 8.5. 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, которое было принято для расчетов эмиссии метана от захоронения твердых отходов на 1990 г. как для управляемых, так и для неуправляемых захоронений. Для периода 1996 - 2009 г. значения DOC(x) рассчитаны с учетом имеющихся данных по эволюции состава ТБО. Потенциал образования метана ($L_0(x) = MCF(x)* DOC(x)*DOC_F*F*16/12$ рассчитывался по методике МГЭИК (МГЭИК, 2000, уравнение 5.1).

Значения доли органического углерода, подвергшегося распаду (DOC_F=0,55), доли метана в свалочном газе (F=0,5) и коэффициента скорости образования метана (k = 0,05) приняты по умолчанию (МГЭИК, 2000). Альтернативная оценка, выполненная с использованием значений k, дифференцированных по условиям увлажнения в регионах РФ, приведена в Приложении 3.3 (часть 2 настоящего доклада).

Коэффициент окисления метана принимался равным нулю (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.

Таблица 8.3

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

После окончания проекта установки по сбору и утилизации метана использовались эпизодически. Ввиду незначительности количества извлеченного метана, его утилизация в оценках эмиссии метана от захоронения ТБО не учитывается.

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. Константа скорости образования метана, так же как и для ТБО, принята равной 0,05.

Таблица 8.4

Морфологический состав ТБО г. Владимира в 1995,% по массе (Данные получены Институтом рудологии (Франция, г. Леваль) и Исследовательским институтом по окружающей среде IMOTEP)

Составляющий компонент ТБО	Содержание
Пищевые отходы	44
Целлюлозное волокно (бумага, картон)	22
Стекло	9
Металлы	8
Кожа, текстиль	5
Древесина	1
Шлаки, пыль	1
Пластические массы	5
Прочее	5

Таблица 8.5

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

Методика оценки для ТПО

Расчет выполнен по методике МГЭИК (МГЭИК, 1996, МГЭИК, 2000). При этом использовался метод по умолчанию, соответствующий уровню 1 МГЭИК - формула 5.3 (МГЭИК, 2000). Захоронение ТПО может производиться либо совместно с ТБО, либо на отдельных свалках и полигонах. Все свалки и полигоны, на которые вывозятся ТПО, в соответствии с определением, приведенным в Руководстве по эффективной практике МГЭИК, считались управляемыми, и для них принимался коэффициент MCF, равный единице (МГЭИК, 2000).

Состав ТПО, захораниваемых на свалках и полигонах, от года к году несколько изменялся, поэтому содержание биоразложимого органического углерода (DOC) рассчитывалось по отдельности для каждого года периода 2006-2009 гг. Расчет выполнялся в соответствии с методикой МГЭИК, рассчитанные значения DOC приведены в таблице 8.6. Для периода 1990-2005 гг. было принято единое значение DOC, равное 0,301.

Значения доли органического углерода, подвергшегося распаду (DOC_F=0,5) и доли метана в свалочном газе (F=0,5) приняты по умолчанию (МГЭИК, 2000). Коэффициент окисления метана принимался равным нулю (МГЭИК, 2000).

Сбор и утилизация CH_4 в расчете не учитывались, поскольку на специализированных свалках и полигонах захоронения ТПО они в рассматриваемый период не выполнялись, а на свалках и полигонах ТБО, как указано выше, имели пренебрежимо малую величину.

Исходные данные

Централизованно вывозимые твердые бытовые отходы захораниваются на крупных или средних санкционированных свалках и полигонах или перерабатываются на предприятиях по промышленной переработке мусора – сжигаются или компостируются (Абрамов, 1991). Данные о вывозе ТБО из населенных пунктов за 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 2005-2009 гг. взяты из официальных публикаций Росстата (Социальное положение…, 2006-2010). Данные о централизованном вывозе ТБО в 1991-1998 гг. статистикой не собирались и оценены путем интерполяции. Количество захораниваемых ТБО рассчитывалось путем вычитания из этой величины количества ТБО, утилизированного на мусоросжигательных и компостных заводах.

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).

Таблица 8.6

Объем захоронения твердых промышленных отходов (т.)
и содержание биоразложимого органического углерода

Год		2006	2007	2008	2009
	DOC				
Бумага и текстиль	0,40	239 631,59	258 966,88	261 285,71	348 371,03
Отходы, образующиеся в садах и парках	0,17	13 470,52	13 431,59	7 508,75	11 592,19
Пищевые отходы	0,15	139 814,34	256 661,75	39 980,70	43 558,88
Древесные отходы и солома	0,30	935 697,47	796 093,53	522 610,75	1 619 356,98
Итого		1 328 613,91	1 325 153,75	831 385,90	2 022 879,09
Средневзвешенный DOC		0,301	0,289	0,323	0,313
Выброс CH_4, Гг		133,28	127,73	89,52	211,22

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 докладах об охране окружающей среды, издаваемых в регионах России. Утилизация ТБО с производством компоста применяется с 1971 г. Суммарная годовая мощность мусороперерабатывающих предприятий по производству компоста в 1971-2009 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 8.7.

Таблица 8.7

Вывоз ТБО для захоронения, сжигания и переработки на компост, млн. т

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Централизованный вывоз ТБО	31,9	31,2	33,5	35,9	38,5	39,1	42,0	44,2	45,8	48,0
Сжигание ТБО	2,03	0,43	0,43	0,54	0,59	0,57	0,72	0,70	1,07	1,03
Переработка на компост	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,433
Захоронение на свалках и полигонах	31,01	30,33	32,65	34,90	37,48	38,14	40,83	43,06	44,31	46,50
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
Сжигание ТБО	0,55	0,55	0,55	0,55	0,48	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
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	29,39
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
Сжигание ТБО	0,15	0,15	0,15	0,33	0,41	0,50	0,59	0,59	0,59	0,55
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	24,40	25,27	26,17	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
Сжигание ТБО	-	-	-	-	-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
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

Для расчета количества ТБО, захорониаемых нецентрализованно (неуправляемое захоронение на несанкционированных свалках), были использованы оценки, основанные на имеющихся данных по отдельным регионам Российской Федерации о соотношении между количеством отходов, накопленных на несанкционированных и санкционированных свалках. Средневзвешенное значение этого отношения равно 0,109. При этом принималось, что соотношение между количеством ежегодно захораниваемых на неуправляемых и управляемых и свалках отходов соответствует соотношению между количеством отходов, накопленных на несанкционированных и санкционированных свалках.

Таким образом, количество отходов, ежегодно захораниваемых на неуправляемых свалках рассчитывалось как количество отходов, ежегодно захораниваемых на неуправляемых свалках, умноженное на коэффициент 0,109.

Количество образующегося осадка сточных вод и избыточного активного ила определялось 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).

Данные статистической отчетности по объемам захоронения ТПО за 2006-2009 гг. (по видам отходов) были предоставлены Ростехнадзором. В составе данных отражены все виды отходов производства и потребления, включая вещества, полученные в процессе очистки отходящих газов и сточных вод, кроме радиоактивных веществ. Захоронение промышленных отходов осуществляется в зависимости от их опасности, как на специализированных полигонах ТПО, так и на свалках (полигонах) бытовых отходов. В расчете учитывалось захоронение на полигонах и свалках обоих типов. Для проведения расчетов все учитываемые в Российской Федерации виды отходов были проанализированы, исходя из их происхождения, агрегатного состояния и общих представлениях об их составе. В результате из них были выделены четыре группы ТПО в соотвествии с их составом и таблицей 6-3 МГЭИК (1996): бумага и текстиль, отходы, образующиеся в садах и парках, пищевые отходы, древесина и солома. Во избежание двойного учета из расчета были исключены коммунальные отходы (ТБО), отходы потребления на производстве, подобные коммунальным, осадки сточных вод, навоз и некоторые другие отходы сельского хозяйства. Итоговые значения приведены в таблице 8.6.

Поскольку надежных статистических данных по объемам захоронения до 2006 г. не имеется, объемы захоронения для периода 1990-2005 гг. определялись с помощью драйвера, в качестве которого был выбран ВВП Российской Федерации. Таким образом, межгодовое изменение объема захоронения ТПО считалось пропорциональным межгодовым изменениям (индексам) ВВП (табл. 8.8 и 8.9).

Таблица 8.8

Индекс физического объема валового внутреннего продукта, % к предыдущему году

Год	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	96,4	101,4	94,7	106,4	110,0	105,1	104,7	107,3	107,2	106,4	108,2

Таблица 8.9

Индекс физического объема валового внутреннего продукта, % (1990г. = 100%)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
100	…	81	74	65	62	60	61	57	61	67

Выбросы, CO_2 и N_2O, учитываемые в секторе «Энергетика»

На мусоросжигательных 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.AA.5A (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. 8.3-8.5) доля ископаемого углерода в общем углероде ТБО была принята равной 26%, а массовая доля углерода в ТБО – 21%. Эффективность сжигания ТБО принималась 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 равным 21 кг N_2O/Гг ТБО (МГЭИК, 2000). 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: выброс CO_2, связанный с ископаемой частью углерода ТБО, на протяжении 1990-2009 гг. находился в пределах 80,7-202,9 Гг, связанный с биогенной частью – в пределах 229,6-577,4 Гг. Общий выброс N_2O в этот период не превышал 0,36 Гг.

Перерасчеты и усовершенствования

В 2011 был выполнен перерасчет выбросов CH_4 за период 1990-2008 гг. Перерасчет касался как выбросов, связанных с захоронением ТБО, так и выбросов от захоронения ТПО.

Пересчет выбросов от ТБО был связан с включением в расчет выбросов от неуправляемых неглубоких свалок (в соответствии с рекомендациями Группы экспертов РКИК ООН по рассмотрению национальных кадастров, сделанными при проведении обзора кадастра, представленного в 2010 г.) Кроме того, уточнению подверглись даные о количестве ТБО, утилизированного на мусоросжигающих заводах, что повлекло за собой незначительную коррекцию оценок количества захороненных ТБО. Соответственно уточненным данным, были откорректированы также и выбросы от утилизации ТБО на мусоросжигательных заводах.

Альтернативная оценка выбросов CH_4, связанных с захоронением ТБО, выполненная по рекомендации Группы экспертов РКИК ООН, приведена в Приложении 3.3 (часть 2 настоящего Доклада).

Пересчет выбросов от ТПО был связан с некоторым изменением распределения учитываемых ТПО по типам отходов, согласно руководству МГЭИК (МГЭИК, 1996), а также с исключением из расчета жидких видов отходов. Соответственно изменились годовые значения средневзвешенного DOC биоразложимых отходов за период 2006-2008 гг. Была также исправлена обнаруженная Группой экспертов РКИК ООН ошибка в расчете DOC для ТПО. Остальные параметры расчета оставались без изменений.

Оценки выбросов от захоронения твердых отходов в связи с проведенными перерасчетами несколько уменьшились. Для 1990 г. уменьшение составило 0,5%, для 2008 г. 5,3%.

8.2.2 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования

Применялись стандартные процедуры контроля качества исходных данных (включая сопоставление данных, полученных из разных источников) и процедуры контроля полученных результатов (оценок выбросов).

В дальнейшем планируется проведение сбора и анализа дополнительных данных по изменению морфологического состава ТБО в период после 1990 г. и использование этих данных для уточнения оценок выбросов CH_4, связанных с захоронением ТБО.

Будет продолжен сбор и анализ данных для уточнения оценок объема захоронения отходов на неуправляемых (несанкционированных) свалках.

8.3 Очистка сточных вод (6.B)

Оценка выбросов парниковых газов от обработки бытовых и промышленных стоков включает оценки по следующим категориям источников:

– Выброс метана от очистки сточных вод в жилищно-коммунальном хозяйстве;
– Выброс метана от очистки промышленных стоков;
– Выброс закиси азота от фекальных бытовых стоков.

Величины выбросов парниковых газов от очистки сточных вод представлены в таблице 8.6.

8.3.1 Сточные воды жилищно-коммунального хозяйства (6.B.2.1)

<u>*Методика расчета*</u>

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 ($БПК_{полн}$) 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 1 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 раздельные оценки выбросов CH_4 для каждого типа систем.

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. 8.10). Коэффициент очистки для нормативно очищенных сточных вод рассчитывался как $(BOD_{in} - BOD_{norm})/BOD_{in}$, где BOD_{in} и BOD_{norm} – содержание БПК в поступающих на очистку и нормативно очищенных стоках соответственно. Количество недостаточно очищенных сточных вод определялось как разность между общим количеством сточных вод, прошедших биологическую очистку, и количеством нормативно очищенных сточных вод. Коэффициент очистки недостаточно очищенных сточных вод принимался равным 0,5.

На основании полученных результатов рассчитывался средневзвешенный коэффициент очистки для всех сточных вод, прошедших биологическую очистку. Для определения коэффициента эмиссии CH_4, в соответствии с уравнениями 5.7. и 5.9. Руководства (МГЭИК, 2000), средневзвешенный коэффициент очистки умножался на максимальный выход метана B_0 (принят по умолчанию 0,6 г CH_4/ г БПК) и на долю БПК, разлагающегося анаэробно в реальных условиях, принятую равной 0,45 на основании отечественных данных (Гюнтер, 1996), (В данном расчете предполагалось, что весь осадок сточных вод и избыточный активный ил, образующийся при биологической очистке сточных вод, направляется для дальнейшей обработки в метантенки. Коэффициент 0,45 учитывает эффективность сбраживания смеси осадка и избыточного активного ила в метантенках (около 43%) и ее последующего дображивания 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).

Таблица 8.10

Выбросы парниковых газов от очистки 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	2008	2009
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	6469	6449
Выброс CH_4 от очистки промышленных стоков																			
17257	15238	11872	9403	7204	8171	6656	6877	7389	9211	10654	11430	12121	12914	13781	14479	15223	15710	15959	15363
Выброс N_2O от фекальных стоков																			
5420	4656	3874	3856	3808	3764	3709	3756	3734	3655	3594	3683	3786	3822	3836	3930	3902	3957	4018	4046
Всего																			
30398	27516	23350	20522	18190	18999	17360	17533	17941	19547	20849	21596	22358	23183	23987	25009	25734	26198	26446	25857

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. 8.11) получены из публикаций Росстата (Российских статистический ежегодник, 1998, 2004-2009). Данные об обеспеченности городского и сельского жилого фонда канализацией (табл. 8.11) получены из сборников «Социальное положение и уровень жизни населения России» (Росстат, 2004-2009) 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 (табл. 8.12). 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 $БПК_5$/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 (BOD_{norm}) – 3 мг/л.

Выбросы, CO_2 и CH_4 учитываемые в секторе «Энергетика»

При обработке избыточного активного ила и осадка сточных вод в метантенках, оборудованных системами сжигания 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.AA.5A – Стационарное сжигание, прочие источники, не учтенные в других местах, биомасса). При оценке выбросов CO_2 использованы те же расчетные коэффициенты, что и для сжигания газового топлива в секторе «Энергетика» (плотность CH_4 0,67 кг/м^3, коэффициент перехода к условному топливу 1,154 т.у.т/1000 м^3, коэффициент перехода к единицам ТДж 29,9 ТДж/тыс. т.у.т., содержание углерода в топливе 15,30 т.С/ТДж, доля окисленного углерода 0,995, коэффициент перехода от С к CO_2, равный 44/12).

При расчете выбросов CH_4 использовано значение коэффициента эмиссии 5 кг/ТДж.

Таблица 8.11

Расчет численности населения России, пользующегося канализацией

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	103,8	103,7
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	38,2	38,2
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	87	87
Удельный вес общей площади, оборудованной канализацией в сельской местности,%																			
14[1)]	15[1)]	17[1)]	19	22	24	25	26	26	28	29	31	31	32	33	34	34	35	37	38
Численность населения РФ, пользующегося 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	104,4	104,7

[1)] Значения получены экстраполяцией

Таблица 8.12

Пропуск сточных вод ЖКХ через очистные сооружения, млн. м^3

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Пропуск сточных вод ЖКХ, всего																			
20148	22047	21951	21698	20123	20325	18573	18043	17215	16633	16251	16360	15666	15426	15138	14392	13838	13484	13036	12588
Пропуск сточных вод ЖКХ через очистные сооружения																			
16492	16813	16780	16290	15989	15622	14716	14705	14142	14000	14048	14001	13720	13488	13317	12749	12388	12288	12071	11649
в том числе на полную биологическую очистку																			
14843	15700	15746	15135	15053	14675	13600	13628	13027	13154	13207	13038	12850	12683	12576	12426	12146	12031	11843	11390
из них нормативно очищенных																			
-	-	8111	5742	5913	5551	4911	4877	4547	4103	4002	3865	3811	3990	3830	5544	5634	5399	5511	5313

Исходные данные для расчетов приведены выше. Величина годовых выбросов значительно уступает выбросам от других источников в секторах «Энергетика» и «Отходы». Для CO_2 в период 1990-2009 гг. она изменялась в пределах 264,4-323,7 Гг, для CH_4 составляла 0,50-0,61 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). Данные выбросы имеют такой же порядок величины, как и выбросы от метантенков

8.3.2 Фекальные сточные воды (6.B.1)

Методы расчета

Методика оценки выбросов и используемые коэффициенты соответствует методике МГЭИК и коэффициентам МГЭИК «по умолчанию», равным 0,16 кг N/кг протеинов для содержания азота (N) и 0,01 кг N_2O-N/кг фекальных стоков (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 2004-2009 гг., когда база данных ФАО перестала пополняться, ряд данных ФАО был продолжен на основе оценок с использованием динамического ряда данных Росстата по среднедушевому потреблению белков (табл. 8.13).

Рассчитанные величины выбросов N_2O приведены в таблице 8.1.

8.3.3 Промышленные сточные воды (6.B.1)

Методы расчета

Оценка эмиссии CH_4 при обработке промышленных сточных вод проводилась по аналогии с оценкой эмиссии метана при очистке коммунально-бытовых стоков. Содержание органических загрязнений в промышленных стоках рассчитывалось по химической потребности в кислороде (ХПК) сточных вод.

В соответствии с методикой МГЭИК, для расчета были выбраны отдельные виды промышленного производства из таблицы 5.4 (МГЭИК, 2000), наиболее характерные для развитых в Российской Федерации отраслей промышленности. Расчет выполнен для нефтеперерабатывающей, химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной, легкой и пищевой промышленности.

Для определения количества органического вещества, поступающего на очистные сооружения с промышленными сточными водами, был проведен расчет с использованием данных по умолчанию об объеме образования сточных вод от отдельных видов промышленного производства и концентрации ХПК в них из таблицы 5.4 (МГЭИК, 2000), а так же данных за период 1990-2009 года об объеме промышленного производства отдельных товаров в Российской Федерации (представлены в таблице 8.14).

Таблица 8.13

Потребление белков на душу населения в Российской Федерации, г/чел. в сутки

Год																			
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
По методике 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	97,0	98,4	99,1
По данным 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	72,8	73,3

[1)] для 1990-2003 гг. – данные ФАО, для 2004-2009 гг. – расчетные оценки

[2)] в среднем, на одного члена домохозяйства в сутки (по итогам обследования бюджетов домохозяйств)

Таблица 8.14

Объем отдельных видов промышленного производства

Год																			
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Пивоварение																			
Пиво, млн. дкл																			
336	333	279	247	218	213	208	261	336	445	516	638	703	755	838	910	1001	1147	1140	1091
в пересчете на тыс.т																			
3360	3330	2790	2470	2180	2130	2080	2610	3360	4450	5160	6380	7030	7550	8380	9100	10010	11470	11400	10910
Молочная продукция																			
Цельномолочная продукция (в пересчете на молоко), млн. т																			
20,8	18,6	9,8	8,4	7,2	5,6	5,3	5,2	5,6	5,6	6,2	6,7	7,7	8,5	9	9,7	10	10,5	10,3	10,9
Сыры жирные (включая брынзу), тыс. т																			
458	394	299	313	285	218	193	174	185	185	221	255	316	349	348	378	421	437	430	442
Масло животное, тыс. т																			
833	729	762	732	488	421	323	292	276	262	267	271	279	285	276	254	268	272	272	233
в пересчете на тыс. т																			
22091	19723	10861	9445	7973	6239	5816	5666	6061	6047	6688	7226	8295	9134	9624	10332	10689	11209	11002	11575
Рыбопереработка																			
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	3,1	3	3	3	3,4	3,5	3,8	3,7	3,9
в пересчете на тыс. т																			
4300	3700	3300	2800	2400	2400	2400	2400	2500	2600	3000	3100	3000	3000	3000	3400	3500	3800	3700	3900

Таблица 8.14 (продолжение)

Год																			
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Переработка мяса и птицы																			
Мясо, включая субпродукты 1 категории, тыс. т																			
6484	5700	4686	3970	3224	2370	1900	1510	1315	1113	1194	1284	1456	1677	1776	1857	2185	2561	2899	3380
Колбасные изделия, тыс. т																			
2283	2077	1547	1493	1545	1293	1296	1147	1113	948	1052	1224	1468	1700	1865	2014	2198	2411	2454	2238
Мясные полуфабрикаты, тыс. т																			
1075	873	390	393	352	268	255	226	219	198	244	338	409	599	772	987	1093	1254	1451	1538
Консервы мясные и мясорастительные, млн. условных банок																			
545	478	558	488	352	348	380	326	344	560	508	542	555	513	523	674	648	675	718	732
в пересчете на тыс. т																			
10034	8819	6820	6028	5245	4054	3585	2998	2768	2457	2669	3037	3529	4157	4598	5096	5705	6464	7057	7414
Краски																			
Лакокрасочные материалы, тыс. т																			
2338	1914	1241	936	618	579	526	537	500	537	575	628	606	597	698	721	829	991	959	811
Нефтепереработка																			
- первичная переработка нефти, млн.тонн/год																			
298	286	256	223	186	182	176	177	164	168	173	179	185	190	195	208	220	229	237	237
Итого, в пересчете на тыс. т																			
298000	286000	256000	223000	186000	182000	176000	177000	164000	168000	173000	179000	185000	190000	195000	208000	220000	229000	237000	237000
Пластмассы и смолы																			
Синтетические смолы и пластические массы, тыс. т																			
3258	2963	2544	2246	1669	1804	1411	1578	1618	2206	2576	2771	2922	3118	3304	3418	3773	4464	4375	4649
в пересчете на тыс. т																			
3258	2963	2544	2246	1669	1804	1411	1578	1618	2206	2576	2771	2922	3118	3304	3418	3773	4464	4375	4649

Таблица 8.14 (продолжение)

Год																			
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Целлюлоза и бумага																			
Бумага, тыс. т																			
5240	4765	3608	2884	2216	2773	2302	2226	2453	2968	3326	3442	3552	3682	3903	4001	4038	4084	4004	3937
Картон, включая бумагу для гофрирования, тыс. т																			
3085	2619	2157	1607	1196	1301	922	1114	1143	1579	1985	2225	2428	2696	2927	3125	3396	3498	3696	3458
в пересчете на тыс. т																			
8325	7384	5765	4491	3412	4074	3224	3340	3596	4547	5311	5667	5980	6378	6830	7126	7434	7582	7700	7395
Прохладительные напитки																			
Безалкогольные напитки, млн. дкл																			
288	228	79,1	77	67,6	84,7	114	144	215	189	214	273	321	360	415	484	549	598	571	548
в пересчете на тыс. тонн/год																			
2880	2280	791	770	676	847	1140	1440	2150	1890	2140	2730	3210	3600	4150	4840	5490	5980	5710	5480
Очистка сахара																			
Сахар-песок, тыс. т																			
3758	3425	3923	3918	2736	3155	3294	3778	4745	6808	6077	6590	6167	5841	4828	5600	5833	6112	5873	5023
Сахар-рафинад, тыс. т																			
1077	886	747	443	214	126	127	139	100	69	70,8	73,9	59,8	70,3	53,1	42,9	36,2	56,6	64,2	64,2
в пересчете на тыс. т																			
4835	4311	4670	4361	2950	3281	3421	3917	4845	6877	6148	6664	6227	5911	4881	5643	5869	6169	5937	5087

Таблица 8.14 (продолжение)

Год																			
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Текстиль (натуральный)																			
Ткани хлопчатобумажные, млн. кв.м																			
5624	5295	3292	2327	1529	1240	1023	1186	1080	1258	1822	2094	2264	2329	2149	2225	2222	2108	1915	1477
Ткани шерстяные, млн. кв.м																			
466	386	276	206	91,1	72,2	50,3	46,8	39,3	47,8	54,6	56,5	47,9	44,6	36	30,3	29	28,7	23,9	18,1
Ткани льняные и пенько-джутовые, млн. кв.м																			
603	497	415	316	162	133	116	107	69,2	90,4	113	125	143	157	160	122	124	101	97,9	46,8
Ткани шелковые, млн. кв.м																			
1051	947	731	596	246	198	139	134	111	146	178	176	141	145	139	126	136	141	114	91,3
Итого, в пересчете на тыс. тонн																			
946	862	568	410	244	198	160	177	156	184	258	293	313	322	298	299	299	282	256	193
Растительные масла																			
Масла растительные, тыс. т																			
1159	1165	994	1127	909	802	879	687	782	881	1375	1281	1197	1598	1895	2200	2755	2735	2485	3271
Овощи, фрукты и соки																			
Фрукты сушеные, т																			
2116	1100	3800	3400	300	640	385	309	125	149	238	159	126	22	2	1	512	1030	910	1076
Овощи свежемороженые, т																			
3299	5600	3100	2000	500	604	210	132	536	1860	1099	1424	1304	4669	12764	11613	8669	17420	13996	20264
Консервы овощные (включая все плодоовощные консервы и соки), млн.условных банок																			
3795	3115	2504	2236	1135	907	664	755	864	1045	1420	2232	3499	5000	5926	6686	8364	9900	10353	9441
в пересчете на тыс. т																			
1345	1106	891	795	401	321	235	267	306	371	503	789	1237	1770	2105	2372	2962	3513	3670	3354

Таблица 8.14 (продолжение)

Год																			
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Вина и уксус																			
Вина виноградные, млн. дкл																			
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	50,3	50,1
Вина плодовые, млн. дкл																			
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	3	3,4	3,9	4,2
Вина шампанские и игристые, млн. дкл																			
8,3	7,4	7,6	8,6	8,5	8,2	9,2	10	9,2	7,3	6,8	7,7	8,1	8,8	12,1	14,1	15,4	21,6	20,8	19,4
Коньяки, тыс дкл																			
5921	3688	1821	1652	1766	887	1156	925	1112	1400	1749	2056	2661	3533	3912	4512	6442	8060	9932	12646
Итого, в пересчете на тыс. т																			
899	763	517	426	399	319	281	284	267	311	354	407	467	520	593	533	722	844	849	863
Мыла и моющие средства																			
Синтетические моющие средства, тыс. тонн/год																			
876	695	532	441	344	334	313	306	253	386	436	470	522	551	639	714	839	807	892	844

Для расчета коэффициентов биологической очистки промышленных сточных вод были использованы данные об общем количестве сточных вод от отдельных отраслей промышленности, прошедших биологическую очистку и о количестве нормативно очищенных сточных вод, прошедших биологическую очистку. Полученные данные относились ко всем видам промышленного производства, соотвествующие рассматриваемым отраслям промышленности. Средневзвешенное значение коэффициента конверсии метана оценивалось по ограниченным литературным данным (Шеховцов, 1997).

Максимальный выход метана B_0 был принят по умолчанию 0,25 г CH_4/ г ХПК.

Доля ХПК, удаляемая с илистыми осадками, принимается равной 0.

Утилизация метана при очистке промышленных сточных вод в Российской Федерации не производится.

Проведенный расчет показывает, что в условиях России наибольшие эмиссии метана происходят при обработке сточных вод в целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности (табл. 8.15).

Исходные данные для расчета

Данные об объемах производства различных видов промышленной продукции получены из справочников Росстата (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004-2010).

При проведении расчетов выбросов парниковых газов из всей производимой промышленной продукции, объем которой учитывается в Российской Федерации, были выбраны только соотвествующие видам промышленного производства согласно методике МГЭИК (2000).

Нормы водоотведения и средние значения ХПК в сточных водах взяты по умолчанию из Руководства по эффективной практике (МГЭИК, 2000).

Перерасчеты

В 2011 был выполнен перерасчет выбросов CH_4 за период 1990-2008 годов от промышленных сточных вод в связи с уточнением эффективности работы систем очистки сточных вод в части улавливания ХПК.

В связи с уточнениями, внесенными Росстататом в 2010 и 2011 годах, были изменены исходные данные за 1991-1994 и 2008 гг. по объему производства пластмасс и смол, за 1998 г. – по объему переработки мяса и птицы, а за 1999 г. – по объему нефтепереработки; что привело к пересчету выбросов за соотвествующие годы. В результате пересчетов ежегодная эмиссия CH_4 от промышленных сточных вод в период 1990-2008 гг. незначительно уменьщилась.

8.3.4 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования

Применялись стандартные процедуры контроля качества исходных данных (включая сопоставление данных, полученных из разных источников) и контроля результатов.

Планируется провести уточнение среднего содержания БПК в нормативно очищенных сточных водах.

Будет продолжен сбор данных для уточнения доли систем очистки сточных вод, использующих анаэробное сбраживание осадка (в метантенках), в общем количестве систем биологической очистки, а также для уточнения доли метантенков, оборудованных системами сжигания выделяющегося биогаза в общем количестве метантенков.

Для фекальных сточных вод будет выясняться возможность построения однородного ряда исходных данных по среднедушевому потреблению протеинов населением с продуктами питания.

Таблица 8.15

Оценка выбросов CH_4 при очистке промышленных сточных вод основных отраслей промышленности, Гг CO_2-экв

Год																			
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Нефтеперерабатывающая промышленность (нефтепереработка)																			
306	294	263	229	197	163	188	191	178	184	191	196	205	204	209	223	236	246	254	254
Химическая и нефтехимическая промышленность (краски, пластмассы и смолы, мыла и моющие средства)																			
107	88	59	46	32	30	26	27	25	28	30	34	33	33	38	39	45	53	52	47
Целлюлозно-бумажная промышленность (целлюлоза и бумага)																			
14759	13091	10220	7962	6064	7166	5673	5880	6333	8011	9360	9976	10523	11199	11993	12513	13054	13314	13521	12985
Легкая промышленность (натуральный текстиль)																			
186	170	112	81	48	39	32	36	31	37	53	60	64	62	58	58	58	54	49	37
Пищевая промышленность (пивоварение, молочная продукция, рыбопереработка, переработка мяса и птицы, прохладительные напитки, очистка сахара, растительные масла, овощи, фрукты, соки и вина)																			
1899	1673	1268	1123	888	772	737	744	824	950	1020	1165	1296	1415	1483	1646	1830	2043	2083	2039

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. Быков Д.Е., Рюмина Н.В., Дегтерев С.Н. и др. Перспективы изменения состава ТБО в городах. Экология и промышленность России, 2007, №6, с.30-31.
4. 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.
5. 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.
6. Гринин А.С., Новиков В.А. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация и переработка. М., ФАИР-ПРЕСС, 2002. 336 с.
7. Гурвич В.И., Лившиц А.Б. Свалочный газ: перспективы добычи и утилизации. ТБО, N8, 2006 с. 4 – 9.
8. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки. М., Стройиздат, 1991. 128 с.
9. 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» М., 1996.
10. Зайцев В. Эко-бюллетень ИНЭКА, 2004.
11. МГЭИК (1996). Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996.
12. МГЭИК (2000). Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. 2000.
13. МГЭИК (2006). Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. 2006.
14. 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.
15. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод МДКЗ-01.2001
16. Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Экология и промышленность России, 1997, №3, с. 41 - 43.
17. Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И., Корецкий В.Е. Коммунальная экология. Энциклопедический справочник. М., Прима-Пресс Экспо, 2007, 806 с.
18. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2001, 229 с.
19. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2006, 493 с.
20. Пурим В.Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. М., Энергоатомиздат, 2002. 112 с.
21. Промышленность России. Росстат, 2010.
22. Российский статистический ежегодник, Росстат, 1998.
23. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2004.
24. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2005.
25. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2006.
26. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2007.
27. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2010.
28. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Минздрав, 2000

29. СНиП 1.04.03-85 1986 Канализация. Наружные сети и сооружения Госстрой СССР, М
30. Состояние системы санитарной очистки города. Ассоциация мусорщиков Москвы, www.mosmusor.ru.
31. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2004.
32. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2006.
33. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2007.
34. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2008.
35. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2009.
36. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2010.
37. Сперанская О., Цитцер О. Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России. М., 2004.
38. Третье национальное сообщение Российской Федерации представленное в соответствии со статьями 4 и 12 рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата. М., 2002.
39. Ульянов В. О существующих методах обезвреживания твердых бытовых отходов. Экологический бюллетень «Чистая земля», Владимир, Спец. выпуск № 1, 1997, с 22-27.
40. FAO **(**Продовольственная и сельскохозяйственная организация Организации Объединенных Наций**).** База статистических данных FAOSTAT - http://faostat.fao.org. 1990-2004.
41. Шеховцов А.А., Жильцов Е.В., Чижов 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 отчете[23] и предварительных выводов Группы экспертов по рассмотрению национального кадастра, представленного в 2010 г.

– Исправление обнаруженных в процессе внутреннего и внешнего рецензирования кадастра ошибок в расчетах выбросов и абсорбции парниковых газов, заполнении таблиц ОФД и тексте доклада о кадастре.

В зависимости от конкретной категории источников или поглотителей парниковых газов, пересчеты выполнялись либо для всего ряда оценок за период 1990-2008 гг., либо для отдельных лет. Особое внимание отводилось оценкам за последний год, для которого выполнялись оценки в предыдущем кадастре (Национальный…, 2010). Данные о влиянии произведенных пересчетов на уровень и тенденцию (тренд) выбросов и абсорбции парниковых газов приведены в таблицах 9.1 и 9.2. Влияние пересчетов оценивалось путем сравнения текущей версии кадастра (таблицы ОФД версии 2011-v1.1) с последней версией кадастра 2010 года, представленной Группе экспертов по рассмотрению 13 ноября 2010 г. (таблицы ОФД версии 2010-v3.1). Более детальные данные по влиянию пересчетов содержатся непосредственно в таблицах ОФД.

Следует отметить, что выполнение пересчетов и усовершенствований, связанных с учетом некоторых рекомендаций Группы экспертов требует использования довольно значительных человеческих и финансовых ресурсов и занимает значительное время. Учет таких рекомендаций будет осуществляться при подготовке последующих национальных кадастров.

Таблица 9.1

Изменение величины выбросов парниковых газов в 1990 и 2008 гг. в результате выполнения пересчетов (%)

Парниковый газ	Год			
	1990		2008	
	Влияние на выброс без учета ЗИЗЛХ[1)]	Влияние на выброс с учетом ЗИЗЛХ[1)]	Влияние на выброс без учета ЗИЗЛХ[1)]	Влияние на выброс с учетом ЗИЗЛХ[1)]
CO_2	1,06	1,04	2,47	3,37
CH_4	-0,12	-0,12	-0,77	-1,06
N_2O	-0,49	-0,48	-0,42	-0,58
Гидрофторуглероды (ГФУ)	0,40	0,39	0,09	0,13
Перфторуглероды (ПФУ)	0,22	0,21	-0,02	-0,02
Гексафторид серы (SF_6)	0,03	0,03	0,01	0,02
Совокупный выброс всех парниковых газов	0,60	1,08	-0,70	1,89

[1)] Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство

[23] Документ РКИК ООН FCCC/ARR/2006/RUS. Report of the individual review of the greenhouse gas inventory of the Russian Federation submitted in 2009. 28 January 2010.

Таблица 9.2

Изменение величины тренда выбросов парниковых газов за период 1990-2008 гг. в результате выполнения пересчетов (%)

	Период
	1990-2008 гг.
С учетом ЗИЗЛХ[1)]	0,36
Без учета ЗИЗЛХ[1)]	3,28

[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. 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, 2010. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2008 гг.
2. МГЭИК, 2000. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов.
3. МГЭИК, 2003. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов.

10. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ СОГЛАСНО ПУНКТУ 1 СТАТЬИ 7 КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА

10.1 Информация о российской системе оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов

В 2006 г., в соответствии с требованиями Киотского протокола были созданы российская система оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов[24] и российский реестр углеродных единиц[25]. Описание системы оценки содержится в разделе 1 настоящего доклада. Изменения в организации и функционировании российской системы в 2010 г. не производились, однако в ноябре 2010 г. Росгидрометом было проведено межведомственное совещание по совершенствоанию системы. Сведения об изменениях, произведенных после 2010 г., включая информацию о выполнении рекомендаций совещания, будут приведены в следующих национальных докладах о кадастре.

10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2010 году

В соответствии с обязательствами Российской Федерации согласно Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу к Рамочной конвенции ООН об изменении климата и решению Конференции Сторон 15/CMP.1 «каждая Сторона, включенная в приложение I, с учетом пункта 3 статьи 7 Киотского протокола и потребностей рассмотрения согласно статье 8 Киотского протокола начинает представлять информацию согласно пункту 1 статьи 7 Киотского протокола с кадастра, подлежащего представлению согласно Конвенции за первый год периода действия обязательств после вступления в силу Протокола для этой Стороны, но может начать на добровольной основе представление этой информации с года, следующего за сообщением информации, упомянутой в пункте 6 приложения к решению 13/CMP.1», в т.ч. ежегодно представлять годовой кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, включая национальный доклад о кадастре.

Документом «Руководящие принципы для подготовки информации, требуемой согласно статье 7 Киотского протокола» каждой Стороне Киотского протокола, включенной в приложение I, предписывается готовить кадастр антропогенных вопросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, в соответствии с пунктом 2 статьи 5 Киотского протокола и представлять в соответствии с решениями Конференции Сторон, действующей в качестве совещания Сторон Киотского протокола (КС/СС), с учетом любых соответствующих решений Конференции Сторон (КС), необходимую дополнительную информацию, требуемую в соответствии с указанными руководящими принципами для целей обеспечения соблюдения статьи 3 Киотского протокола.

[24] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. № 278-р.
[25] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 215-р.

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

10.2.1.1 Информация о ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и ЕА из своего национального реестра за 2010 год в стандартной электронной форме

Информация о ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и ЕА за 2010 год, подготовленная администратором российского реестра углеродных единиц в стандартной электронной форме в соответствии с решением Конференции Сторон 14/CMP.1, представлена в РКИК ООН в электронном формате. Заполненные таблицы с информацией о единицах в Реестре за 2010 год приведены в приложении 6 к настоящему докладу.

10.2.1.2 Информация о любых расхождениях, выявленных с помощью регистрационного журнала операций, согласно пункту 43 приложения к решению 13/CMP.1 и пункту 54 приложения к решению 5/CMP.1

В 2010 году расхождений с международным регистрационным журналом операций выявлено не было.

10.2.1.3 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/CMP.1

Российская Федерация не получала в 2010 году уведомлений от Исполнительного совета механизма чистого развития (МЧР) на осуществление замены дССВ в соответствии с пунктом 49 приложения к решению 5/CMP.1.

10.2.1.4 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/CMP.1

Российская Федерация не получала в 2010 году уведомлений от Исполнительного совета механизма чистого развития (МЧР) на осуществление замены дССВ в соответствии с пунктом 50 приложения к решению 5/CMP.1.

10.2.1.5 Информация о любой выявленной регистрационным журналом операций записи о том, что замена не была произведена, в соответствии с пунктом 56 приложения к решению 5/CMP.1

Международный регистрационный журнал операций не выявил в 2010 году ни одной записи о том, что замена не была произведена, в соответствии с пунктом 56 приложения к решению 5/CMP.1.

10.2.1.6 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/CMP.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/CMP.1 единиц, т.к. никаких расхождений в 2010 году зарегистрировано не было.

10.2.1.7 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 2010 году проблем, которые привели или могли бы привести к расхождениям.

10.2.1.8 Общедоступная информация

Общедоступная информация публикуется на сайте российского реестра углеродных единиц http://www.carbonunitsregistry.ru.

10.2.1.9 Расчет резерва Российской Федерации на период действия обязательств, произведенный в соответствии с приложением к решению 18/CP.7

По данным кадастра объем выбросов парниковых газов за 2009 год (без учета ЗИЗЛХ) составляет 2 159 270 180 т. CO_2-экв. Пятикратное значение указанной величины составляет 2 159 270 180 * 5 = 10 796 350 900 т. CO_2-экв. Таким образом, резерв Российской Федерации на первый период действия обязательств Киотского протокола составляет 10 796 350 900 т. CO_2-экв.

10.2.2 Деятельность российского реестра углеродных единиц в 2010 году

В 2010 году в российском реестре углеродных единиц производилась установка незначительных обновлений и регулярное тестирование программного обеспечения для целей ведения Реестра Seringas™, разработанного государственным учреждением Франции «Депозитарная касса Франции». Перед установкой новых версий и обновлений (патчей) Seringas™ на производственную платформу каждое обновление тестировалось на тестовой платформе.

В 2010 году осуществлялось ведение официального сайта российского реестра и наполнение его новой информацией. Были добавлены данные о единицах по Киотскому протоколу в российском реестре углеродных единиц в 2009 году, представленные в стандартной электронной форме (SEF) в соответствии с решением Конференции Сторон 14/CMP.1, а также данные об отсутствии расхождений с МРЖО, уведомлениях МРЖО и отсутствии ошибок в российском реестре углеродных единиц в 2009 году, представленные в формате отчета для SIAR. Оперативно публиковалась информация о состоянии счетов и авуаров в Реестре после завершения транзакций.

С 21 октября 2010 года после уплаты взносов на нужды МРЖО производственная платформа российского реестра углеродных единиц была подключена к МРЖО, и Реестр перешел в режим полного функционирования.

В декабре 2010 года в Реестре были открыты счета для юридического лица, осуществлены первые внутренние переводы, а затем успешно выполнены транзакции по конвертации ЕУК в ЕСВ и международному переводу ЕСВ из российского реестра.

В 2010 году осуществлялось ежедневное резервное копирование и ежемесячное архивирование базы данных Реестра.

10.2.2.1 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	Кедрова 8 к. 1
Индекс	117292
Город	Москва
Страна	Российская Федерация
Директор	Климанов Сергей Александрович
Тел.	+7 (495) 718-05-33
Факс	+7 (499) 125-55-59
E-mail	Klimanov@ecoinfo.ru
Контактная персона	Уледова Надежда Владимировна
Тел.	+7 (495) 718-05-33
Факс	+7 (499) 125-55-59
E-mail	Uledova@ecoinfo.ru

10.2.2.2 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.

10.2.2.3 Описание структуры и емкости базы данных национального реестра

В Российской Федерации функционирует программно-аппаратный комплекс российского реестра углеродных единиц, соответствующий требованиям, предусмотренным техническими стандартами, определенными в приложении к решению 24/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 Seringas™ (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 Seringas™.

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.

10.2.2.4 Описание того, как национальный реестр соблюдает технические стандарты для обмена данными между системами реестров для целей обеспечения точного, транспарентного и эффективного обмена данными между национальными реестрами, реестром механизма чистого развития и регистрационным журналом операций (пункт 1 решения 19/CP.7)

Архитектура российского реестра углеродных единиц и использование программного продукта Seringas™ 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 Seringas™ v.4.3.0.

10.2.2.5 Описание процедур, используемых в национальном реестре для сведения к минимуму расхождений в сведениях о вводе в обращение, передаче, приобретении, аннулировании и изъятии из обращения ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и/или ЕА и замены вССВ и дССВ, а также шагов, предпринимаемых в целях прекращения операций, в случае получения уведомления о расхождении, и в целях устранения проблем в случае невозможности прекратить операцию

Для целей сведения к минимуму расхождений в сведениях о вводе в обращение, передаче, приобретении, аннулировании и изъятии из обращения ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и/или ЕА и замены вССВ и дССВ, а также шагов, предпринимаемых в целях прекращения операций, в случае получения уведомления о расхождении, и в целях устранения проблем в случае невозможности прекратить операцию в российском реестре углеродных единиц применяются следующие процедуры:

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 реализовывается 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 Seringas™ (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 данный реестра.

10.2.2.6 Обзор мер безопасности, используемых в национальном реестре в целях предотвращения несанкционированных манипуляций и предотвращения ошибок оператора, а также информации о том, каким образом обеспечивается актуализация этих мер

Безопасность в Реестре обеспечивается на нескольких уровнях:

Физическая безопасность серверов: доступ в помещение, где расположены серверы, ограничен и физически защищен, в т.ч. с применением охранно-пожарных систем (в т.ч. 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:

– Администратор реестра;
– Технический администратор реестра;
– Оператор реестра.

10.2.2.7 Перечень общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра

В соответствии с пунктом 44 решения 13/CMP.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:

1. Информация для каждого номера счета в реестре (пункт 45 решения 13/CMP.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/CMP.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/CMP.1 Конференции Сторон).
4. Список юридических лиц, уполномоченных Стороной владеть ЕСВ, ССВ, ЕУК и/или ЕА под ее ответственность (пункт 48 решения 13/CMP.1 Конференции Сторон).

На главной странице (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).

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:

a) название счета: владелец счета;

b) вид счета: вид счета (текущий счет, счет аннулирования или счет изъятия из обращения);

c) период действия обязательств: период действия обязательств, в отношении которого осуществляется аннулирование или изъятие из обращения;

d) 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;

e) 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/CMP.1 Конференции Сторон):

a) название проекта: собственное название проекта;

b) место осуществления проекта: Сторона и город или район осуществления проекта;

c) годы введения в обращение ЕСВ: годы, в которые были введены в обращение ЕСВ в результате проекта согласно статье 6;

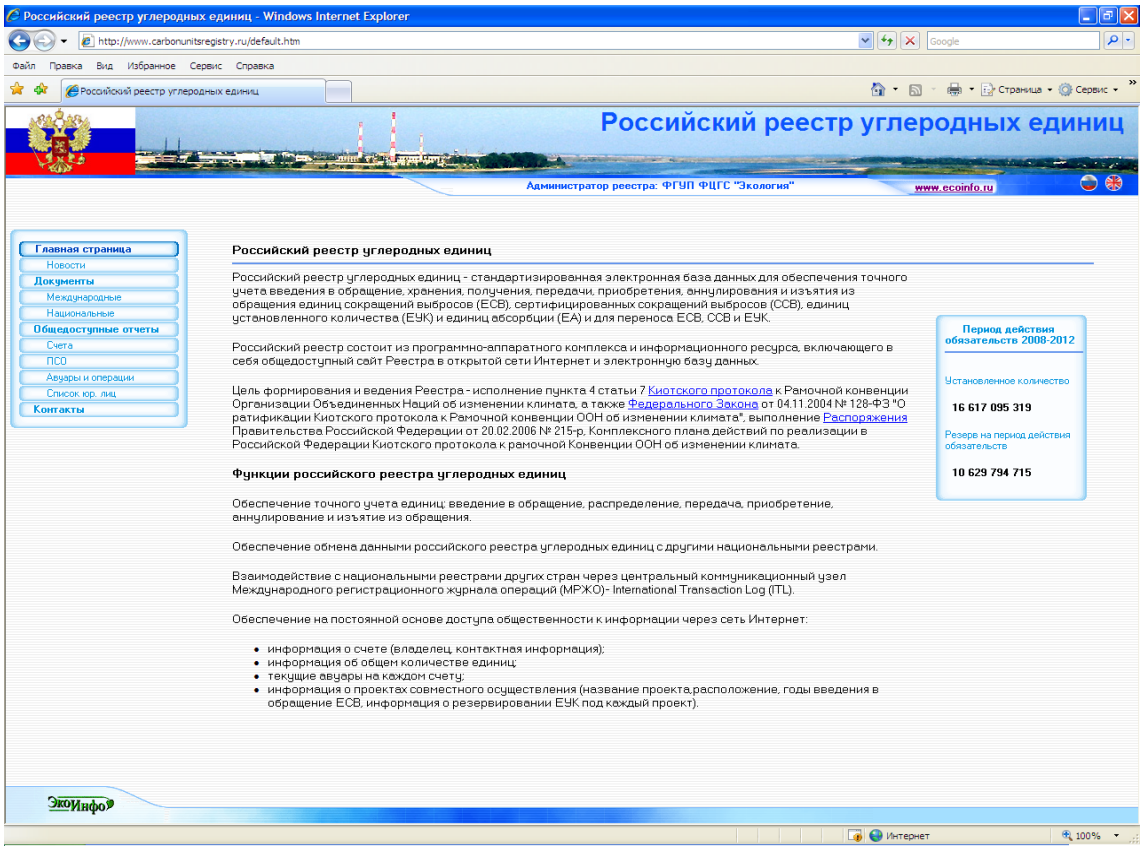


Рис. 10.1. Главная страница сайта Российского Реестра углеродных единиц

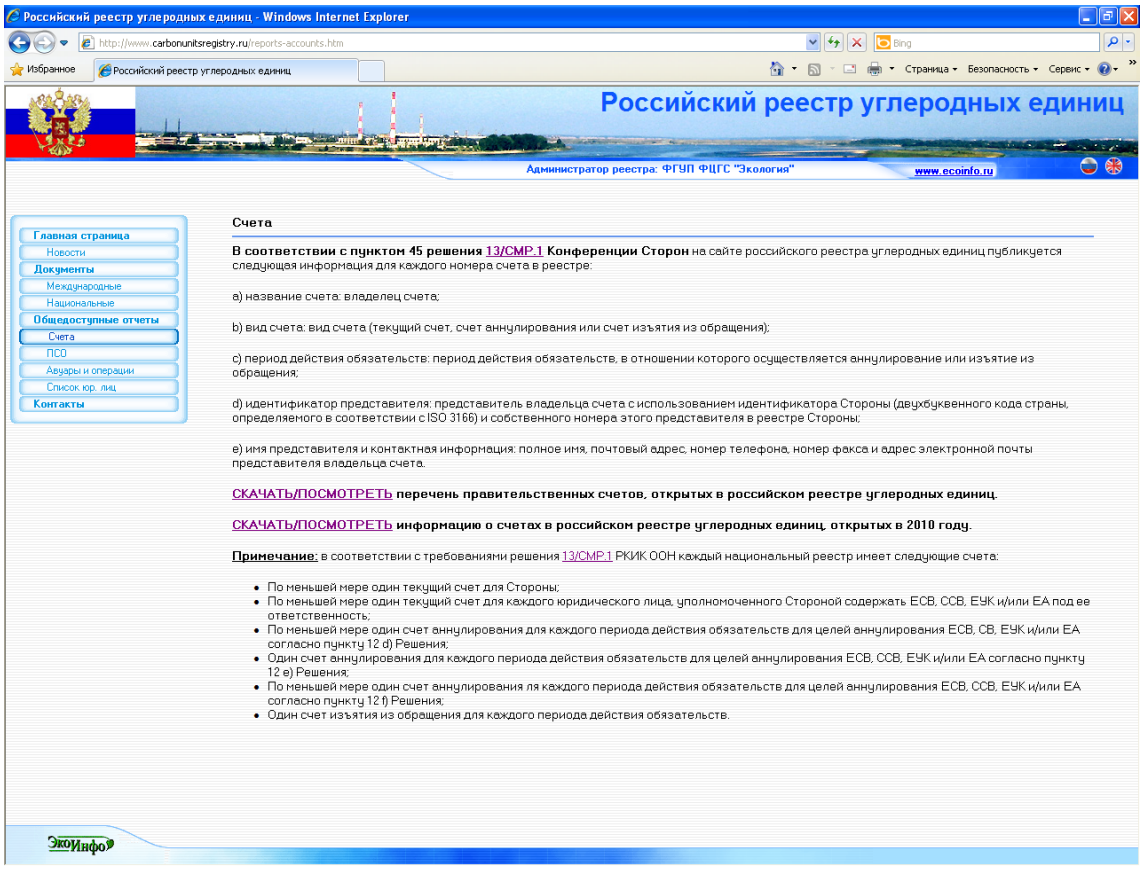


Рис. 10.2. Подраздел «Счета»

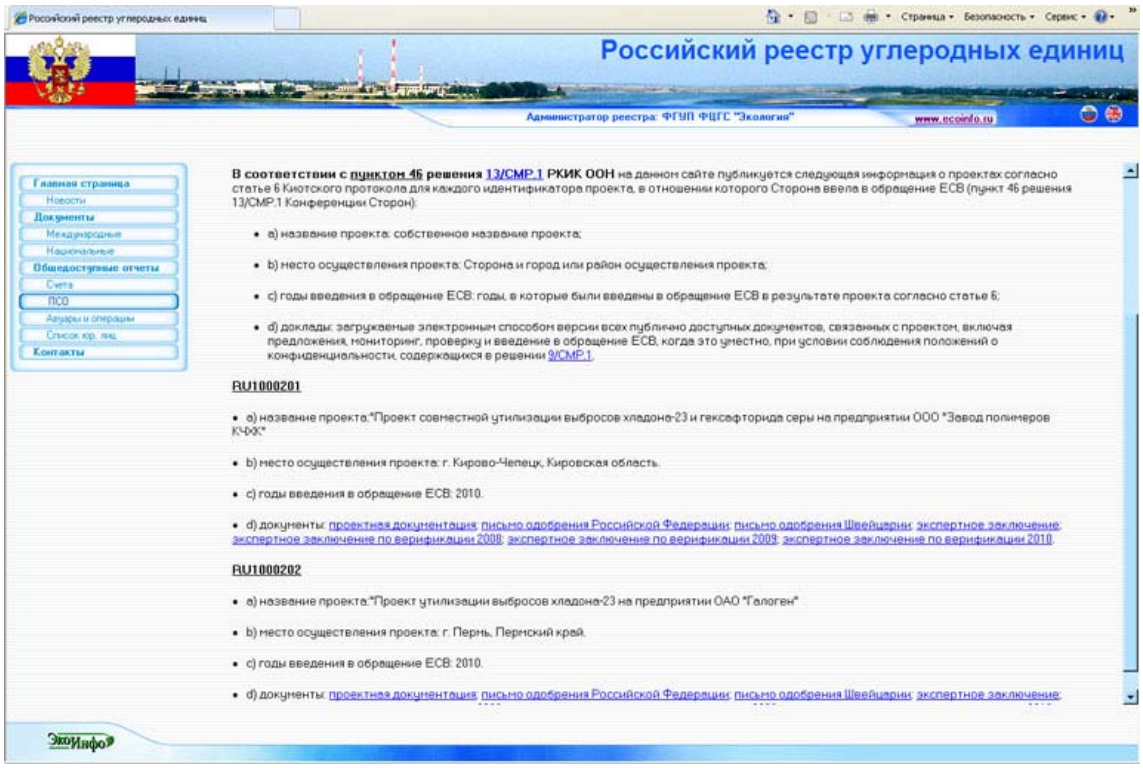


Рис. 10.3. Подраздел «ПСО»

d) 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/CMP.1.

Информация о проектах совместного осуществления публикуется на сайте российского реестра углеродных единиц после утверждения перечня проектов и направления Министерством экономического развития Российской Федерации в российский реестр углеродных единиц сведений о проектах, информацию о которых необходимо разместить на сайте российского реестра.

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):

a) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА на каждом счете по состоянию на начало года;

b) общее количество ЕУК, введенных в обращение на основе установленного количества во исполнение пунктов 7 и 8 статьи 3;

c) общее количество ЕСВ, введенных в обращение на основе проектов по статье 6;

d) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, приобретенных из других реестров с указанием передавших счетов и реестров;

e) общее количество ЕА, введенных в обращение на основе каждого вида деятельности согласно пунктам 3 и 4 статьи 3;

f) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, переданных в другие реестры с указанием счетов и реестров приобретения;

g) 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;

i) общее количество других аннулированных ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;

j) общее количество изъятых из обращения ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;

k) общее количество ЕСВ, ССВ и ЕУК, перенесенных с предыдущего периода действия обязательств;

l) текущие авуары ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА на каждом счете.

В подразделе «Список юр. лиц» (рис. 10.5) публикуется список юридических лиц, уполномоченных Стороной владеть ЕСВ, ССВ, ЕУК и/или ЕА под ее ответственность.

10.2.2.8 Интернет-адрес интерфейса ее национального реестра

Российский реестр углеродных единиц доступен по адресу:
http://www.carbonunitsregistry.ru

10.2.2.9 Описание принятых мер по обеспечению защиты, ведения и восстановления данных с целью обеспечения целостности хранимых данных и восстановления сервисов реестра в случае аварии

Каждая операция в Реестре записывается в журналы на уровне веб-сервера, сервера баз данных (журналы действий пользователей, журналы выполнения операций, журналы обмена данными и др.).

Установленным программным обеспечением Seringas (программный модуль AGENT) производится регистрация обмена данными между Реестром и МРЖО. Регистрируются все SOAP-сообщения в формате XML. Программный модуль AGENT имеет встроенные средства для просмотра этих сообщений.

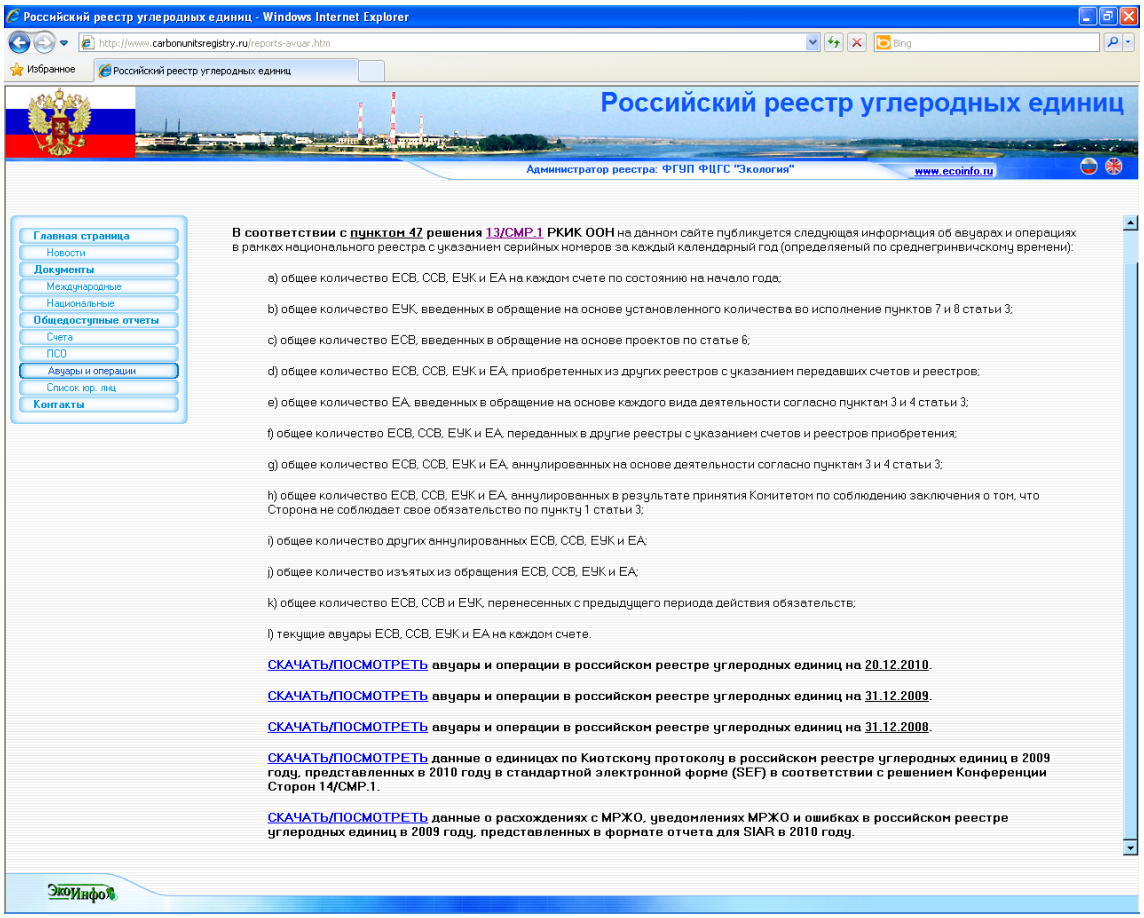


Рис. 10.4. Подраздел «Авуары и операции»

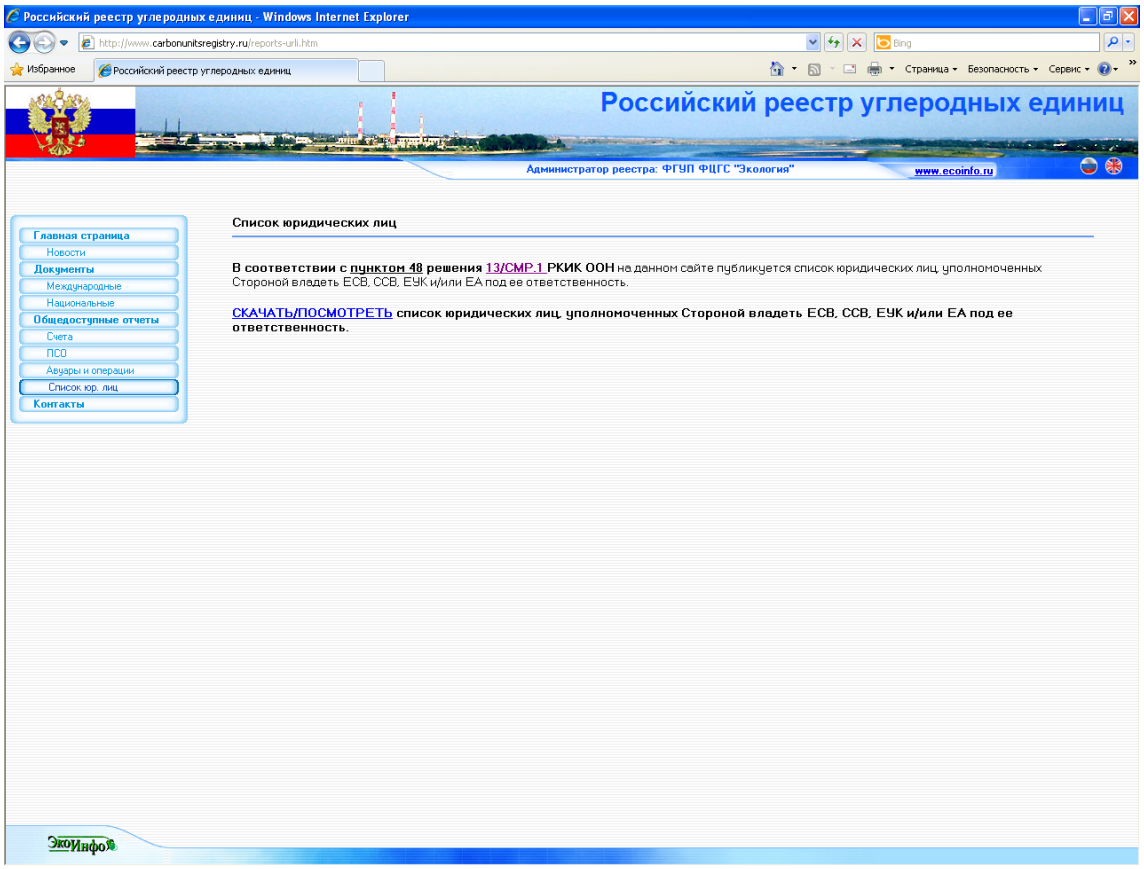


Рис. 10.5. Подраздел «Список юридических лиц»

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.

Главным звеном запасной платформы реестра является два сервера типа Proliant DL380, идентичные серверам основной производственной платформы реестра.

10.2.2.10 Результаты любых процедур проверки, которые могут существовать или разрабатываться с целью проверки эффективности, процедур и мер безопасности национального реестра в соответствии с положениями решения 19/CP.7, касающегося технических стандартов обмена данными между системами реестров

В 2010 году продолжалось регулярное тестирование обновлений (патчей) программного обеспечения SeringasTM. Все тестирования осуществлялись на тестовой платформе.

10.2.3 Изменения в российском реестре углеродных единиц

В соответствии с пунктом 22 приложения к решению Конференции Сторон 15/CMP.1 в таблице 10.1 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/CMP.1.

10.2.4 Рекомендации, выданные реестру в рамках предыдущей оценки

В рамках оценки российского реестра в 2010 году была дана рекомендация по представлению информации о реестре в составе национального доклада о кадастре в том числе на английском языке. Перевод информации о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2010 году на английский язык приведен в приложении 7.

Таблица 10.1

Изменения в национальном реестре Российской Федерации

a.	Имя/фамилия администратора реестра, назначенного Стороной для ведения национального реестра, и контактная информацию	Изменений не было
b.	Названия других Сторон, с которыми данная Сторона 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/CP.7)	Изменений не было
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	Изменений не было
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	Изменений не было
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/CP.7, касающегося технических стандартов обмена данными между системами реестров	Изменений не было

10.3 Расчет резерва периода выполнения обязательств Киотского протокола

По данным кадастра, объем выбросов парниковых газов за 2009 год (без учета выбросов и абсорбции в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство») составляет 2 111 500 614 т. CO_2-экв. Пятикратное значение указанной величины равно 10 557 503 070 т. CO_2-экв. Таким образом, резерв Российской Федерации на первый период действия обязательств Киотского протокола составляет 10 557 503 070 т. CO_2-экв.

10.4 Дополнительная информация о деятельности в области землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства согласно статьям 3.3. и 3.4

10.4.1 Общая информация

10.4.1.1 Определение леса

В Национальном докладе об установленном количестве выбросов Российской Федерации (2008) установлено, что лес – сообщество деревьев и кустарников, которое в возрасте спелости имеет минимальную полноту 0,3 (эквивалент сомкнутости крон 18%), минимальную высоту деревьев 5,0 м, минимальную площадь 1,0 га и минимальную ширину 20,0 м (табл. 10.2).

Это определение леса будет неизменным в течение первого периода действия обязательств Российской Федерации по Киотскому протоколу. На его основе должны представляться отчетные данные о ходе выполнения национальных обязательств по Киотскому протоколу в части осуществления антропогенной деятельности согласно пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола.

В Российской Федерации вместо сомкнутости крон в качестве нормативной характеристики лесного покрова используется полнота (Инструкция по проведению лесоустройства…, 1995; Инструкция о порядке ведения…, 1997). При предоставлении информации в международные организации, в частности, ФАО, осуществляется пересчет нормативных значений полноты в величины сомкнутости крон. При предоставлении информации в ФАО (Global Forest Resources Assessment, 2005) было использовано минимальное значение полноты для молодняков (0,4), эквивалентное величине 25% сомкнутости крон согласно уравнению (1) как более строгое ограничение площади лесного покрова.

При государственных учетах лесного фонда в России в состав покрытых лесной растительностью земель включают лесные насаждения с преобладанием древесных и кустарниковых пород с полнотой 0,3 и выше (для молодняков 0,4 и выше) и минимальной площадью от 1 га и более. В отчетности по пункту 4 статьи 3 Киотского протокола исключены покрытые кустарниковой растительностью земли, поскольку они не соответствуют принятому определению леса. С этим связано отличие оценок стоков и выбросов парниковых газов по киотской отчетности от результатов, приведенных в национальном докладе Российской Федерации о кадастре парниковых газов.

Таблица 10.2

Выбранные Российской Федерацией значения параметров для определения понятия «лес» для отчетности по статьям 3.3. и 3.4 Киотского протокола

Параметр	Рекомендованный диапазон	Выбранное значение
Минимальная площадь	0,05-1 га	1 га
Минимальная сомкнутость крон	10-30 %	18 %
Минимальная высота	2-5 м	5 м

10.4.1.2 Избранные виды деятельности согласно статье 3.4

Для представления отчетности по пункту 4 статьи 3 Киотского протокола Российской Федерацией выбран один вид деятельности – управление лесным хозяйством.

Российская Федерация намерена проводить учет данных об антропогенных выбросах и абсорбции парниковых газов в результате управления лесным хозяйством (пункт 4 статьи 3 Киотского протокола) на ежегодной основе.

10.4.1.3 Описание того, как определение каждого вида деятельности согласно статье 3.3 и каждого выбранного вида деятельности согласно статье 3.4 применялись и использовались на последовательной основе с течением времени

Облесение – прямая антропогенная конверсия земли, которая не была покрыта лесом, по крайней мере, в течение 50 лет, в лесные земли путем посева семян, посадкой сеянцев или естественным путем. Понятию «облесение» в отечественной практике соответствует защитное лесоразведение на землях сельскохозяйственного назначения. Защитное лесоразведение определяется как комплекс мероприятий по искусственному созданию лесных насаждений для защиты сельскохозяйственных угодий от неблагоприятных природных явлений и техногенных воздействий, улучшения климатических и гидрологических условий и повышения общей биологической продуктивности территории. При защитном лесоразведении создаются лесные насаждения различных типов на землях, в течение долгого времени имевших сельскохозяйственное назначение и, как правило, располагающихся в малолесных и нелесных природных зонах (лесостепная, степная, полупустынная).

Правила лесоразведения утверждены приказом МПР РФ от 8 июня 2007 № 149. Согласно этим правилам процесс создания и выращивания лесных насаждений в целях лесоразведения включает:

– определение местоположения и площади земельных участков, предназначенных для лесоразведения;
– предварительную подготовку земельного участка для последующего выполнения работ по созданию лесных насаждений;
– обработку почвы;
– определение оптимального состава древесных и кустарниковых пород в создаваемых лесных насаждениях, размещения и количества посадочных или посевных мест;
– посадку или посев древесных и кустарниковых растений;
– уход за высаженными растениями или их всходами (при посеве).

Уход за высаженными лесными растениями или их всходами (при посеве) осуществляется агротехническими (агротехнический уход) и лесоводственными способами (лесоводственный уход). Агротехнический уход осуществляется, как правило, до смыкания крон деревьев и кустарников и обеспечивается путем:

– ручной оправки растений от завала травой и почвой, заноса песком, размыва и выдувания почвы, выжимания морозом;
– рыхления почвы с одновременным механическим уничтожением травянистой растительности;
– уничтожения травянистой растительности химическими средствами;
– дополнения (посадки деревьев вместо погибших растений).

Работы по облесению считаются завершенными, если созданные лесные насаждения соответствуют критериям, установленным проектом лесоразведения.

Обезлесение – прямая антропогенная деятельность человека по преобразованию лесов в обезлесенные участки. Обезлесение в РФ соответствует деятельности по переводу лесных земель в нелесные или по изъятию земель из состава лесного фонда, сопровождающуюся сведением лесов. Перевод лесных земель в нелесные или их изъятие из состава лесного фонда, как правило, определяется нуждами развития иных, чем лесное хозяйство, отраслей экономики. Лесные земли могут переводиться в нелесные в целях освоения месторождений полезных ископаемых, строительства промышленных объектов и других зданий и сооружений, прокладки линий электропередач, трубопроводов и другой деятельности. При

оценке площадей обезлесения были использованы статистические данные о строительстве объектов инфраструктуры, предоставленные Росстатом.

Согласно решению 16/CMP.1, лесовозобновление определяется как непосредственная антропогенная деятельность по преобразованию в леса (теми же методами, что и при облесении) участков земель, которые ранее были лесами, но затем были преобразованы в безлесные, и на них не было леса по состоянию на 31 декабря 1989 года. Лесовозобновление следует рассматривать как деятельность по конверсии прочих категорий земель в лесной фонд и по переводу земель в пределах лесного фонда из нелесных в лесные начиная с 1990 года. Деятельность по переводу в лесной фонд осуществляется по отношению к сельскохозяйственным землям, вышедшим из оборота и расположенным в лесных природных зонах, землям, подвергающимся лесной рекультивации после истощения запасов добываемых полезных ископаемых и т. д. Как правило, на землях, передаваемых в лесной фонд уже произошло возобновление за счет естественного зарастания безлесных угодий мелколиственными породами. Кроме того, лесовосстановление осуществляют при помощи посева или посадки. Меры искусственного лесовосстановления в некоторых случаях применяются к нелесным землям лесного фонда, после чего эти площади переводятся в лесные земли. В настоящем национальном докладе о кадастре парниковых газов лесовозобновление включено в отчетность по лесоуправлению.

Управление лесным хозяйством – это ведение лесного хозяйства и использование лесов и лесных земель с целью сохранения их биологического разнообразия, продуктивности, способности к восстановлению, жизнеспособности и возможности выполнять в настоящем и будущем важные экологические, экономические и социальные функции. 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 уходы 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.

Как управляемые леса, охваченные пунктом 4 статьи 3 Киотского протокола, дифференцируются от остальных лесов в статистике земель

Российская Федерация, добровольно выбравшая лесоуправление в рамках пункта 4 статьи 3 Киотского протокола, определила площадь управляемых лесов (начиная с 1990 года), исключая площади, охваченные пунктом 3 статьи 3 Киотского протокола, а также учитывает все изменения запасов углерода в управляемых лесах, включая вызванные естественными нарушениями (лесными пожарами, вредными насекомыми и болезнями леса и т.д.).

Подходы к выделению управляемых лесов рассматривались на функционировавшей в 2004-2005 гг. Рабочей группе Рослесхоза по системе учета эмиссии и абсорбции парниковых газов в лесах в рамках Киотского протокола. Согласно решению рабочей группы Рослесхоза в состав управляемых лесов не включаются резервные леса. Практическое выделение управляемых лесов осуществлено по данным последовательных государственных учетов лесного фонда 1988, 1993, 1998-2007 гг. и государственного лесного реестра 2008-2009 гг., в которых отдельно для защитных, эксплуатационных и резервных лесов приведены статистические данные по площадям лесных земель, включающих покрытые и непокрытые лесной растительностью территории, площадям нелесных земель, площадям и запасам лесных насаждений по преобладающим породам и группам возраста. Из отчетности по пункту 4 статьи 3 Киотского протокола исключена кустарниковая растительность, которая не отвечает национальному определению леса.

Исходными данными для представления отчетности по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола является ежегодная статистическая отчетность, предоставляемая Федеральным агентством лесного хозяйства РФ (Рослесхозом).

10.4.1.4 Описание существовавших ранее условий и/или иерархии между различными видами деятельности согласно статье 3.4, а также как они последовательно применялись при классификации земель

Во время действия первого периода обязательств Киотского протокола Российская Федерация должна представлять информацию о выбросах и поглощении парниковых газов на участках земель, на которых осуществляется управление лесным хозяйством, начиная с 1990 года. К таким участкам земель относятся:

– Участки лесного фонда, покрытые лесной растительностью различной полноты, ярусности и породного состава;
– Молодняки естественного происхождения и лесные культуры в составе лесного фонда, которые пока не достигли минимальных величин полноты и сомкнутости крон, но достигнут их в возрасте спелости;
– Временно непокрытые лесной растительностью вследствие антропогенного воздействия и/или естественных причин участки лесного фонда, предназначенные для выращивания леса, на которых будет осуществлено лесовосстановление;
– Леса национальных парков, природных заказников и других охраняемых территорий, имеющие особо важное научное, историческое или культурное значение.

Участки земель территории Российской Федерации, на которых осуществляется управление лесным хозяйством (управляемые леса) определяются на основе постоянной инвентаризации лесного фонда и земель, не входящих в лесной фонд. Инвентаризация лесного фонда и земель, не входящих в лесной фонд, выполняется регулярно с применением комплекса наземных и дистанционных методов. Все участки земель имеют географическую (геодезическую) привязку. При осуществлении инвентаризаций используются данные Федерального агентства лесного хозяйства, Федерального агентства кадастра объектов недвижимости, других федеральных органов исполнительной власти и организаций. Регулярно получаемая на основе данных инвентаризации информация о пространственных и временных изменениях позволяет последовательно и в полной мере проследить изменения, произошедшие в управляемых лесах и на других участках земель с 1990 года по настоящее время. Используемые Российской Федерацией методы идентификации участков земель и оценки происходящих на них выбросов и абсорбции парниковых газов для подготовки и представления отчетности по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола соответствуют сочетанию подходов 2 и 3, предлагаемому Руководящими указаниями МГЭИК по эффективной практике для ЗИЗЛХ (Руководящие указания…, 2003).

В качестве основных критериев идентификации участков земель, на которых осуществляются выбранные виды деятельности, используются критерии выделения управляемых лесов, которые включают:

– Обеспеченность данными государственных учётов, основанных на материалах лесоустройства;
– Уровень охраны и защиты лесов, обеспечивающий стабилизацию и снижение площадей гарей и погибших насаждений;
– Уровень хозяйственной деятельности в лесах, обеспечивающий наличие антропогенных стоков парниковых газов.

Из категории управляемых исключаются резервные леса. Критериям управляемых лесов соответствует значительная часть территории лесного фонда. В 2009 г. площадь управляемых лесных земель (без учета кустарников) составила 611,9 млн. га или 68,2% лесных земель страны. Действующая система учета лесного фонда России обеспечивает полную пространственно-временную идентификацию всех участков управляемых лесов с указанием вида осуществляемой в них хозяйственной деятельности.

Основой для составления международной отчетности по антропогенным выбросам и абсорбции парниковых газов в результате управления лесным хозяйством являются

материалы государственных учетов лесного фонда и статистические данные по объемам различных видов лесохозяйственной деятельности.

С 1998 г. база данных государственных учетов лесного фонда (с 2008 г. – государственный лесной реестр) обновляется ежегодно, что обеспечивает возможность ежегодного формирования отчетности по выбросам и абсорбции парниковых газов. Ежегодный порядок предоставления данных по сектору лесного хозяйства реализован в Национальном кадастре антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов по РКИК ООН и будет сохранен для отчетности в рамках Киотского протокола.

10.4.2 Информация, касающаяся земель

10.4.2.1 Единица пространственной оценки, использовавшаяся для определения площади земельных единиц согласно статье 3.3 (в соответствии с пунктом 3 приложения к проекту решения CMP.1 «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство», прилагаемого к решению 11/CP.7)

В нормативах лесохозяйственной деятельности (Инструкция по проведению лесоустройства…, 1995, Табл. 2) минимальная площадь выдела для покрытых лесом земель при наземном лесоустройстве устанавливается равной 1 гектару (га). Указанное значение соответствует пределам величины площади участков земель, установленным решением 16/CMP.1. Для обеспечения согласованности национальной практики организации и осуществления лесного хозяйства и требований представления отчетности по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола, минимальное значение площади леса в отчетных материалах Российской Федерации устанавливается равным 1 га. Величина 1 га включается в национальное определение леса.

Определение площади облесения, лесовосстановления и обезлесения проводится с точностью до 1 гектара. Вся информация, собираемая на локальном уровне, имеет пространственную привязку и собирается в специальные статистические формы. Для отчетности по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола используется обобщенная информация, предоставляемая Рослесхозом по субъектам Российской Федерации.

Единицы территории, на которых осуществляется деятельность согласно пункту 3 статьи 3 и которые в ином случае были бы включены в земли, на которых осуществляются избранные виды деятельности согласно пункту 4 статьи 3, отсутствуют в связи с четким разграничением площадей облесения, обезлесения и лесоуправления. Облесение осуществляется на землях сельскохозяйственного назначения, лесоуправление проводится на землях лесного фонда, таким образом, единицы разобщены территориально. Обезлесение происходит на землях лесного фонда, но при этом оценивается по сведениям о динамике объектов инфраструктуры, в то время как оценка лесоуправления производится по сведениям инвентаризации лесов на землях, остающихся лесными землями, таким образом, единицы территории разобщены информационно и методически. Выбор исходных данных для каждого вида деятельности осуществляется из различных статистических форм (см. разделы 7.3, 7.4.1.1, 7.4.3, 10.4.2.2 и 10.4.2.3 настоящего доклада). Таким образом, выполняется требование пункта 8 приложения к решению 16/CMP.1 не учитывать выбросы из источников и абсорбцию поглотителями в результате этих видов деятельности согласно пункту 4 статьи 3, если они уже учитываются согласно пункту 3 статьи 3.

10.4.2.2 Методология, использованная для разработки матрицы преобразования земель для отчетности о деятельности по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола

Для разработки матрицы преобразования земель использованы статистические данные, предоставляемые Федеральной службой государственной регистрации кадастра и картографии Минэкономразвития (Росреестр) и Федеральным агентством лесного хозяйства РФ.

При формировании матрицы преобразования земель на территории РФ за период с 1990 по 2009 гг. на основе доступных данных и информации, содержащейся в отчетах Росреестра и Рослесхоза, учитывалось, что:

– из состава кормовых угодий (сенокосы и пастбища) ежегодно выбывают площади в неуправляемые лесные угодья при их естественном зарастании кустарниками и мелколиственными видами деревьев;
– по данным Рослесхоза площадь управляемых лесных земель увеличивается за счет перевода лесов, принадлежащих ранее другим ведомствам и из категории резервных лесов, а также за счет уточнения лесных площадей в результате лесоустройства. Таким образом, осуществляется перевод земель из неуправляемых лесных угодий в управляемые леса;
– значительные площади угодий переводятся из или в категорию других земель (в соответствии с классификацией МГЭИК). По данным Росреестра проводится перевод лесных земель для строительства трубопроводов и другое строительство (Государственный (национальный) доклад…, 2009, 2010).
– все работы по облесению ведутся на бывших пахотных угодьях (по данным Рослесхоза);
– из отчетности по обезлесению и управлению лесным хозяйством исключается кустарниковая растительность, которая не соотвествует определению леса.

На основании этих допущений составлена матрица преобразования земель за 2008 год включительно (табл. 10.3) и матрица преобразования земель за 2009 год (табл. 10.4).

10.4.2.3 Карты и/или база данных для определения географического местоположения и система идентификационных кодов для определения географического местоположения

Дополнительная информация о деятельности в области землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства согласно статье 3.3 и 3.4, подлежащей включению в приложение к национальному докладу о кадастре, представляется по федеральным округам и субъектам Российской Федерации. Уполномоченные органы исполнительной власти субъектов РФ в области лесных отношений владеют подробной информацией по географическому местоположению участков, на которых происходит облесение, лесовосстановление, обезлесение и лесоуправление (рис. 10.6, 10.7).

Внешние границы участков лесного фонда, границы кварталов и таксационных выделов имеют четкую географическую привязку к топографическим картам. Каждое лесничество имеет детальную карту лесных земель с делением территории по целевому назначению лесов (защитные, эксплуатационные и резервные) и по категориям защитности. Территория лесничеств разбита на кварталы, отграниченные квартальными просеками. В ходе лесоустроительных работ в пределах квартала выделяются таксационные выделы. 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, информация о назначении и выполнении конкретных лесохозяйственных мероприятий (создание культур, различные виды рубок с указанием объема вырубаемой древесины и др.).

10.4.3 Информация о конкретных видах деятельности

10.4.3.1 Методы оценки изменений в накоплении углерода, выбросов и абсорбции парниковых газов

10.4.3.1.1 Облесение

Методы оценки изменений в накоплении углерода, выбросов и абсорбции парниковых газов при облесении подробно рассмотрены в разделе 7.4.2 настоящего доклада.

Таблица 10.3

Матрица преобразования земель за 2008 год

к текущей инвентаризации / от предыдущей инвентаризации		Деятельность по статье 3.3		Деятельность по статье 3.4				Прочие земли	Общая площадь в начале 2008 года инвентаризации
		Облесение и лесовос-становление	Обезлесение	Управление лесным хозяйством	Управление пахотными землями (не выбрано)	Управление пастбищными угодьями (не выбрано)	Восстановление растительного покрова (не выбрано)		
		(тыс. га)							
Деятельность по статье 3.3	Облесение и лесовосстановление	462,05	0,00						462,05
	Обезлесение		682,31						682,31
Деятельность по статье 3.4	Управление лесным хозяйством		20,22	569374,92					569395,13
	Управление пахотными землями (не выбрано)	NA	NA		NA	NA	NA		NA
	Управление пастбищными угодьями (не выбрано)	NA	NA		NA	NA	NA		NA
	Восстановление растительного покрова (не выбрано)	NA			NA	NA	NA		NA
Прочие земли		4,69	16,24	72,34	0,00	0,00	0,00	1139191,43	1139284,70
Общая площадь в конце 2008 года инвентаризации		466,74	718,77	569447,26	0,00	0,00	0,00	1139191,43	1709824,20

Примечание: NA – not applicable (не применимо)

Таблица 10.4

Матрица преобразования земель за 2009 год

к текущей инвентаризации / от предыдущей инвентаризации		Деятельность по статье 3.3		Деятельность по статье 3.4				Прочие земли	Общая площадь в начале 2009 года инвентаризации
		Облесение и лесовос-становление	Обезлесение	Управление лесным хозяйством	Управление пахотными землями (не выбрано)	Управление пастбищными угодьями (не выбрано)	Восстановление растительного покрова (не выбрано)		
		(тыс. га)							
Деятельность по статье 3.3	Облесение и лесовосстановление	466,74	0,00						466,74
	Обезлесение		718,77						718,77
Деятельность по статье 3.4	Управление лесным хозяйством		16,50	569430,75					569447,26
	Управление пахотными землями (не выбрано)	NA	NA		NA	NA	NA		NA
	Управление пастбищными угодьями (не выбрано)	NA	NA		NA	NA	NA		NA
	Восстановление растительного покрова (не выбрано)	NA			NA	NA	NA		NA
Прочие земли		3,24	8,95	42461,27	0,00	0,00	0,00	1096717,97	1139191,43
Общая площадь в конце 2009 года инвентаризации		469,98	744,23	611892,02	0,00	0,00	0,00	1096717,97	1709824,20

Примечание: NA – not applicable (не применимо)

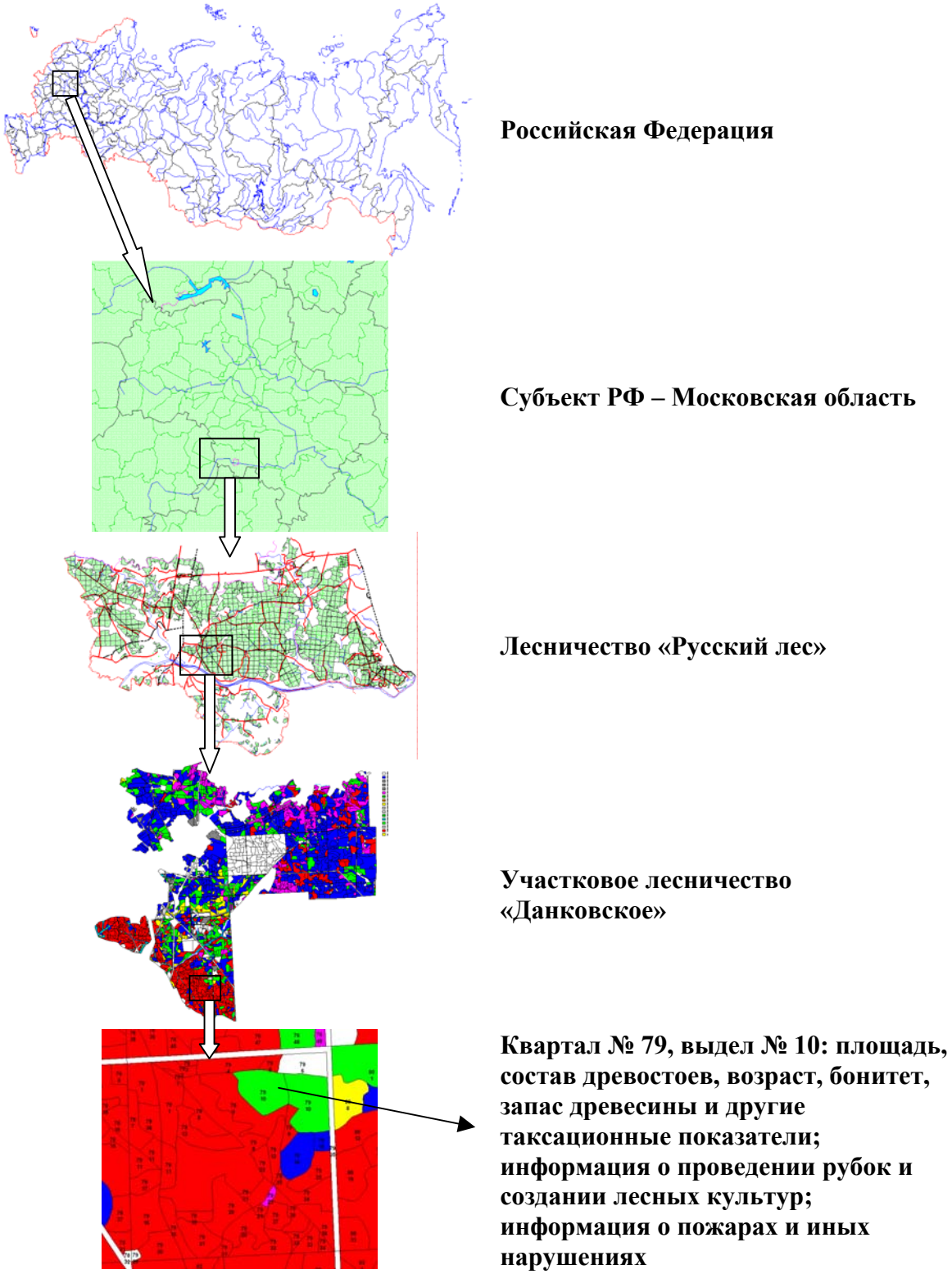
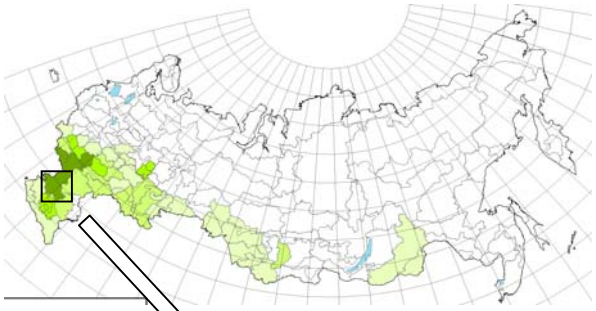
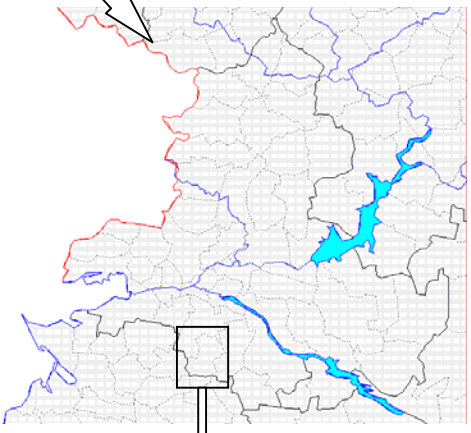


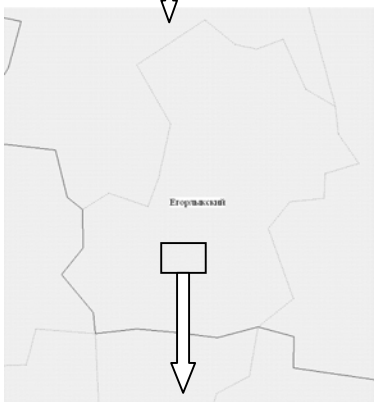
Рис. 10.6. Схема идентификации географического местоположения участка управляемых лесов



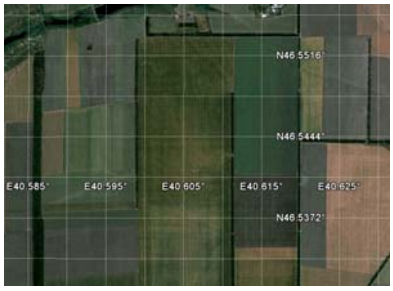
Российская Федерация:
компиляция ежегодной формы статистической отчетности в дифференциации по субъектам РФ



Субъект РФ – Ростовская область:
интеграция сведений по административным районам, предоставление данных на национальный уровень



Егорлыкский район:
интеграция сведений по осуществленным работам в границах района, предоставление сведений на областной уровень



Егорлыцкое сельское поселение, станица Егорлыкская:
осуществление работ по созданию и уходу за полезащитными полосами

Рис. 10.7. Схема идентификации географического местоположения участка облесения (на примере полезащитных лесных полос Ростовской области).

10.4.3.1.1 Лесовозобновление

Деятельность по переводу в лесной фонд осуществляется по отношению к сельскохозяйственным землям, вышедшим из оборота и расположенным в лесных природных зонах, землям, подвергающимся лесной рекультивации после истощения запасов добываемых полезных ископаемых и во многих других случаях, связанных с прекращением исходных видов пользования. Как правило, на землях, передаваемых в лесной фонд, обычно лесовосстановление происходит естественным путем за счет естественного возобновления мелколиственных пород, а также при помощи посева или посадки.

В Рослесхозе собирается детальная статистическая информация по лесовосстановительным мероприятиям, осуществляемым в лесном фонде. Эти материалы публикуются в государственных докладах, о состоянии и использовании лесных ресурсов (О состоянии…, 2006, 2007), сборниках «Лесной фонд России» (Лесной фонд…, 1995, 1999, 2003). К сожалению, перечисленные выше источники информации не могут быть использованы для оценки деятельности по лесовозобновлению в трактовке Киотского протокола. Лесовосстановление осуществляется в основном на непокрытых лесом лесных землях лесного фонда (гари, вырубки, погибшие насаждения), и таким образом является частью лесоуправления, которое, в свою очередь, учитывается в рамках пункта 4 статьи 3 Киотского протокола.

10.4.3.1.3 Обезлесение

В Российской Федерации обезлесение связано с переводом лесных земель в нелесные или с изъятием земель из состава лесного фонда, поскольку эти виды конверсии земель сопровождаются сведением лесов. Перевод лесных земель в нелесные или их изъятие из состава лесного фонда, как правило, определяется нуждами развития иных, чем лесное хозяйство, отраслей экономики. Лесные земли могут переводиться в нелесные в целях освоения месторождений полезных ископаемых, прокладки линий электропередач, трубопроводов и другой деятельности. Методы оценки потерь углерода при обезлесении подробно рассмотрены в разделе 7.4.3 настоящего доклада. В рамках отчетности по статье 3.3 Киотского протокола из общей площади перевода покрытых лесной растительностью земель в нелесные земли исключается кустарниковая растительность, которая не соответствует определению леса (см. раздел 10.4.1.1).

Для расчета потерь углерода при обезлесении были использованы значения площадей, представленные в таблицах 7.36 и 7.37 (без учета кустарников), а также средние значения запасов углерода по пулам (таблица 7.38) со следующими допущениями согласно рекомендациям группы по проверке:

– Полное окисление углерода в пулах биомассы, мертвой древесины, подстилки в год обезлесения.

– Полное окисление углерода в органическом веществ почв за период 20 лет. Потери углерода в органическом веществе почв за 1990-2009 годы рассчитаны с учетом остаточной эмиссии от окисления органического вещества почв при обезлесении, начиная с 1971 года.

10.4.3.1.3. Управление лесным хозяйством

Методы расчета бюдета углерода управляемых лесов детально рассмотрены в разделе 7.4.1.1 настоящего доклада.

10.4.3.2 Основание для исключения какого-либо углеродного пула или выбросов/абсорбции парниковых газов в результате деятельности согласно статье 3.3 и избранных видов деятельности согласно статье 3.4

По статьям 3.3 и 3.4 в отчетность включаются все пулы (надземная и подземная биомасса, подстилка, мертвая древесина, органическое вещество почв).

Основание для исключения выбросов/абсорбции парниковых газов в результате деятельности по лесовозобновлению. Как уже отмечалось, на землях, передаваемых в лесной фонд, обычно лесовосстановление происходит естественным путем за счет

естественного возобновления мелколиственных пород, а также при помощи посева или посадки.

Лесовосстановительные мероприятия осуществляются на землях, переводимых в лесной фонд из прочих видов пользования или из нелесных земель лесного фонда в лесные. Однако эти меры учитывается в общем объеме лесовосстановления, которое, является частью лесоуправления. Специализированной статистики по лесовосстановлению, осуществляемому на конвертированных землях, не ведется. Конвертированные земли сначала соответствующими правовыми актами включаются в состав лесных земель лесного фонда, после чего на них проводятся мероприятия по лесовосстановлению. В рамках традиционных нормативно-правовых основ лесохозяйственной деятельности, эти земли уже не отличаются от прочих категорий непокрытых лесом, и потому проводящиеся на них лесовосстановительные мероприятия учитываются в общей сумме.

В связи с трудностью разделения естественного возобновления и искусственных мероприятий по созданию лесных культур на землях, переводимых в управляемые лесные площади, в отчетности по пункту 3 статьи 3 Киотского протокола выбросы/абсорбция парниковых газов в результате деятельности по лесовозобновлению не предоставляется.

10.4.3.3 Информация о том, исключались ли косвенные или природные выбросы и абсорбция парниковых газов

Природные выбросы и абсорбция не включались. Косвенные выбросы и абсорбция, связанные с выпадением азотистых соединений из атмосферы, частично включены, поскольку пока не представляется возможным вычленить их воздействие на выбросы/абсорбцию парниковых газов лесными землями.

10.4.3.4 Изменения в данных и методах со времени представления предыдущего доклада (перерасчеты)

Со времени представления предыдущего доклада произошло совершенствование методов расчета в соотвествии с замечаниями и рекомендациями группы по проверке национального кадастра 2010 г., а также уточнялись исходные данные для расчетов.

10.4.3.5 Оценки неопределенности

Экспертная оценка неопределенности по поглощению углекислого газа землями, на которых проведено лесоразведение, составляет 30%.

Экспертная оценка неопределенности по выбросам углекислого газа при обезлесении, составляет 30%.

Оценка неопределенности по поглощению углекислого газа лесами в результате лесоуправления составила 15% (см. раздел 7.6 настоящего кадастра).

10.4.4 Статья 3.3

10.4.4.1 Информация, демонстрирующая, что деятельность согласно статье 3.3 началась с 1 января 1990 г. и завершилась до 31 декабря 2012 г., и что она непосредственно вызвана деятельностью человека

Формы лесохозяйственной статистики, содержащие необходимую для расчетов информацию, были предоставлены Росстатом (табл. 10.9, 10.10). Эта информация демонстрирует, что деятельность по пункту 3 статьи 3 Киотского протокола началась с 1 января 1990 года. Эта деятельность является прямым антропогенным воздействием. В отчетность включены сведения о создании противоэрозионных и полезащитных лесных насаждений, создаваемых на сельскохозяйственных землях начиная с 1 января 1990 года (табл. 7.27). Из отчетности исключены земли, которые заросли древесно-кустарниковой растительностью естественным путем.

10.4.4.2 Информация о том, каким образом заготовительные работы или нанесение ущерба лесам, за которыми следует лесовозобновление, отличаются от обезлесения

Площади всех вырубок, гарей, а также погибших по разным причинам древостоев относятся к лесным землям и составляют фонд лесовосстановления. На этих временно непокрытых лесной растительностью землях проектируются и проводятся специальные мероприятия по искусственному лесовосстановлению, включающие посадку лесных культур и содействие естественному возобновлению. Таким образом, на лесных землях, подвергшихся вырубкам или иным нарушениям, проводится активная лесохозяйственная деятельность, направленная на восстановление лесного покрова.

Территориальные органы управления лесным хозяйством (лесничества) обеспечивают сбор информации о текущих изменениях в лесном фонде. К таким изменениям относятся изменения их окружных границ, строительство дорог, линий электропередач, газо- и нефтепроводов, разные виды рубок, создание лесных культур, содействие естественному возобновлению, перевод несомкнувшихся лесных культур в покрытые лесом земли, изменение состава насаждений рубками ухода, повреждение древостоев в результате пожаров, вспышек размножения вредителей и болезней леса, стихийных бедствий и т. д. Все виды лесохозяйственной деятельности, а также все случаи гибели лесных насаждений фиксируются на таксационных планах и в специальных формах статистической отчетности. Оформление первичной документации в лесничествах осуществляется на компьютере с использованием специализированных статистических форм. 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 отчетности по стране и формирует банк данных. В процессе формирования банка данных проводится проверка и, при необходимости, корректировка поступающих данных.

Таким образом, информация по площадям, временно потерявшим лесной покров в результате рубок, пожаров или иных нарушений, приводится в составе временно непокрытых лесом земель лесного фонда в государственном лесном реестре (ранее – государственных учетах лесного фонда). Эти земли остаются объектом лесоуправления и они не должны рассматриваться как обезлесивание.

10.4.4.3 Информация о размерах и географическом местоположении лесных районов, которые утратили лесной покров, но еще не классифицируются как обезлесенные

Обезлесивание связано с изменением категории назначения земель (выводом из состава лесного фонда) и потому сначала оформляется административно, а лишь затем происходит сведение лесного покрова. Из всего этого следует, что в России земли, которые утратили лесной покров, но еще не классифицируются как обезлесенные, отсутствуют.

10.4.4.4 Оценка поглощения углерода при облесении

Результаты расчетов поглощения при облесении представлены на рисунке 10.8 и в таблицах 7.32, 7.33, 7.34 (см. раздел 7.4.2 национального доклада). Хотя темпы создания защитных лесных насаждений резко снизились, поглощение углерода созданными насаждениями постоянно увеличивается (рис. 10.8), достигнув к 2009 г. 4332,8 тыс. т CO_2 год$^{-1}$ для всех пулов углерода. Такая тенденция объясняется увеличением поглощения углерода пулами фитомассы и мертвой древесины уже созданных лесных насаждений. Максимумы поглощения углерода пулом фитомассы в лесных насаждениях приходится на возраст 20-40 лет, потому древостои, созданные после 1990 г., продолжают увеличивать поглощение углерода. Оценка прямых выбросов парниковых газов (CH_4, N_2O, CO, NO_x) при пожарных нарушениях представлена в таблице 7.31.

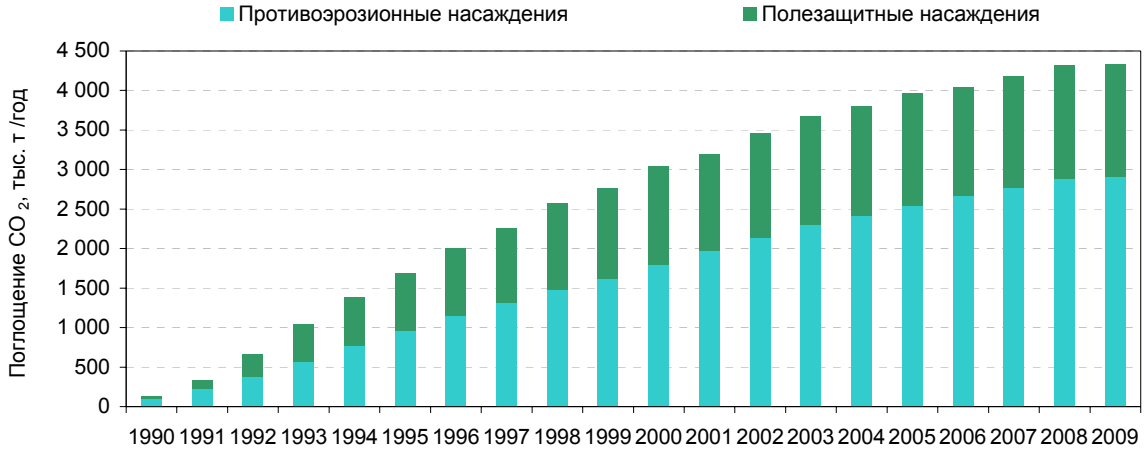


Рис. 10.8. Динамика годичного поглощения CO_2 (за исключением потерь от нарушений) суммарно по пулам фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы при облесении в Российской Федерации

Пространственное распределение противоэрозионных лесных насаждений, созданных за период 1990-2009 гг., представлено на рисунке 10.9. Такие насаждения создаются в субъектах РФ Южного, а так же южных частей Центрального, Приволжского и Сибирского федеральных округов. Все эти субъекты находятся в лесостепной, степной и полупустынной природных зонах, что определяет необходимость антропогенного участия в деятельности по облесению. Отношение площади созданных противоэрозионных насаждений к общей площади субъекта РФ максимально в Орловской, Саратовской, Волгоградской областях и в республике Татарстан.

Пространственное распределение полезащитных лесных полос, созданных за 1990-2009 гг. представлено на рисунке 10.10. В целом оно близко к рассмотренному выше распределению противоэрозионных насаждений за некоторыми исключениями. Так, полезащитные лесополосы присутствуют в Читинской области, крайне южная часть которой находится в степной зоне. По относительной доле полезащитных полос лидируют Ростовская, Воронежская, Белгородская и Тамбовская области.

Вклад противоэрозионных лесных насаждений в поглощение углерода при облесении за 2009 г. составляет около 70%. Причиной тому являются значительно большие площади создаваемых противоэрозионных насаждений (78% от общей площади облесения) по сравнению с полезащитными. Однако по средним величинам поглощения углерода пулом фитомассы полезащитные насаждения оказываются на 50-60% более эффективными, чем противоэрозионные. Эта ситуация объясняется значительной долей в составе полезащитных лесополос березы (26%) и тополя (19%). Указанные породы обладают существенно более быстрыми темпами роста по сравнению с сосной, доминирующей в противоэрозионных насаждениях.

10.4.4.5 Потери углерода при обезлесении

Высокие темпы обезлесения устойчиво отмечаются в ряде субъектов Северо-Западного и Центрального федеральных округов, Западной Сибири и юга Дальнего Востока. Этот факт подтверждает заключение о связи темпов конверсии земель с развитием экономики. В субъектах Северо-Западного и Центрального федеральных округов, близких к бурно развивающимся мегаполисам Санкт-Петербургу и Москве, стоимости альтернативного использования земель очень высоки, что вызывает мощные стимулы к смене землепользования. В Западной Сибири и на юге Дальнего Востока идет интенсивное развитие разработок нефтяных и газовых месторождений, а также развитие топливной транспортной сети (нефте- и газопроводы), что связано с переводом части покрытых лесом земель в другие категории землепользования.

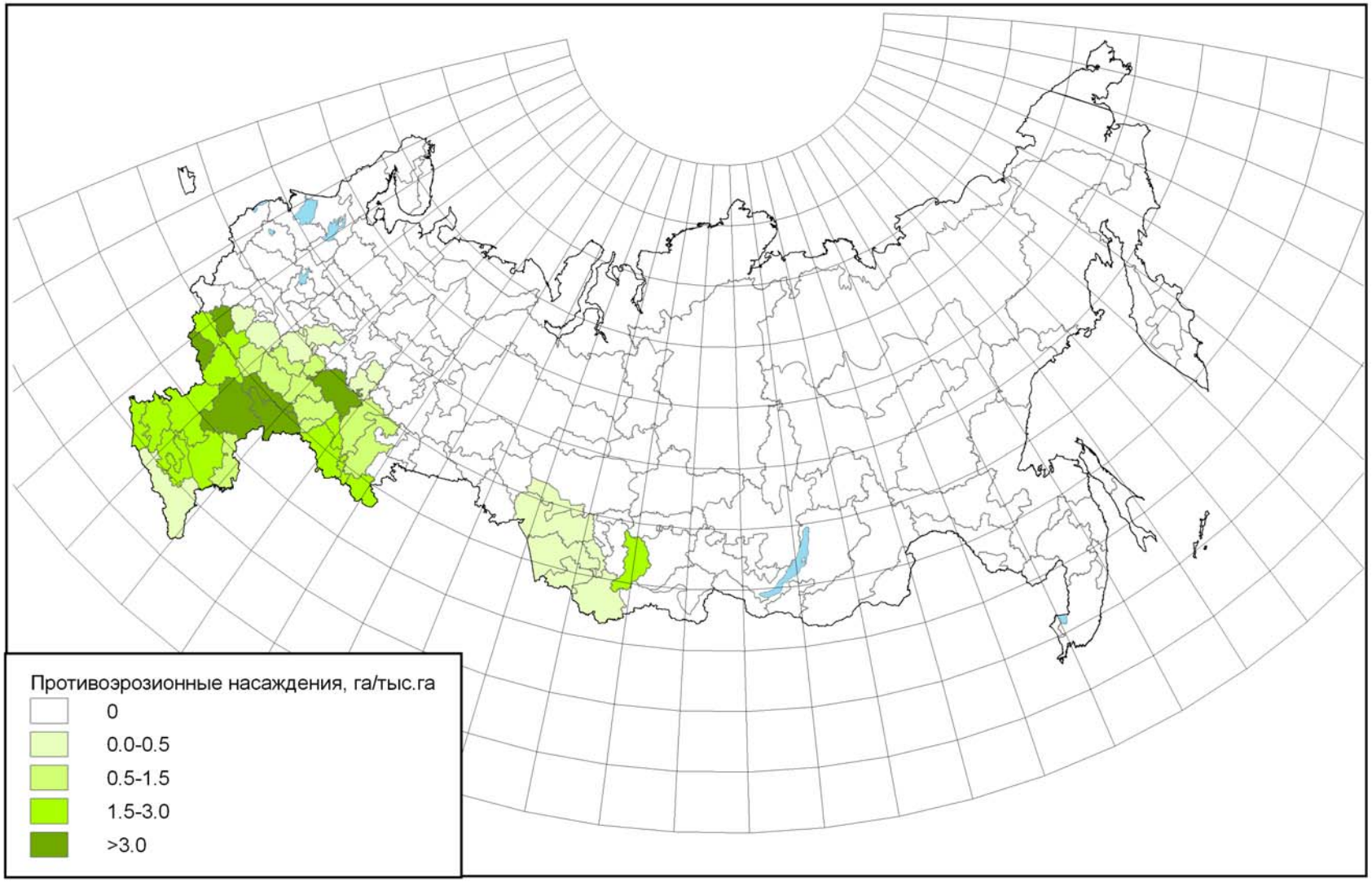


Рис. 10.9. Доля площадей противоэрозионных насаждений, созданных в период 1990-2009 гг., от общей площади субъектов РФ

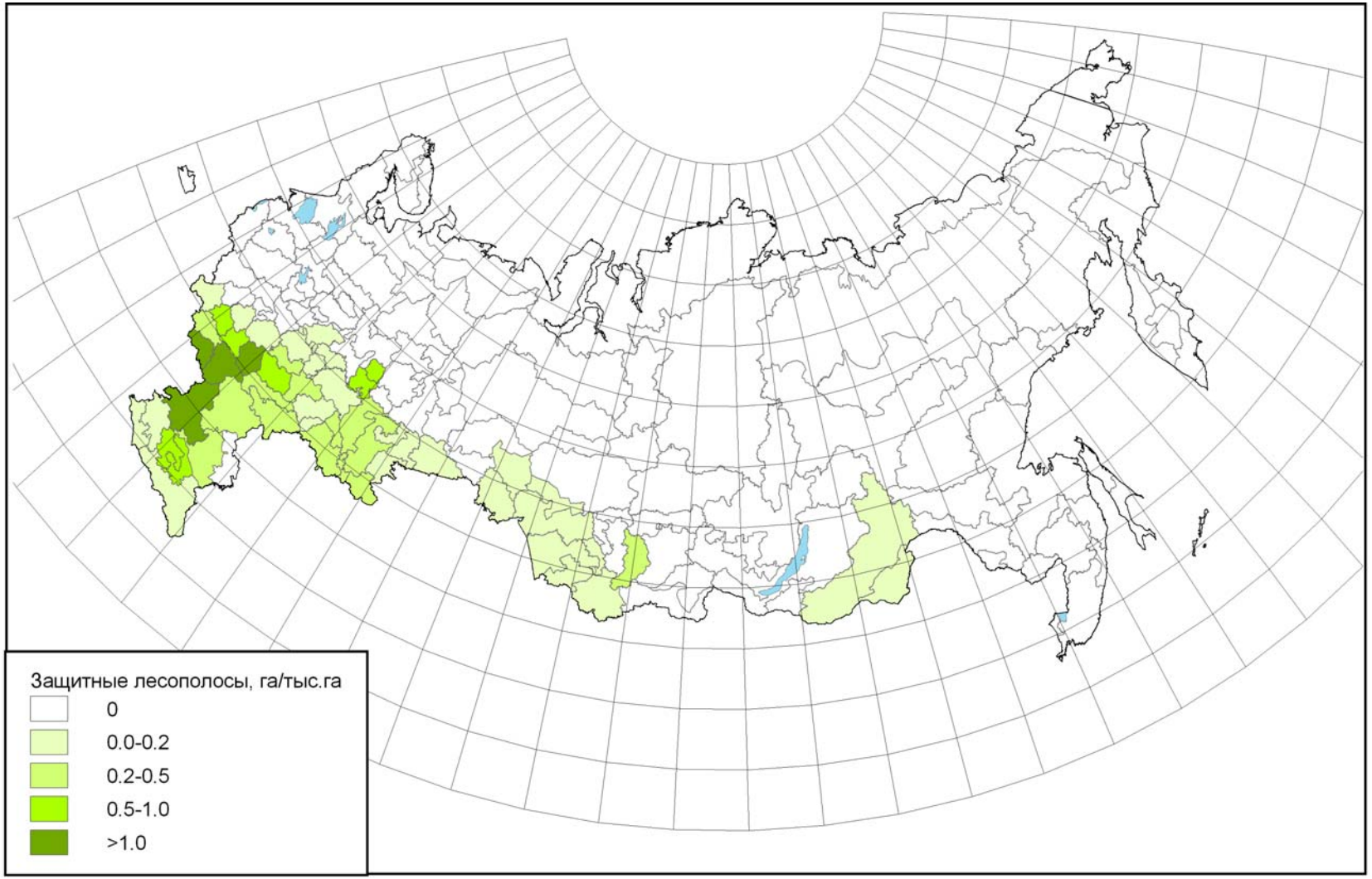


Рис. 10.10. Доля площадей полезащитных лесных полос, созданных в период 1990-2009 гг., от общей площади субъектов РФ

Результаты расчета потерь углерода при обезлесении управляемых и неуправляемых лесов по пулам показаны в таблице 10.5. Начиная с 1990 г. по 2009 г. общая площадь обезлесения в управляемых и неуправляемых лесах (без учета кустарников) составила 744,2 тыс. га. Суммарный выброс углекислого газа от обезлесения снизился с 33,5 млн. т CO_2 в 1990 г. до 19,3 млн. т CO_2 в 2009 г. (рис. 10.11).

10.4.5 Статья 3.4

10.4.5.1 Информация, демонстрирующая, что деятельность согласно статье 3.4 имела место после 1 января 1990 г. и вызвана деятельностью человека

В отчетности по статье 3.4 учитывается деятельность по управлению лесным хозяйством, начиная с 1 января 1990 г. Это подтверждается данными учета лесного фонда, государственного лесного реестра, статистической информацией по лесохозяйственным мероприятиям, лесным пожарам, гибели лесных насаждений в результате действия различных факторов применительно к территории управляемых лесов РФ.

10.4.5.2 Информация, демонстрирующая, что выбросы из источников и абсорбция поглотителями в результате избранной деятельности согласно пункту 4 статьи 3 не учитываются для деятельности согласно пункту 3 статьи 3 Киотского протокола

В соответствии с методологией сбора исходных данных для оценки выбросов и поглощения парниковых газов на территории управляемых лесов (см. разделы 7.3 и 7.4.1.1 настоящего доклада) используются отдельные статистические формы по площадям управляемых лесов и площадям противоэрозионных и полезащитных лесонасаждений, заложенных на землях сельскохозяйственного назначения (облесение), которые собираются на локальных уровнях. Площади земель, переустроенные в земли поселений, включая устройство объектов инфраструктуры (обезлесение), определяются в настоящем кадастре на основе статистических данных по ежегодным объемам соответствующих объектов строительства и норм отводимых под них земель (см. раздел 7.4.3). Таким образом, методы сбора исходных данных и расчета выбросов из источников и абсорбции поглотителями в результате управления лесным хозяйством позволяют полностью исключить двойной учет площадей и выбросы и абсорбцию парниковых газов в результате антропогенной деятельности по облесению и обезлесению. Основой для расчетов выбросов и поглощения парниковых газов служит матрица преобразования земель, четко разделяющая площади управляемых лесов, площади облесения и площади обезлесения (см. разделы 10.4.2.2 и 10.4.2.3).

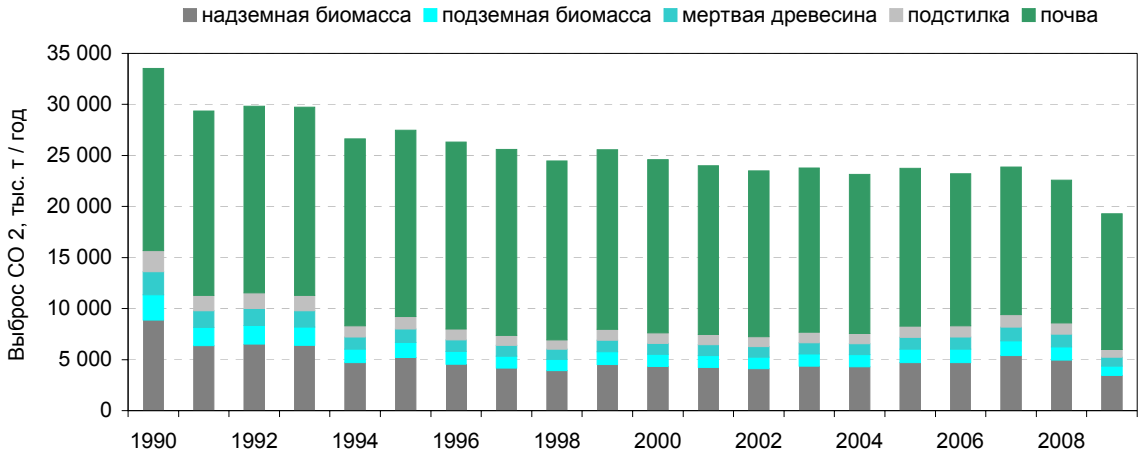


Рис. 10.11. Оценка выбросов CO_2 по пулам при обезлесении (суммарно для управляемых и неуправляемых лесов)

Таблица 10.5

Потери углерода при обезлесении (без учета кустарников) в Российской Федерации

Пулы	Потери углерода при обезлесении по годам, тыс. т С год$^{-1}$																			
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Управляемые леса																				
Надземная биомасса	1751,2	1241,1	1253,6	1209,9	876,6	952,5	812,3	732,5	674,7	760,4	711,4	682,8	650,6	677,9	659,7	710,8	712,2	815,7	748,0	610,5
Подземная биомасса	486,8	347,8	350,7	338,4	244,3	265,0	225,6	203,8	187,5	210,8	197,2	189,1	180,1	187,5	182,5	196,6	196,8	214,5	195,7	159,8
Мертвая древесина	443,4	315,1	318,1	307,0	221,6	240,3	204,6	184,8	170,7	192,3	179,7	172,4	164,0	171,0	165,9	178,8	179,0	205,3	187,7	153,2
Подстилка	406,9	292,7	295,2	285,0	205,8	223,2	190,0	171,7	158,0	178,2	167,0	160,8	152,5	158,5	154,2	165,8	167,0	184,9	169,7	138,5
Почва	3520,1	3557,2	3592,7	3617,4	3587,9	3566,0	3564,5	3539,3	3392,7	3385,8	3240,3	3136,5	3058,7	3007,1	2879,1	2824,6	2684,1	2566,3	2441,0	2296,8
Неуправляемые леса																				
Надземная биомасса	672,4	498,8	526,8	532,0	408,4	470,7	425,4	406,0	395,4	470,8	465,3	471,1	471,0	509,1	509,9	572,5	574,0	657,4	600,8	331,1
Подземная биомасса	186,9	139,8	147,4	148,6	113,8	131,0	118,2	112,7	109,7	130,5	129,0	130,5	130,4	140,8	141,0	158,4	158,6	172,9	157,2	86,6
Мертвая древесина	170,2	126,6	133,7	134,9	103,5	119,2	107,7	102,6	100,1	119,0	117,6	118,9	118,8	128,4	128,2	144,0	144,3	165,4	150,8	83,1
Подстилка	156,2	117,7	124,1	125,1	95,9	110,3	99,5	95,2	92,6	110,3	109,2	110,9	110,4	119,0	119,1	133,6	134,6	149,0	136,3	75,1
Почва	1351,5	1368,7	1388,5	1406,9	1405,2	1410,8	1425,4	1432,3	1394,1	1415,3	1385,1	1373,0	1372,5	1385,7	1370,5	1389,2	1375,4	1375,0	1367,7	1324,9
Итого по землям, покрытым лесной растительностью																				
Биомасса	3097,3	2227,5	2278,5	2228,9	1643,1	1819,2	1581,5	1455,0	1367,3	1572,5	1502,9	1473,5	1432,1	1515,3	1493,1	1638,3	1641,6	1860,5	1701,7	1188,0
Мертвая древесина	613,6	441,7	451,8	441,9	325,1	359,5	312,3	287,4	270,8	311,3	297,3	291,3	282,8	299,4	294,1	322,8	323,3	370,7	338,5	236,3
Подстилка	563,1	410,4	419,3	410,1	301,7	333,5	289,5	266,9	250,6	288,5	276,2	271,7	262,9	277,5	273,3	299,4	301,6	333,9	306,0	213,6
Почва	4871,6	4925,9	4981,2	5024,3	4993,1	4976,8	4989,9	4971,6	4786,8	4801,1	4625,4	4509,5	4431,2	4392,8	4249,6	4213,8	4059,5	3941,3	3808,7	3621,7
Все пулы	9145,6	8005,5	8130,8	8105,2	7263,0	7489,0	7173,2	6980,9	6675,5	6973,4	6701,8	6546,0	6409,0	6485,0	6310,1	6474,3	6326,0	6506,4	6154,9	5259,6

10.4.5.2 Информация, относящаяся к управлению лесным хозяйством

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, защиты 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 уходы 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.

Все вышеперечисленные мероприятия применялись как в прошлом (включая 1990 год), так и применяются в настоящее время и планируются к применению в качестве будущей хозяйственной деятельности в управляемых лесах страны.

Общая площадь управляемых лесных земель с 1990 по 2009 г. увеличилась на 47,4 млн. га за счет перевода из неуправляемых лесных земель (рис. 10.12). Площадь покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов от 1990 к 2009 г. увеличилась на 57,9 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 (Замолодчиков и др., 2005; Замолодчиков, 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. Доля непокрытых лесной растительностью площадей от общей площади лесных земель сократилась с 13,2% в 1990 г. до 10,4% в 2009 г. (рис. 10.12).

Отличительной особенностью возрастной структуры управляемых лесов является преобладание спелых и перестойных древостоев (рис. 10.13), в которых годичное депонирование углерода близко к нулю (Исаев и др., 1993). В 1990 г. доля спелых и перестойных древостоев составляла 47,5% от площади управляемых лесов, в 2009 г. – 44,8%. Доля площади спелых и перестойных древостоев с преобладанием хвойных пород сократилась с 51,3% в 1990 году до 47,6% в 2009 г., что связано с лесозаготовками преимущественно хвойных пород. В то же время наблюдалось увеличение доли площадей спелых и перестойных древостоев с преобладанием мягколиственных пород (с 33,5 % в 1990 году до 36,7 % в 2009 году) и с преобладанием твердолиственных пород (с 46,9% в 1990 году до 47,3% в 2009 году).

Управляемых леса (без учета кустарников) ежегодно абсорбировали от 251,4 до 292,6 Мт С год$^{-1}$ (в среднем – 263,7 Мт С год$^{-1}$). В среднем 74% абсорбции атмосферного углерода приходилось на фитомассу, 11% – на мертвую древесину, 3% – на подстилку и 12% – на почву (рис. 10.14, табл. 10.6).

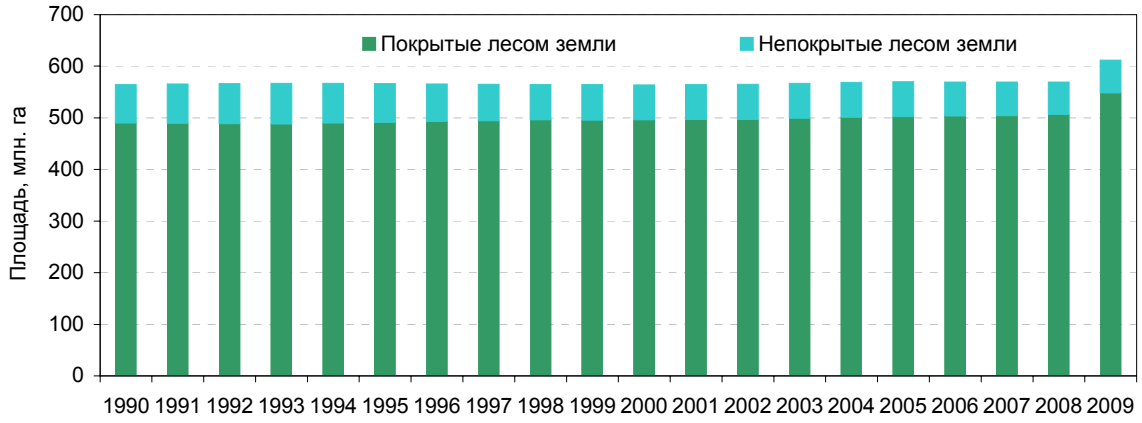


Рис. 10.12. Динамика площади управляемых лесных земель России (без учета кустарников)

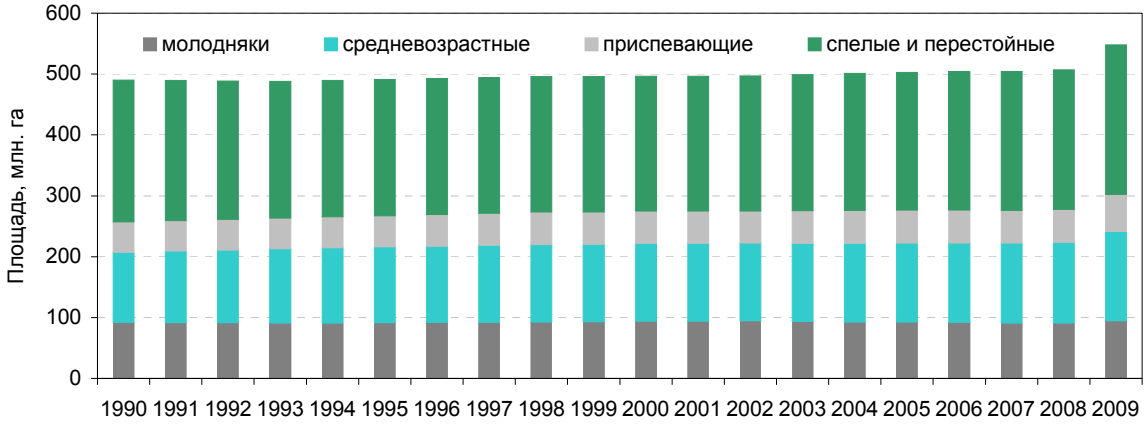


Рис. 10.13. Динамика возрастной структуры управляемых лесов России (без учета кустарников).

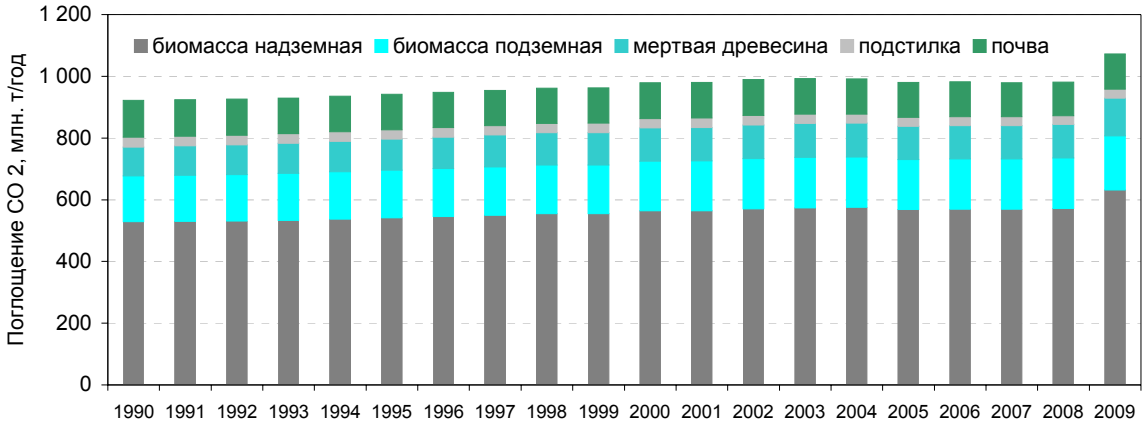


Рис. 10.14. Динамика абсорбции CO_2 управляемыми лесами по пулам за период 1990-2009 гг.

Таблица 10.6

Абсорбция атмосферного углерода управляемыми лесами (без учета кустарников) по пулам

Год	Абсорбция углерода управляемыми лесами по пулам, тыс. т С год$^{-1}$					
	Биомасса надземная	Биомасса подземная	Мертвая древесина	Подстилка	Почва	Итого
1990	144 242,3	40 367,0	25 437,5	8 764,5	32 619,1	251 430,4
1991	144 624,9	40 754,6	25 841,6	8 663,7	32 268,7	252 153,6
1992	144 833,5	41 126,2	26 209,9	8 559,8	31 902,2	252 631,6
1993	145 256,4	41 618,4	26 678,3	8 459,7	31 555,2	253 568,0
1994	146 421,4	41 871,5	27 060,0	8 436,5	31 423,6	255 212,9
1995	147 568,9	42 131,6	27 433,6	8 414,0	31 294,9	256 843,1
1996	148 721,2	42 414,3	27 797,5	8 392,7	31 172,7	258 498,3
1997	149 930,3	42 713,0	28 174,8	8 371,4	31 050,6	260 240,1
1998	151 228,8	43 050,6	28 573,6	8 350,0	30 927,8	262 130,8
1999	151 316,4	42 915,1	28 768,0	8 365,3	31 121,1	262 485,9
2000	153 764,7	43 885,1	29 360,9	8 443,8	31 600,0	267 054,5
2001	153 994,2	44 009,5	29 504,2	8 376,8	31 525,3	267 410,1
2002	155 461,3	44 389,8	29 748,0	8 456,3	31 841,3	269 896,7
2003	156 487,7	44 745,4	29 877,6	8 272,0	31 436,9	270 819,7
2004	156 956,4	44 498,8	29 867,7	8 087,9	30 995,9	270 406,7
2005	154 998,9	44 088,8	29 396,0	7 909,3	30 910,7	267 303,7
2006	155 432,9	44 156,5	29 663,2	7 821,6	30 683,2	267 757,4
2007	155 397,3	44 223,7	29 611,3	7 670,8	30 147,2	267 050,3
2008	155 806,7	44 690,1	29 717,1	7 622,0	29 860,5	267 696,3
2009	172 217,9	47 936,1	33 265,2	7 885,3	31 291,4	292 595,9

Потери углерода в результате рубок и гибели лесных насаждений от пожаров и других факторов на управляемых лесных землях изменялись от 132,6 до 217,1 Мт С год$^{-1}$ (в среднем – 162,0 Мт С год$^{-1}$) (рис. 10.15, табл. 10.7). В среднем 66% потерь углерода приходилось на фитомассу, 12% – на мертвую древесину, 4% – на подстилку, 18% – на почву. В начале 1990-х годов значительная доля потерь углерода была связана со значительным объемом лесозаготовок, которые сократились к 1998 году. Вторым наиболее значительным фактором, определяющим потери углерода, является гибель лесных насаждений в основном в результате деструктивных пожаров.

Выбросы CH_4 и N_2O в управляемых лесах России приведены в таблице 10.8. Значительная вариация выбросов парниковых газов в таблице 10.8 обусловлена воздействием природных и антропогенных факторов, определяющих условия возникновения и характер пожаров в лесах.

Согласно рекомендациям группы по проверке в отчетность включены выбросы CO_2 и N_2O от осушенных органических лесных почв (методика расчетов приведена в разделе 7.4.1.2 настоящего доклада). По сравнению с 1990 годом наблюдается сокращение выбросов от осушенных органических почв с 374,5 до 312,0 тыс. т С год$^{-1}$ в связи с недостаточным объемом работ по поддержанию мелиоративной сети и сокращению площадей осушенных лесных земель (табл. 10.8). По сравнению с 1990 годом выбросы N_2O от осушенных органических почв сократились с 0,82 тыс. т N_2O-N год$^{-1}$ в 1990 году до 0,68 тыс. т N_2O-N год$^{-1}$ в 2009 году.

За весь рассматриваемый период поглощение CO_2 управляемыми лесами РФ (без учета кустарников) превышало его потери, то есть наблюдался сток атмосферного углерода в объемах от 116,3 Мт CO_2-экв. год$^{-1}$ в 1990 г. до 534,6 Мт CO_2-экв. год$^{-1}$ в 2009 г. (среднее значение – 349,3 Мт CO_2-экв. год$^{-1}$) (рис. 10.16).

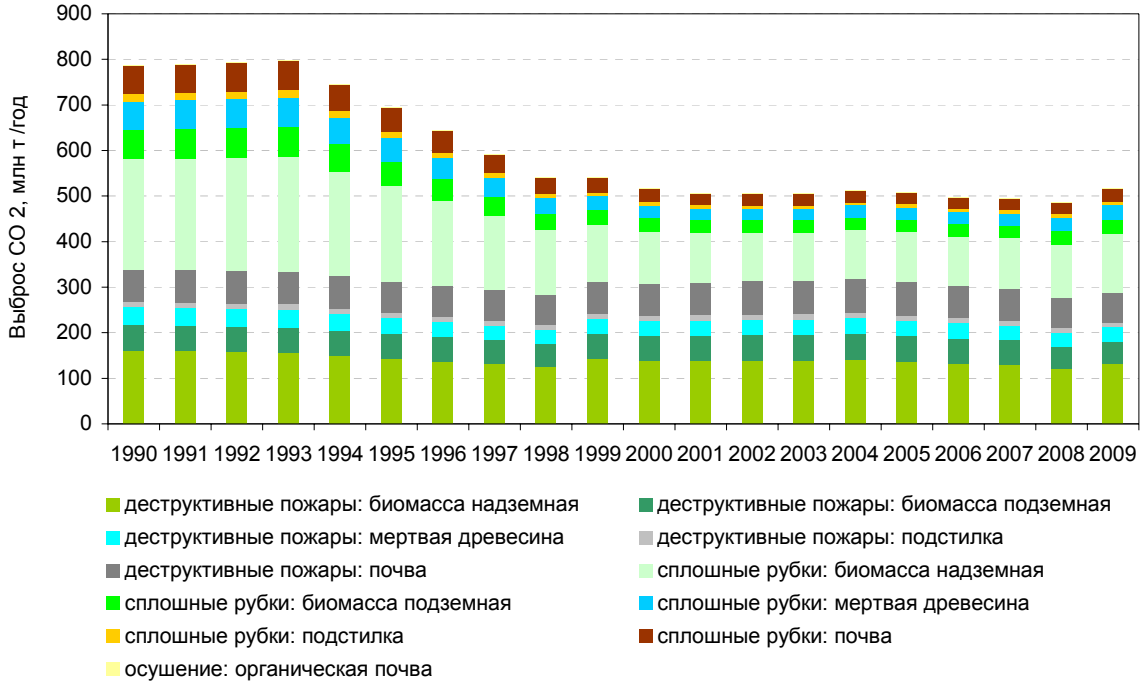


Рис. 10.15. Динамика выбросов CO_2 управляемыми лесами по пулам за период 1990-2009 гг.

Таблица 10.7

Потери углерода управляемыми лесами в результате пожаров и других антропогенных воздействий

Годы	Потери углерода управляемыми лесами, тыс. т С год$^{-1}$			
	Деструктивные пожары и другие причины гибели насаждений	Сплошные рубки	Осушение органических почв	Всего потерь
1990	92 567,8	121 729,4	374,5	214 671,6
1991	92 172,9	122 947,7	374,5	215 495,1
1992	91 725,7	124 279,6	374,5	216 379,8
1993	91 211,7	125 933,5	374,5	217 519,7
1994	88 353,1	114 791,3	374,5	203 519,0
1995	85 502,5	103 675,1	374,5	189 552,1
1996	82 659,8	92 583,4	374,5	175 617,7
1997	79 824,8	81 514,2	374,5	161 713,5
1998	76 997,4	70 464,6	374,5	147 836,5
1999	85 129,0	61 974,3	362,9	147 466,2
2000	83 788,3	56 653,9	351,3	140 793,5
2001	84 727,5	53 309,5	339,7	138 376,8
2002	85 516,6	52 223,9	328,1	138 068,6
2003	85 717,5	51 790,2	316,4	137 824,1
2004	86 913,8	52 486,9	316,4	139 717,1
2005	84 799,6	53 619,7	316,4	138 735,7
2006	82 755,7	52 737,1	316,4	135 809,2
2007	80 762,1	54 021,9	316,4	135 100,3
2008	75 303,3	57 288,6	312,0	132 903,9
2009	78 816,6	61 861,2	312,0	140 989,8

Таблица 10.8

Выбросы CH_4, и N_2O в управляемых лесах России

Год	Выброс от пожаров, тыс. т CO_2-экв. год$^{-1}$		Выброс от осушения органических почв, тыс. т CO_2-экв. год$^{-1}$	Суммарный выброс, тыс. т CO_2-экв. год$^{-1}$
	CH_4	N_2O	N_2O	
1990	10036,0	8195,6	254,0	18485,6
1991	9092,0	7424,7	254,0	16770,7
1992	9211,3	7522,1	254,0	16987,3
1993	9283,6	7581,2	254,0	17118,8
1994	8822,2	7204,3	254,0	16280,5
1995	8400,2	6859,8	254,0	15514,0
1996	10518,1	8589,2	254,0	19361,3
1997	8484,6	6928,7	254,0	15667,2
1998	13378,6	10925,2	254,0	24557,7
1999	8914,8	7280,0	246,1	16440,9
2000	9840,3	8035,7	238,2	18114,2
2001	9532,4	7784,3	230,3	17547,0
2002	10549,0	8614,5	222,5	19386,0
2003	11905,1	9721,9	214,6	21841,6
2004	9079,3	7414,3	214,6	16708,2
2005	9599,0	7838,7	214,6	17652,4
2006	10099,9	8247,7	214,6	18562,2
2007	9561,5	7808,1	214,6	17584,1
2008	10906,1	8906,1	211,6	20023,9
2009	11620,2	9489,3	211,6	21321,1

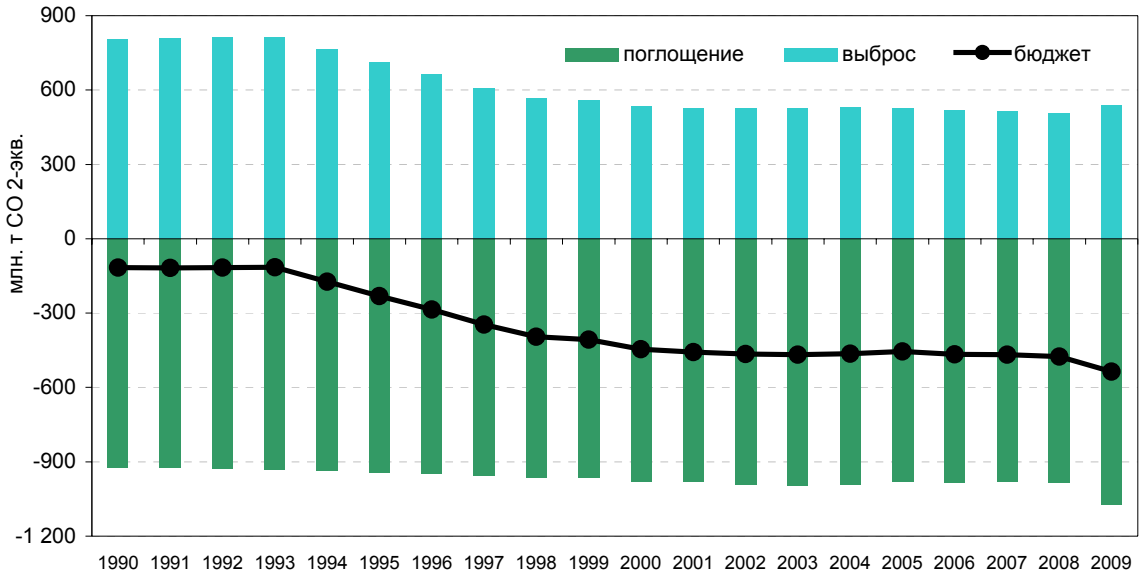


Рис. 10.16. Бюджет CO_2 управляемых лесов России без учета кустарников (в сумме по пулам фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы).

Итоговые величины углеродного баланса управляемых лесов Российской Федерации отражают всю совокупность мер по лесоуправлению: лесопользование, лесовосстановление, охрану и защиту лесов. Одной из основных причин, по которой леса за рассматриваемый период являлись стоком углерода, связана с двукратным снижением уровня лесопользования, имевшем место в начале 1990-х годов.

10.4.5.3 Отчетность Российской Федерации по статье 3 Киотского протокола

Таблица 10.9 показывает отчетность по изменениям углеродных пулов и по источникам парниковых газов, представленную Российской Федерацией по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола.

Таблица 10.10 демонстрирует суммарный бюджет углерода по видам деятельности, отчетность по которым предусмотрена в рамках статьи 3 Киотского протокола. Сравнение итоговых величин явно показывает, что процессы, связанные с изменением землепользования (облесение и обезлесение) приводят к существенно меньшим по абсолютным величинам потокам углерода по сравнению с лесоуправлением.

Необходимо отметить, что под понятие «лесовозобновление» подпадает деятельность Рослесхоза по созданию углероддепонирующих насаждений. Инвентаризация этих насаждений связана с получением более детальной информации, в полной мере подтверждающей их полное соответствие формальным критериям деятельности по лесовозобновлению, в том числе точной пространственной привязкой. Предполагается получить эти данные в будущем. В первые годы после создания таких насаждений величины поглощения углерода крайне малы. Однако в дальнейшем, по мере увеличения площадей и роста таких насаждений, накопленные запасы углерода будут увеличиваться. В связи с этим необходимо учитывать эффект этих насаждений по пункту «лесовозобновление» в будущем.

10.4.5.4 Анализ ключевых категорий для деятельности согласно статье 3.3 и любых видов деятельности согласно статье 3.4

Анализ ключевых категорий проводился согласно разделу 5.4.4 «Руководящих указаний МГЭИК по эффективной практике для ЗИЗЛХ» (2003). К ключевым категориям относится деятельность по управлению лесным хозяйством, поскольку связанные категории в кадастре парниковых газов (5.A.1 – Лесные земли, остающиеся лесными землями) являются ключевыми и поглощение парниковых газов в результате этого вида деятельности составляет 95,8% от суммы абсолютной оценки выбросов/поглощения (табл. 10.11).

10.5 Сведение к минимуму неблагоприятных последствий в соответствии с пунктом 14 статьи 3

В Российской Федерации планируются и осуществляются политика и меры, направленные на предотвращение антропогенных изменений климата и снижение воздействия на климатическую систему. Осуществление политики и мер выполняется в комплексе с решением таких задач, как повышение энергоэффективности и общей эффективности экономики, охрана окружающей среды, охрана здоровья населения. Указом Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. N 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» предусмотрено снижение к 2020 г. энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации не менее, чем на 40 процентов по сравнению с 2007 г., обеспечение рационального и экологически ответственного использования энергии и энергетических ресурсов, что приведет к значительному снижению удельных (на единицу ВВП) выбросов парниковых газов.

Таблица 10.9

Отчетность по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола, представленная Российской Федерацией по изменениям углеродных пулов и по источникам парниковых газов

Активность		Отчетность по изменениям углеродных пулов					Отчетность по источникам парниковых газов						
		Надземная биомасса	Подземная биомасса	Подстилка	Мертвая древесина	Почва	Удобрение	Осушение почв при управлении лесным хозяйством	Нарушения, связанные с конверсией земель в возделываемые земли	Известкование	Сжигание биомассы		
							N_2O	N_2O	N_2O	CO_2	CO_2	CH_4	N_2O
Статья 3.3	Облесение и лесовозобновление	R	R	R	R	R	NA			NA	IE[1)]	R	R
	Обезлесение	R	R	R	R	R			NO	NA	NO	NO	NO
Статья 3.4	Управление лесным хозяйством	R	R	R	R	R	NA	R		NA	R	R	R
	Управление пахотными землями	NA	NA	NA	NA	NA			NA	NA	NA	NA	NA
	Управление пастбищными землями	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA
	Восстановление растительного покрова	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA

Примечание: [1)] Выбросы CO_2 от сжигания биомассы включены в отчетность по изменениям углеродных пулов.

Таблица 10.10

Выбросы и абсорбция парниковых газов в Российской Федерации от видов деятельности, отчетность по которым предусмотрена пунктами 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола

Год	Выбросы (+) и абсорбция (-) и по виду деятельности, 10^3 т CO_2-экв. год$^{-1}$				
	Облесение	Лесовозобновление	Обезлесение	Управление лесным хозяйством	Всего
1990	-128	IE	33534	-116297	-82891
1991	-329	IE	29354	-117644	-88619
1992	-656	IE	29813	-115936	-86779
1993	-1030	IE	29719	-115059	-86370
1994	-1363	IE	26631	-173264	-147996
1995	-1666	IE	27460	-231220	-205426
1996	-1966	IE	26302	-284534	-260199
1997	-2218	IE	25597	-345597	-322218
1998	-2533	IE	24477	-394521	-372577
1999	-2722	IE	25569	-405298	-382451
2000	-2998	IE	24573	-444843	-423268
2001	-3147	IE	24002	-455575	-434720
2002	-3403	IE	23500	-463984	-443887
2003	-3612	IE	23778	-465809	-445642
2004	-3746	IE	23137	-462487	-443096
2005	-3903	IE	23739	-453764	-433928
2006	-3969	IE	23195	-465248	-446021
2007	-4109	IE	23857	-466232	-446485
2008	-4250	IE	22568	-474215	-455897
2009	-4261	IE	19286	-534568	-519543

Примечание: IE – деятельность по лесовозобновлению включена в отчетность по управлению лесным хозяйством.

Таблица 10.11

Анализ ключевых категорий для деятельности согласно статье 3.3 и любых видов деятельности согласно статье 3.4

Ключевая категория выброса или поглощения	Газ	Критерии, используемые для определения ключевой категории			Комментарии
		Связанные категории в кадастре парниковых газов являются ключевыми	Вклад категории больше чем наименьшая категория, рассматриваемая в качестве ключевой кадастре парниковых газов (включая сектор ЗИЗЛХ)	Иное	
Управление лесным хозяйством	CO_2	Лесные земли, остающиеся лесными землями (управляемые леса)	Да	Поглощение составляет 95,8 % от суммы абсолютной оценки выбросов / поглощения	-

«Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года», утвержденные распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2009 г. № 1-р, определяют цели и принципы использования возобновляемых источников энергии, содержат целевые показатели объема производства электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии и ее потребления в совокупном балансе производства и потребления электрической энергии, а также меры по достижению этих показателей. На период до 2020 года устанавливаются следующие значения целевых показателей объема производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии (без учета гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт): в 2010 г. – 1,5 %; в 2015 г. - 2,5 %; в 2020 г. – 4,5 %.

Российская Федерация обеспечивает себя энергоресурсами почти полностью за счет их внутренней добычи. В то же время, значительный объем энергоресурсов экспортируется.[26] (Данные об экспорте энергоресурсов в 2009 г. приведены в приложении 2 к настоящему докладу.) Российский природный газ замещает в странах-импортерах более карбоноемкие виды топлива, снижая, таким образом, выбросы в атмосферу парниковых газов, в первую очередь, CO_2. Экспорт осуществляется как в развитые, так и в развивающиеся страны. В частности, в соответствии с долгосрочным соглашением о сотрудничестве между Российской Федерацией и Китайской народной республикой (КНР), в рамках строительства нефтепроводной системы "Восточная Сибирь - Тихий океан" построен отвод в КНР. Его открытие состоялось в сентябре 2010 года. С 1 января 2011 года начата транспортировка нефти. Объем поставок нефти составит 15 млн. т ежегодно в течение 20 лет.

В сентябре 2010 г. Российская Федерация и Китайская народная республика согласовали порядок поставок природного газа из России в Китай. Доставка природного газа будет производиться по двум направлениям: западному – из Западной Сибири и восточному – с месторождений Восточной Сибири, Дальнего Востока и Сахалина. Планируемый объем поставок российского газа – около 30 млрд. $м^3$ в год. Начало поставок запланировано на 2015 год. Поставки природного газа будут способствовать сокращению потребления в КНР угольного топлива и внедрению современных технологий в энергетическом секторе.

Также, Российская Федерация осуществляет укрепление потенциала в области предотвращения изменения климата в развивающихся странах путем подготовки квалифицированных специалистов. Обучение осуществляется в высших учебных заведениях и в аспирантуре в рамках соответствующих международных соглашений. Помимо обучения специалистов из развивающихся стран производится обучение студентов и аспирантов из стран СНГ. По специальности «Метеорология» и смежныцм специальностям в 2010 г. в РФ обучались 266 иностранных студентов (в том числе 56 из развивающихся стран, являющихся Сторонами РКИК ООН и Киотского протокола и 210 из стран СНГ) и 17 аспирантов (в том числе 12 из развивающихся стран и 5 из стран СНГ).

Общее число иностранных студентов, проходивших обучение в период 1990-2009 гг. составляет 1819 (из них 1164 из развивающихся стран и 655 из стран СНГ), а иностранных аспирантов – 455, включая 431 из развивающихся стран и 24 из стран СНГ.

Литература и источники данных

1. Охрана окружающей среды. Экологический отчет ОАО Газпром за 2008 год. М.: ОАО Газпром, 2009, -59 с.
2. Нефть и капитал. 2010, № 10.
3. Пятое национальное сообщение Российской Федерации. (Под ред. Ю.А. Израэля, А.И. Бедрицкого, А.В. Фролова, В.Г. Блинова и др.) - М.: 2010, -196 с. (http://unfccc.int/resource/docs/natc/rus_nc5_resubmit.pdf).

[26] Данные по экспорту энергоресурсов за 2009 г. приведены в приложении 2 к настоящему докладу.