



**РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД**

**О КАДАСТРЕ**

**антропогенных выбросов из источников**

**и абсорбции поглотителями**

**парниковых газов**

**не регулируемых Монреальским протоколом**

**за 1990 – 2011 гг.**

**Часть 1**

**Москва 2013**

**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);  
Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы);  
Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр);  
Федеральная служба государственной статистики (Росстат);  
Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор)  
Федеральная таможенная служба (ФТС России).

*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., Гинзбург В.А., к.г.н., Грабар В.А., к.б.н., Имиенник Е.В., к.г.н., Карабань Р.Т., к.с.-х.н., Коротков В.Н., к.б.н., Манзон Д.А., к.г.н., Говор И.Л., Кузовкин В.В., Смирнов В.Д., Смирнов Н.С., Уварова Н.Е., Трунов А.А.*

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

*В докладе использованы материалы, предоставленные следующими организациями: ОАО «Федеральный центр геоэкологических систем», ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации», Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, ФГУБУН Институт угля Сибирского отделения РАН, ОАО «Газпром», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Российский государственный гидрометеорологический университет, Объединенная компания РУСАЛ, ОАО «Концерн Росэнергоатом», 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](mailto: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: [semenov@igce.ru](mailto:semenov@igce.ru)

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Содержание .....</b>	<b>3</b>
<b>Резюме .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Введение .....</b>	<b>11</b>
1.1 Национальные условия, имеющие отношение к разработке кадастра парниковых газов Российской Федерации .....	11
1.2 Организация и разработка национального кадастра Российской Федерации. Национальная система оценки. Методология и источники данных .....	14
1.3 Обеспечение и контроль качества .....	17
1.5 Состав доклада о кадастре .....	23
1.6. Общая оценка неопределенности .....	23
Литература и источники данных .....	24
<b>2. Тенденции изменения выбросов и абсорбции парниковых газов .....</b>	<b>25</b>
2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов .....	25
2.2 Тенденции выбросов по секторам .....	28
2.3 Тенденции выбросов по газам .....	30
Литература и источники данных .....	31
<b>3. Энергетика (сектор 1 ОФД) .....</b>	<b>32</b>
3.1 Обзор по сектору .....	32
3.2 Сжигание топлива (1.А) .....	34
3.3 Выбросы от утечек и испарения топлив (1.В) .....	68
3.4 Выбросы от международного бункерного топлива (1.С1) .....	96
Литература и источники данных .....	103
<b>4. Промышленные процессы (сектор 2 ОФД) .....</b>	<b>106</b>
4.1 Обзор по сектору .....	106
4.2 Продукция, производимая из минерального сырья (2.А) .....	107
4.3 Химическая промышленность (2.В) .....	119
4.4 Металлургия (2.С) .....	131
4.5 Другие производства (2.Д) .....	143
4.6 Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.Е) .....	146
4.7 Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы .....	152
Литература и источники данных .....	164
<b>5. Использование растворителей и другой продукции (сектор 3 ОФД) .....</b>	<b>166</b>
5.1 Обзор по сектору .....	166
5.2 Использование красителей (3.А) .....	166
5.3 Обезжиривание и химическая чистка (3.В) .....	166
5.4 Полиграфическая промышленность, использование клеев и адгезивов, бытовое использование растворителей и прочие виды использования растворителей (3.С) .....	169
5.5 Прочие (3.Д) .....	169
5.6 Оценка и контроль качества, планируемые усовершенствования .....	169
Литература и источники данных .....	170
<b>6. Сельское хозяйство (сектор 4 ОФД) .....</b>	<b>171</b>
6.1 Обзор по сектору .....	171
6.2 Методология сбора данных о деятельности по сектору сельского хозяйства .....	173

6.3 Выбросы $\text{CH}_4$ при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (4А)	174
6.4 Выбросы $\text{CH}_4$ от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Вa) .....	184
6.5 Выбросы $\text{N}_2\text{O}$ от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Вb) .....	188
6.6 Рисоводство (4С) .....	193
6.7 Прямые выбросы $\text{N}_2\text{O}$ от сельскохозяйственных земель (4D1) .....	195
6.8 Навоз пастбищ и огороженных выпасов (4D2) .....	200
6.9 Косвенный выброс $\text{N}_2\text{O}$ от сельскохозяйственных земель (4D3) .....	200
6.10 Неопределенность оценок выбросов .....	201
6.11 Обеспечение и контроль качества .....	203
6.12 Пересчеты и планируемые усовершенствования .....	210
Литература и источники данных .....	212
<b>7. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (Сектор 5 ОФД) .....</b>	<b>215</b>
7.1 Обзор по сектору .....	215
7.2 Характеристика источников и поглотителей парниковых газов .....	226
7.3 Методология сбора данных о деятельности в секторе лесного хозяйства .....	230
7.4 Методика расчетов, данные о деятельности, параметры и величины выбросов и их верификация .....	233
7.5 Неопределенность оценок выбросов и абсорбции и последовательность временных рядов .....	329
7.6 Обеспечение и контроль качества, пересчеты и планируемые усовершенствования .....	334
Литература и источники данных .....	339
<b>8. Отходы (сектор 6 ОФД) .....</b>	<b>347</b>
8.1 Обзор по сектору .....	347
8.2 Захоронение твердых отходов на свалках и полигонах (6.А) .....	349
8.3 Очистка сточных вод (6.В) .....	356
8.4 Выбросы от сжигания отходов (6.С) .....	374
Литература и источники данных .....	376
<b>9. Пересчеты и усовершенствования .....</b>	<b>378</b>
Литература и источники данных .....	379
<b>10. Дополнительная информация согласно пункту 1 статьи 7 Киотского протокола .....</b>	<b>380</b>
10.1 Информация о российской системе оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов .....	380
10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2012 году .....	380
10.3 Дополнительная информация о деятельности в области землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства согласно статьям 3.3 и 3.4 .....	391
10.4 Сведение к минимуму неблагоприятных последствий в соответствии с пунктом 14 статьи 3 .....	420
Литература и источники данных .....	421

## РЕЗЮМЕ

Российская Федерация ратифицировала рамочную Конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) 4 ноября 1994г<sup>1</sup>. В 2004 году Российская Федерация ратифицировала Киотский протокол к РКИК ООН<sup>2</sup>. В результате ратификации Россией условия вступления протокола в силу, предусмотренные его статьей 25, были выполнены и 16 февраля 2005г. Киотский протокол вступил в действие как для самой Российской Федерации, так и для всех остальных участвующих в этом международном соглашении государств.

В 2006г., в соответствии с требованиями Киотского протокола были созданы российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов (далее – система оценки) и российский реестр углеродных единиц<sup>3</sup>. Функции уполномоченного национального органа по системе оценки выполняет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Функции администратора российского реестра углеродных единиц выполняет ОАО «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<sup>4</sup>, перечисленные федеральные органы исполнительной власти должны обеспечить ежегодное представление в Росгидромет соответствующих данных и информации.

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и Российской академии наук» (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<sup>5</sup>.

В соответствии со статьей 12, пункт 1а РКИК ООН, российский Национальный кадастр включает информацию о следующих парниковых газах: диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), закись азота (N<sub>2</sub>O), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и гексафто-

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

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

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

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

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

рид серы ( $\text{SF}_6$ ). 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 ( $\text{CO}$ ), оксидам азота ( $\text{NO}_x$ ) и неметановым летучим органическим соединениям (НМЛОС), а также по диоксиду серы ( $\text{SO}_2$ ).

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<sup>6</sup>, а также требования к дополнительной информации, представление которой предусмотрено статьей 7 Киотского протокола.

Настоящий Национальный доклад о кадастре включает материалы, характеризующие кадастровые данные за 1990-2011 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 ( $\text{CO}_2$ -экв.) используются потенциалы глобального потепления МГЭИК 1995г., 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, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ)<sup>7</sup>. 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 2011г. совокупный выброс парниковых газов, без учета сектора ЗИСХЛ, на 16,3% превышал выброс 1998г., но оставался на 30,8% ниже выброса 1990г.

В 2011 году происходило общее увеличение выбросов парниковых газов (за исключением сектора ЗИСЛХ – уменьшение абсорбции  $\text{CO}_2$  на 3,4% по сравнению с предыдущим годом). Наибольший рост выбросов за последний год был зафиксирован в секторе «Энергетика» и составил 5,3% от уровня 2010г., наименьший – в секторе «Использование растворителей и другой продукции» (1,1% от уровня 2010г.).

Распределение выбросов по секторам в течение 1990-2011 гг. изменилось не очень значительно. По абсолютной величине доминируют выбросы энергетического сектора (в 1990 и 2011 гг. их доля составила соответственно 81,1% и 82,7%). Уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора, в котором на протяжении 1998-2011 гг., в отличие от других секторов, существенного роста выбросов не происходило (9,5% и 6,2% соответственно в 1990 и 2011 гг.). В противоположность другим секторам, выбросы, связанные с отходами, превысили уровень базового года, достигнув в 2011 году величины 132,3% от выбросов 1990г.

<sup>6</sup> Документ РКИК ООН FCCC/SBSTA/2006/9.

<sup>7</sup> Данный сектор не подпадает под действие Киотского протокола.

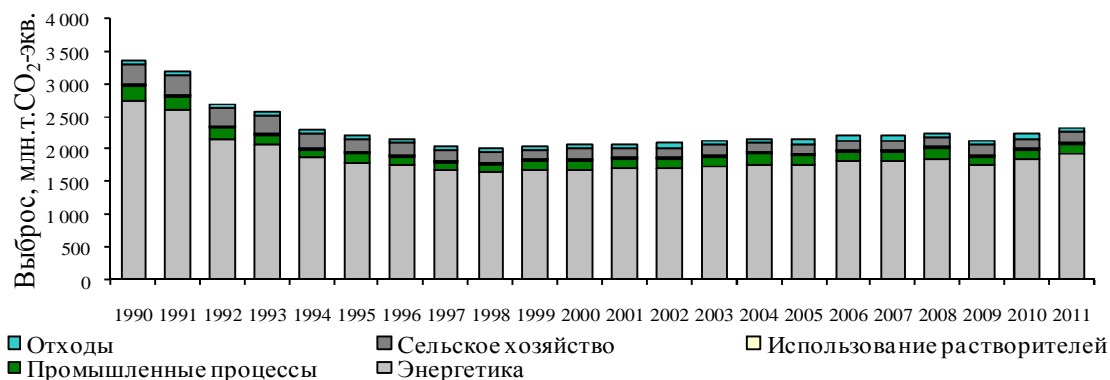


Рис. Р.1. Антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

Совокупный выброс парниковых газов в Российской Федерации без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» в 2011 году составил 2 320,83 млн.т. CO<sub>2</sub>-экв.

Динамика выбросов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» характеризуется отчетливо выраженным трендом увеличения поглощения и снижения выбросов в период 1990-2011 гг., причины которого связаны:

- ✓ с более чем двукратным падением уровня лесопользования в начале 1990-х годов;
- ✓ с уменьшением выброса от пахотных земель (в связи с сокращением посевных площадей и доз вносимых органических удобрений, а также увеличением средней урожайности большинства культурных растений в последние годы);
- ✓ 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 ЗИЗЛХ складывающийся из выбросов пахотных земель, лесных пожаров, от деятельности по сведению лесов, известкования, осушения органических почв, торфоразработок и перевода пахотных земель в поселения, 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. В 2011г. абсорбция, происходившая в данном секторе, компенсировала 27,1% совокупного выброса парниковых газов, происходившего в других секторах. Выбросы парниковых газов с разбивкой по газам в период 1990-2011 гг. представлены в таблице Р.2.

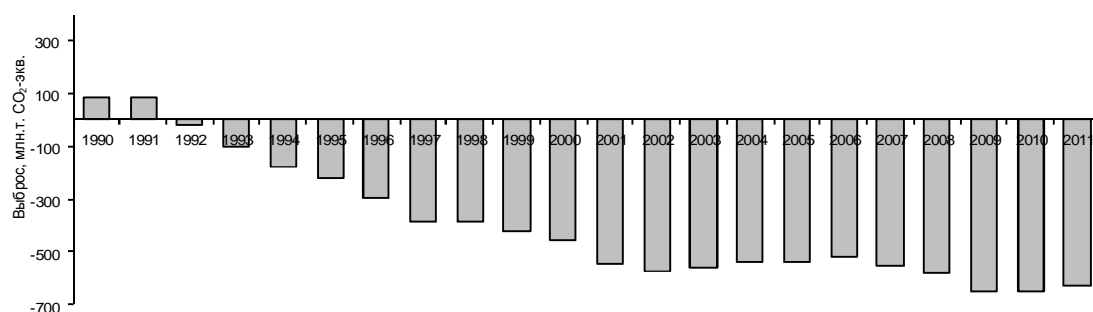


Рис. Р.2. Динамика антропогенной эмиссии и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

Таблица Р.1

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

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Энергетика										
2714,71	2589,32	2145,90	2065,72	1848,73	1777,99	1748,89	1657,04	1645,73	1671,08	1668,02
Промышленные процессы										
257,43	224,07	202,51	168,65	143,97	154,31	140,12	139,81	134,11	151,16	166,68
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
Сельское хозяйство										
318,12	304,26	280,19	260,18	236,21	212,83	194,73	181,43	161,83	149,33	152,98
Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство										
84,51	88,02	-14,09	-101,98	-174,98	-219,32	-291,94	-386,80	-386,61	-423,10	-457,93
Отходы										
61,12	59,65	56,36	53,94	52,03	53,38	52,34	53,20	54,18	56,55	58,83
Всего <sup>1)</sup>										
3436,46	3265,85	2671,38	2447,02	2106,48	1979,70	1844,65	1645,18	1609,77	1605,53	1589,11

<sup>1)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.

Таблица Р.1 (продолжение)

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

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Энергетика										
1687,28	1690,02	1728,56	1754,62	1739,31	1796,38	1791,76	1834,14	1737,24	1824,32	1920,40
Промышленные процессы										
167,72	166,01	167,75	176,60	178,54	187,44	190,71	180,38	158,12	172,70	174,96
Использование растворителей и другой продукции										
0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,56	0,56	0,57
Сельское хозяйство										
154,32	153,51	149,53	147,36	141,68	140,57	143,23	148,03	147,32	141,85	144,04
Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство										
-544,85	-576,07	-560,68	-541,90	-540,53	-520,30	-550,18	-578,46	-646,61	-650,61	-628,43
Отходы										
60,34	62,03	64,01	66,11	68,69	71,17	73,29	74,33	78,18	77,83	80,86
Всего <sup>1)</sup>										
1525,33	1496,02	1549,71	1603,32	1588,22	1675,80	1649,35	1658,96	1474,82	1566,66	1692,40

<sup>1)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.



Таблица Р.2

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

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CO <sub>2</sub> , с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>										
2564,08	2422,81	1899,28	1714,47	1430,72	1337,47	1221,86	1055,44	1020,61	1029,85	994,39
CO <sub>2</sub> , без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>										
2498,54	2352,21	1931,03	1834,25	1622,36	1572,60	1533,87	1458,38	1432,74	1469,90	1471,34
Метан (CH <sub>4</sub> ), с учетом ЗИЗЛХ										
603,76	586,49	539,73	524,06	488,75	469,65	459,77	432,82	438,45	434,03	444,81
Метан (CH <sub>4</sub> ), без учета ЗИЗЛХ										
593,58	577,18	530,30	514,55	479,82	461,18	449,00	424,19	424,70	424,94	434,63
Закись азота (N <sub>2</sub> O), с учетом ЗИЗЛХ										
227,32	215,98	198,63	183,06	164,19	149,93	142,41	134,14	125,39	115,97	120,88
Закись азота (N <sub>2</sub> O), без учета ЗИЗЛХ										
218,53	207,86	190,41	174,78	156,46	142,59	133,10	126,63	113,61	108,12	112,04
Гидрофторуглероды (ГФУ)										
28,41	27,06	22,29	14,45	12,24	12,22	10,77	14,26	17,29	17,95	21,04
Перфторуглероды (ПФУ)										
11,68	12,42	11,10	10,80	10,49	10,02	8,79	7,47	7,18	7,05	7,30
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )										
1,20	1,09	0,35	0,17	0,10	0,42	1,05	1,05	0,85	0,68	0,70
Всего, с учетом ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>										
3436,46	3265,85	2671,38	2447,02	2106,48	1979,70	1844,65	1645,18	1609,77	1605,53	1589,11
Всего, без учета ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>										
3351,94	3177,83	2685,47	2549,00	2281,46	2199,02	2136,59	2031,97	1996,37	2028,64	2047,04

<sup>1)</sup> Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство.

<sup>2)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.

Таблица Р.2 (продолжение)

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

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO <sub>2</sub> , с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>										
927,22	894,83	937,14	964,59	966,08	1040,90	1010,29	1010,15	857,77	927,83	1036,24
CO <sub>2</sub> , без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>										
1490,39	1491,34	1521,29	1523,53	1524,79	1581,87	1578,90	1609,35	1526,42	1598,21	1684,43
Метан (CH <sub>4</sub> ), с учетом ЗИЗЛХ										
449,09	456,03	472,87	499,45	483,54	496,85	500,06	504,09	476,62	501,73	517,30
Метан (CH <sub>4</sub> ), без учета ЗИЗЛХ										
439,27	445,08	460,31	490,26	473,76	485,79	490,17	492,91	464,72	491,08	506,64
Закись азота (N <sub>2</sub> O), с учетом ЗИЗЛХ										
121,63	123,52	122,18	118,66	117,08	118,49	120,27	125,75	126,97	122,89	126,66
Закись азота (N <sub>2</sub> O), без учета ЗИЗЛХ										
113,13	114,04	111,27	110,80	108,69	108,89	111,73	116,19	116,81	113,77	117,57
Гидрофторуглероды (ГФУ)										
19,90	15,17	11,41	14,38	15,45	14,01	13,54	14,42	10,15	10,86	9,14
Перфторуглероды (ПФУ)										
6,63	5,52	5,01	5,01	4,72	4,18	3,80	3,72	2,52	2,68	2,54
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )										
0,87	0,94	1,10	1,24	1,34	1,36	1,39	0,83	0,79	0,67	0,51
Всего, с учетом ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>										
1525,33	1496,02	1549,71	1603,32	1588,22	1675,80	1649,35	1658,96	1474,82	1566,66	1692,40
Всего, без учета ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>										
2070,19	2072,10	2110,39	2145,22	2128,75	2196,10	2199,53	2237,42	2121,42	2217,27	2320,83

<sup>1)</sup> Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство.<sup>2)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.

Величина резерва первого периода выполнения Киотского протокола (неснижаемый остаток единиц в национальном реестре, рассчитываемый ежегодно) составляет 11 604 171 915 т. CO<sub>2</sub>-экв.

## 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 1994г.<sup>8</sup>. В 2004 году Российская Федерация ратифицировала Киотский протокол к РКИК ООН<sup>9</sup>. В результате ратификации Россией условия вступления протокола в силу, предусмотренные его статьей 25, были выполнены, и 16 февраля 2005г. Киотский протокол вступил в действие, как для самой Российской Федерации, так и для всех остальных участвующих в этом международном соглашении государств.

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

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 2008г., 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).

---

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

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

<sup>10</sup> Распоряжения Правительства Российской Федерации соответственно от 1 марта 2006г. № 278-р и от 20 февраля 2006г. № 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 абсорбции парниковых газов должны, согласно обязательствам РФ по Киотскому протоколу, обеспечить неперевышение в период 2008-2012 гг. совокупного антропогенного выброса парниковых газов, включенных в Приложение А Киотского протокола, равного по величине пятикратному выбросу базового года. Установленное количество выбросов на первый период действия Киотского протокола составляет для Российской Федерации 16 617 095 319 тонн CO<sub>2</sub>-экв. (Уточнение..., 2008).

Российская Федерация занимает большую часть Восточной Европы и Северную Азию. Площадь ее территории составляет 17 098,2 тыс. км<sup>2</sup> (первое место в мире). Наибольшая протяженность в меридиональном направлении – 2,5-4,0 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 Росреестра, площадь лесных земель составляет 897 млн. га или 52,5% земельной площади страны. Сельскохозяйственные угодья занимают 220 млн. га или 12,9% земельной площади страны.

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 66,3% (табл. 1.1). Начавшийся в 2008г. мировой кризис привел к падению в 2009г. ВВП на 7,8% и промышленного производства на 9,3% по сравнению с 2008г. В 2010 году началось преодоление кризисных явлений в экономике, сопровождавшееся ростом ВВП на 4,3% (на 8,2% по сравнению с 2009г.). В 2011г. продолжился рост ВВП (на 4,3% по сравнению с 2010г.). Однако наметилось снижение роста промышленного производства (уменьшение с 8,2% в 2010г. до 4,7% в 2011). В 2011г. произошло восстановление производства сельскохозяйственной продукции, спад которого был вызван экстремальными природными явлениями лета 2010г. (табл. 1.1; Российский статистический ежегодник, 2012).

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	2010	2011
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	104,3	104,3
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	108,2	104,7
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	88,7	123,0
Численность населения <sup>1)</sup> (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	142,9	143,0

<sup>1)</sup> Данные за 2000-2009 гг. приведены без учета, данные за 2010г. – с учетом итогов Всероссийской переписи населения 2010г.

Таблица 1.2

Производство первичных энергоресурсов (млн.т условного топлива)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего, в том числе:	1 419	1 465	1 516	1 619	1 687	1 722	1 765	1 781	1 796	1 706	1 812	1 855
нефть, включая газовый конденсат	463	498	543	603	657	672	687	702	698	707	723	733
естественный газ	674	671	687	716	730	739	757	752	766	674	752	774
Уголь	172	182	174	188	182	193	201	204	212	202	215	225
топливный торф (условной влажно- сти)	0,7	1,0	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5
Сланцы	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,1	–	0,2	0,2	0,1	0,01	–
Дрова	5,7	5,2	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	5,2	4,4	4,2	4,2	4,3
электроэнергия, вы- рабатываемая гидро- атомными, геотер- мальными и ветро- выми электростан- циями	103	108	106	106	112	112	115	117	114	118	117	118

Таблица 1.3

Производство электроэнергии электростанциями (млрд. кВт-ч.)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Все электростанции, в том числе:	878	891	891	916	932	953	996	1015	1040	992	1038	1055
Тепловые	582	578	585	608	609	629	664	676	710	652	699	714
Гидроэлектростанции	165	176	164	158	178	175	175	179	167	176	168	168
Атомные	131	137	142	150	145	149	156	160	163	164	171	173

Одним из наиболее активно развивающихся секторов в стране является транспорт. С 2000 по 2011 гг. интенсивно развивались грузоперевозки, грузооборот транспорта за этот период возрос на 35,1%. В 2009г. в связи с кризисом произошло сокращение грузооборота на 10,1% по сравнению с 2008г. В 2011г. уровень грузооборота восстановился до уровня 2007г. и составил 4915 млрд. т км.

Протяженность эксплуатационной длины путей сообщения общего пользования в конце 2011г. составляла 86 тыс. км для железных дорог и 841 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием (включая дороги необщего пользования). Значительный вклад в общие выбросы парниковых газов в РФ вносит транспорт нефти и газа по магистральным трубопроводам, объемы которых в 2011г. составили 543,8 млн. т. и 555,1 млн. т. соответственно. Протяженность магистральных газо- и нефтепроводов в 2011 году равнялась соответственно 171 и 51 тыс. км.

В период с 2000 по 2011 гг. произошло увеличение частного парка автомашин на 81,3%. Одновременно в этот же период уменьшились перевозки пассажиров транспортом общего пользования на 51,2%.

## 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 2006г. № 278-р была создана российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой. Система оценки создана для:

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

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

Росгидромет совместно с Минэкономразвития России, МПР России, Минпромэнерго России, Минтрансом России, Минсельхозом России, Минрегионом России, Росстатом и Ростехнадзором<sup>12</sup> 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,<sup>13</sup> перечисленные федеральные органы исполнительной власти должны обеспечить ежегодное представление в Росгидромет соответствующих данных и информации.

В рамках системы на 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, разработанных МГЭИК. Согласно методологии МГЭИК, исходными данными о деятельности для выполнения оценок выбросов и абсорбции являются материалы национальной или ведомственной

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

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

<sup>13</sup> Зарегистрирован в Минюсте России 29 сентября 2006г. Рег. № 8335.

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 2011г.



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, в случае необходимости, коррекция данных за предыдущий период.

Методическую основу оценки выбросов и абсорбции парниковых газов составляют Пересмотренные руководящие принципы МГЭИК 1996г. (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.<sup>14</sup> 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, расчетов 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

<sup>14</sup> Документы FCCC/SBSTA/2004/8 и FCCC/SBSTA/2006/9.

материалов кадастра специалистами и общественностью. Как показано на рисунке 1.3, мероприятия по обеспечению качества включают:

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

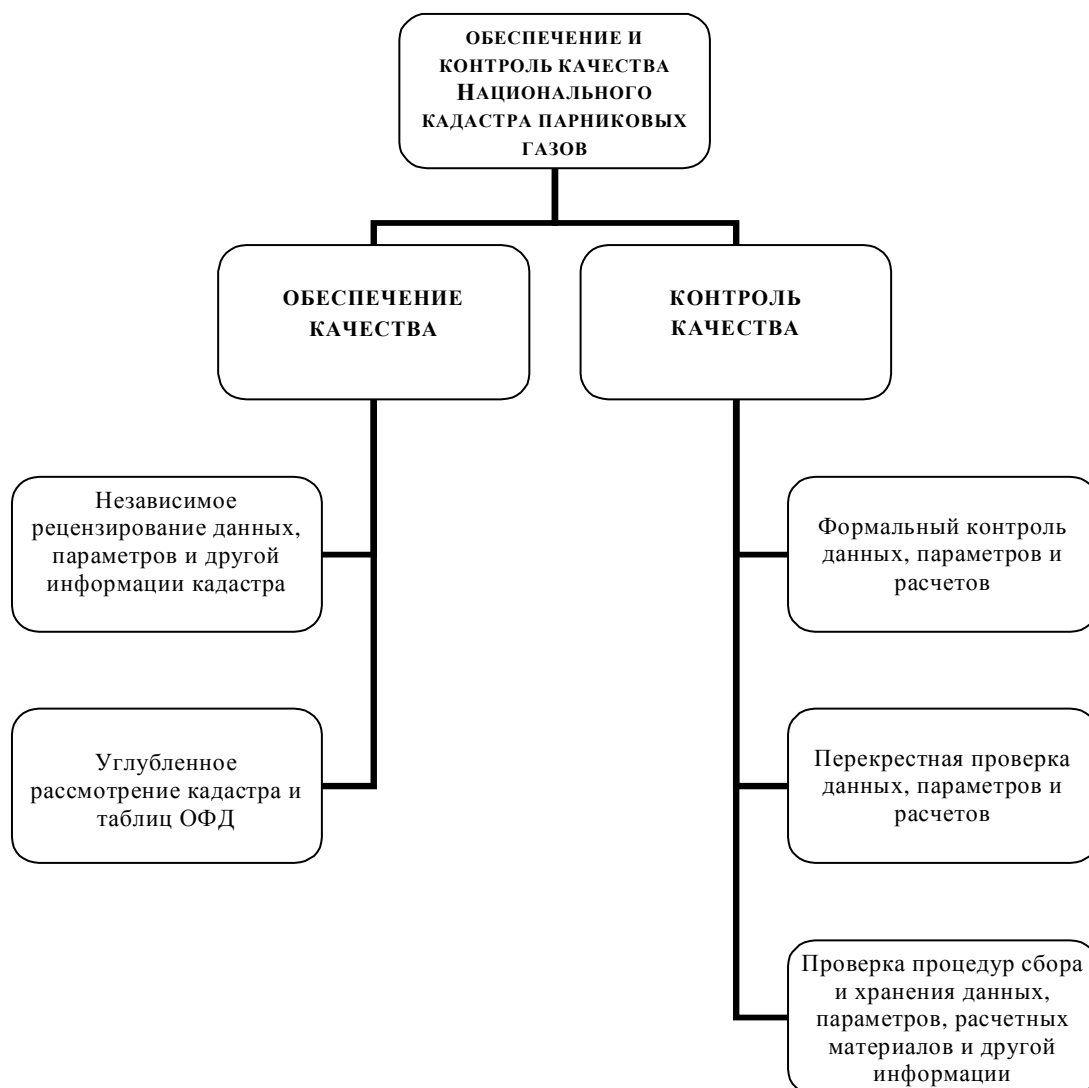


Рис. 1.3. Организационная диаграмма обеспечения и контроля качества Национального кадастра парниковых газов Российской Федерации

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  $\text{CO}_2$ -эквиваленте) выбросе составляет 95% и все источники, суммарная доля которых в общем тренде выбросов (с базового по текущий год) составляет 95%. При расчете по уровню 2 к ключевым категориям относят все категории, суммарный вклад которых в неопределенность (погрешность) расчета общего выброса составляет 90%. Более подробные сведения о методиках определения ключевых категорий приведены в руководствах (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003).

В данном кадастре приведены результаты определения ключевых категорий, выполненные в соответствии с методом уровня 1. Обобщенные результаты содержатся в таблицах 1.4 и 1.5. Более подробные данные по ключевым категориям приводятся в приложении 1 к настоящему докладу.

В соответствии с требованиями руководства (МГЭИК, 2003), анализ ключевых категорий проводился в двух вариантах. В таблице 1.4 приводятся результаты, полученные для случая, когда сектор «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» исключался из анализа, а в таблице 1.5 – результаты, полученные с учетом сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство». Как видно из таблиц, добавление в анализ категорий источников, относящихся к данному сектору, в зависимости от использованного критерия, либо не приводит к увеличению количества ключевых категорий, либо увеличивает это количество на 1-3 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 последний год кадастра составляет 26 категории без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» и 24 категории с учетом этого сектора. Можно считать, что именно эти категории источников оказывают определяющее влияние на величину и динамику общего выброса парниковых газов в стране. В настоящее время наибольшие вклады как в величину общего выброса, так и в его тренд вносят источники, относящиеся к секторам «Энергетика» и «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» (табл. 1.5).

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 рассматриваемый период не был монотонным: падение выбросов, характерное для начала периода, и, в меньшей степени, для 2009г., 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 1998г.)

Таблица 1.4

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	2011	2011
Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	1	1	2
Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	3	2	3
1.B.2.B Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	4	3	4
1.AA.3.B Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	5	4	5
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	2	5	1
1.AA.3.E Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	6	6	+
2.C.1.2, 2.C.1.3 2.C.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO <sub>2</sub>	9	7	16
4.D.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	7	8	11
6.A Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	16	9	6
1.B.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	10	10	
4.A Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	8	11	7
1.B.2.C Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	17	12	8
2.A.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	14	13	
Стационарное сжигание – другие виды топлива	CO <sub>2</sub>	22	14	13
1.B.2.C Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	18	15	17
1.B.2.A Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	20	16	19
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	12	17	12
4.D.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	11	18	10
2.B.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	+	19	22
6.B.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	+	20	+
2.A.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO <sub>2</sub>	13	+	15
1.AA.3.A Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	19	+	+
6.B.2.1 Очистка коммунальных стоков	CH <sub>4</sub>		+	
2.A.2 Производство извести	CO <sub>2</sub>		+	
2.C.1.1. Производство стали	CO <sub>2</sub>		+	
1.AA.3.C Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	21		18
2.C.3 Производство алюминия	ПФУ			20
2.E.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	15		9
1.AA.3.D Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	+		14
2.F.1 Использование фторированных заменителей ОРВ для кондиционирования воздуха и охлаждения	ГФУ			21
1.AA.3.B Автомобильный транспорт, жидкое топливо	N <sub>2</sub> O			+
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	CH <sub>4</sub>	+		+
Количество ключевых источников		22	20	22

Знаком (+) отмечены категории, приближающиеся к ключевым.

Таблица 1.5

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	2011	2011
Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	1	1	1
5.A.1 Лесные земли	CO <sub>2</sub>	6	2	2
Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	3	3	3
1.B.2.B Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	4	4	4
1.AA.3.B Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	7	5	6
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	2	6	5
5.B.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	5	7	10
1.AA.3.E Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	8	8	11
5.C.2 Земли, переведенные в сенокосы и пастбища	CO <sub>2</sub>		9	12
2.C.1.2, 2.C.1.3 2.C.1.5 Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO <sub>2</sub>	11	10	13
4.D.1 Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	9	11	7
6.A Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	19	12	8
1.B.1 Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	12	13	9
4.A Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	10	14	14
1.B.2.C Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	20	15	19
2.A.1 Производство цемента	CO <sub>2</sub>	17	16	22
Стационарное сжигание - другие виды топлива	CO <sub>2</sub>	25	17	15
5.E.2 Земли, переведенные в поселения	CO <sub>2</sub>	15	18	+
1.B.2.C Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	21	19	16
1.B.2.A Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	23	20	18
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	14	21	17
4.D.3 Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	13	22	20
2.B.1 Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	+	23	+
6.B.1 Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	+	+	21
2.A.3 Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO <sub>2</sub>	16	+	+
5.A.1 Лесные земли	CH <sub>4</sub>		+	+
1.AA.3.A Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	22	+	
6.B.2.1 Очистка коммунальных стоков	CH <sub>4</sub>		+	+
5.A.1 Лесные земли	N <sub>2</sub> O			+
1.AA.3.C Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	24		
1.AA.3.D Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	+		
2.E.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	18		
4.B Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	CH <sub>4</sub>	+		
2.A.2 Производство извести	CO <sub>2</sub>	+		
Количество ключевых источников		25	23	21

Знаком (+) отмечены категории, приближающиеся к ключевым.

## 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<sub>2</sub>), метана (CH<sub>4</sub>), закиси азота (N<sub>2</sub>O), гидрофторуглеродов (ГФУ), перфторуглеродов (ПФУ) и гексафторида серы (SF<sub>6</sub>), а также газов с косвенным парниковым эффектом – окислов азота (NO<sub>x</sub>) окиси углерода (CO), и диоксида серы (SO<sub>2</sub>). Расчеты произведены для всех секторов и большинства категорий источников МГЭИК. Для пересчета выбросов парниковых газов в эквивалент диоксида углерода (CO<sub>2</sub>-экв.) в соответствии с решениями Конференции Сторон РКИК ООН<sup>15</sup> использованы потенциалы глобального потепления (ПГП) МГЭИК 1995г.<sup>16</sup>, 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.<sup>17</sup> 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 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)<sup>18</sup>, и Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2003). Где было возможно, при оценке неопределенности 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 кадастра. Общая оценка неопределенности национального кадастра парниковых газов представлена в Приложении 5.

Выполненные расчеты показывают, что общая неопределенность выбросов национально-го кадастра парниковых газов Российской Федерации составляет 9,19%, а неопределенность

<sup>15</sup> См. документ Вспомогательного органа РКИК ООН для консультирования по научным и техническим аспектам FCCC/SBSTA/2004/8.

<sup>16</sup> Представленные во Втором докладе об оценке МГЭИК.

<sup>17</sup> Доклад Группы экспертов РКИК ООН содержится в документе РКИК ООН FCCC/IRR/2009/RUS от 28.01.2010г.

<sup>18</sup> Документ FCCC/SBSTA/2006/9

тенденции выбросов – 5,83%. Наибольшая величина объединенной неопределенности получена для оценок выбросов парниковых газов от торфопереработки (категория 5.D). Очевидно, это обусловлено высокой неопределенностью коэффициентов выбросов и других параметров, используемых в расчетах. Сравнение расчетных величин неопределенностей кадастров 2011 и 2012 годов показало, что общая неопределенность выбросов несколько снизилась, а неопределенность тенденции выбросов практически не изменилась. Незначительное уменьшение неопределенности выбросов, скорее всего, объясняется увеличением числа категорий источников и поглотителей в кадастре 2013 года и их более подробной детализацией.

## Литература и источники данных

1. МГЭИК, 1997. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов 1996г. 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](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, 2008. –847 с.
8. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М., Росстат, 2009. –795 с.
9. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М., Росстат, 2010. –813 с.
10. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М., Росстат, 2011. –795 с.
11. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М., Росстат, 2012. –786 с.
12. Уточнение к Национальному докладу Российской Федерации об установленном количестве выбросов. –М., 2008.
13. 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.
14. 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 не регулируемых Монреальским протоколом парниковых газов за период с 1990г. по 2011г. 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<sup>19</sup>.

### 2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов

Данные о совокупных антропогенных выбросах парниковых газов в Российской Федерации (в CO<sub>2</sub>-экв.) за период с 1990 по 2011 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 50,8%). Представленный на рисунке тренд, помимо техногенных выбросов, учитывает потоки CO<sub>2</sub> и других парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство», отличающиеся отчетливой тенденцией к сокращению выбросов и увеличению поглощения в период 1990-2011 гг. (вплоть до изменения направления общего потока).

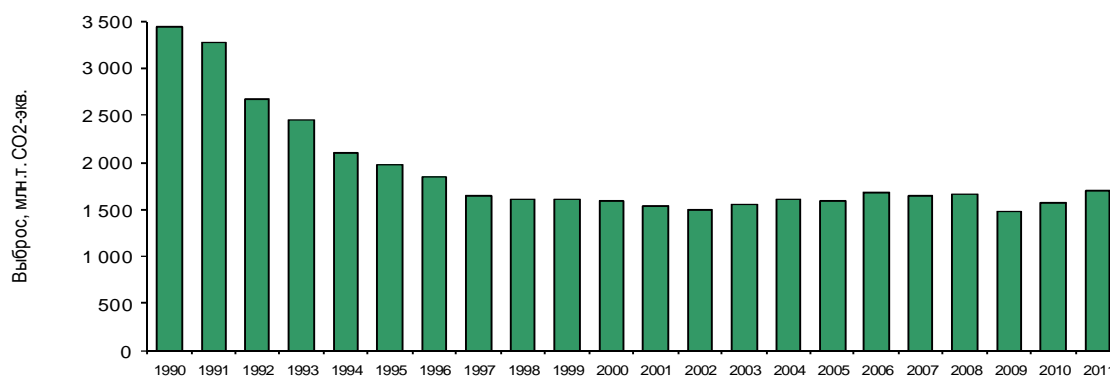


Рис. 2.1. Совокупные антропогенные выбросы парниковых газов в Российской Федерации, с учетом сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство».

<sup>19</sup> Термины «энергетика», «промышленные процессы», «использование растворителей и другой продукции», «сельское хозяйство» и «отходы», используемые в настоящем докладе соответствуют определениям МГЭИК и не совпадают с традиционно употребляемыми в 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 выбросов парниковых газов в Российской Федерации (млн. т. CO<sub>2</sub>-экв.)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CO <sub>2</sub> , с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>										
2564,08	2422,81	1899,28	1714,47	1430,72	1337,47	1221,86	1055,44	1020,61	1029,85	994,39
CO <sub>2</sub> , без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>										
2498,54	2352,21	1931,03	1834,25	1622,36	1572,60	1533,87	1458,38	1432,74	1469,90	1471,34
Метан (CH <sub>4</sub> ), с учетом ЗИЗЛХ										
603,76	586,49	539,73	524,06	488,75	469,65	459,77	432,82	438,45	434,03	444,81
Метан (CH <sub>4</sub> ), без учета ЗИЗЛХ										
593,58	577,18	530,30	514,55	479,82	461,18	449,00	424,19	424,70	424,94	434,63
Закись азота (N <sub>2</sub> O), с учетом ЗИЗЛХ										
227,32	215,98	198,63	183,06	164,19	149,93	142,41	134,14	125,39	115,97	120,88
Закись азота (N <sub>2</sub> O), без учета ЗИЗЛХ										
218,53	207,86	190,41	174,78	156,46	142,59	133,10	126,63	113,61	108,12	112,04
Гидрофторуглероды (ГФУ)										
28,41	27,06	22,29	14,45	12,24	12,22	10,77	14,26	17,29	17,95	21,04
Перфторуглероды (ПФУ)										
11,68	12,42	11,10	10,80	10,49	10,02	8,79	7,47	7,18	7,05	7,30
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )										
1,20	1,09	0,35	0,17	0,10	0,42	1,05	1,05	0,85	0,68	0,70
Всего, с учетом ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>										
3436,46	3265,85	2671,38	2447,02	2106,48	1979,70	1844,65	1645,18	1609,77	1605,53	1589,11
Всего, без учета ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>										
3351,94	3177,83	2685,47	2549,00	2281,46	2199,02	2136,59	2031,97	1996,37	2028,64	2047,04

<sup>1)</sup> Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство.<sup>2)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.

2. Тенденции изменения выбросов и абсорбции парниковых газов

Таблица 2.1 (продолжение)

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

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO <sub>2</sub> , с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>										
927,22	894,83	937,14	964,59	966,08	1040,90	1010,29	1010,15	857,77	927,83	1036,24
CO <sub>2</sub> , без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>										
1490,39	1491,34	1521,29	1523,53	1524,79	1581,87	1578,90	1609,35	1526,42	1598,21	1684,43
Метан (CH <sub>4</sub> ), с учетом ЗИЗЛХ										
449,09	456,03	472,87	499,45	483,54	496,85	500,06	504,09	476,62	501,73	517,30
Метан (CH <sub>4</sub> ), без учета ЗИЗЛХ										
439,27	445,08	460,31	490,26	473,76	485,79	490,17	492,91	464,72	491,08	506,64
Закись азота (N <sub>2</sub> O), с учетом ЗИЗЛХ										
121,63	123,52	122,18	118,66	117,08	118,49	120,27	125,75	126,97	122,89	126,66
Закись азота (N <sub>2</sub> O), без учета ЗИЗЛХ										
113,13	114,04	111,27	110,80	108,69	108,89	111,73	116,19	116,81	113,77	117,57
Гидрофторуглероды (ГФУ)										
19,90	15,17	11,41	14,38	15,45	14,01	13,54	14,42	10,15	10,86	9,14
Перфторуглероды (ПФУ)										
6,63	5,52	5,01	5,01	4,72	4,18	3,80	3,72	2,52	2,68	2,54
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )										
0,87	0,94	1,10	1,24	1,34	1,36	1,39	0,83	0,79	0,67	0,51
Всего, с учетом ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>										
1525,33	1496,02	1549,71	1603,32	1588,22	1675,80	1649,35	1658,96	1474,82	1566,66	1692,40
Всего, без учета ЗИЗЛХ <sup>1,2)</sup>										
2070,19	2072,10	2110,39	2145,22	2128,75	2196,10	2199,53	2237,42	2121,42	2217,27	2320,83

<sup>1)</sup> Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство.

<sup>2)</sup> 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. В 1998-2011 гг. их выброс возрос на 16,3%, без учета вклада сектора ЗИЗЛХ (или на 5,1%, с учетом вклада ЗИЗЛХ). В 2009г. выбросы в ведущих секторах экономики под влиянием кризиса сократились по сравнению с уровнем предыдущего года (в энергетике на 5,3%, в промышленных процессах – на 12,3%). Однако выбросы от сектора обращения с отходами продолжали рост и в 2009г., увеличившись на 5,2% по сравнению с 2008г. Посткризисный восстановительный рост выбросов начался в 2010г. (в энергетике 5,0% к предыдущему году и в промышленности 9,2%). В 2011г. происходило общее увеличение выбросов во всех секторах, за исключением ЗИЗЛХ. Наибольший рост был отмечен в секторе «Энергетика», он составил 5,3% относительно 2010г. В секторе ЗИЗЛХ в 2011г. отметились некоторое снижение поглощения углекислого газа (на 3,4% по сравнению с 2010г.).

Распределение выбросов по секторам в течение 1990-2011 гг. изменилось не значительно. По абсолютной величине доминируют выбросы энергетического сектора (в 1990 и 2011 гг. их доля составила соответственно 81,0% и 82,7%). Уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора, в котором на протяжении 1998-2011 гг., в отличие от других секторов, существенного роста выбросов не происходило (9,5% и 6,2% соответственно в 1990 и 2011 гг.). В противоположность другим секторам, выбросы, связанные с отходами, превысили уровень базового года, достигнув в 2011 году величины 132,3% от выбросов 1990г. Совокупный выброс парниковых газов в энергетическом, промышленном и аграрном секторе, а также при использовании растворителей и другой продукции и при обращении с отходами в 2011 году составил 2 320,83 млн.т. CO<sub>2</sub>-экв. и оставался значительно более низким (на 30,8%), чем выброс 1990 года. Темпы предкризисного роста выбросов были невысокими и отставали от темпа 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 (Пятое..., 2010).

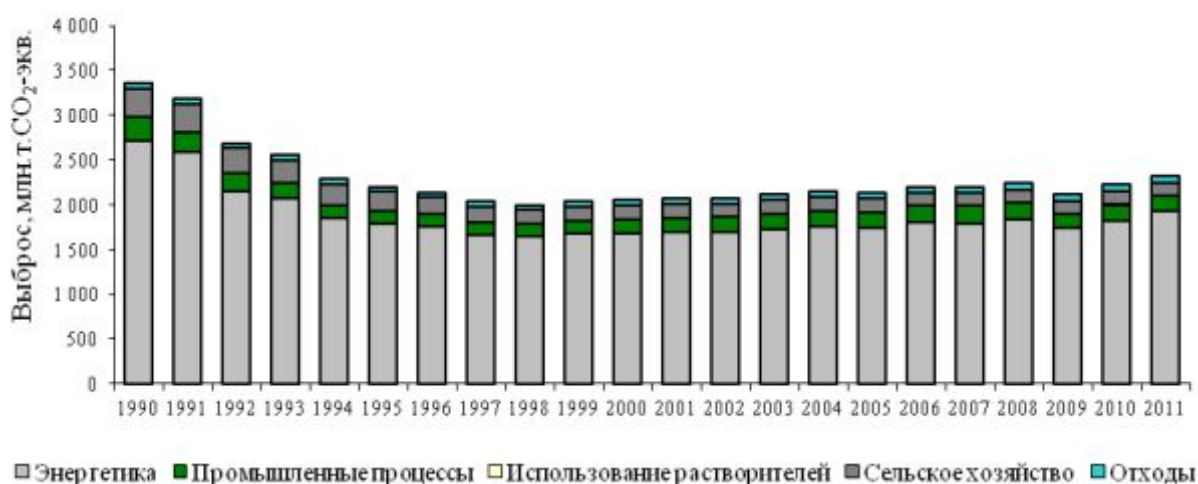


Рис. 2.2. Антропогенный выброс парниковых газов в Российской Федерации по секторам МГЭИК без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство».

Таблица 2.2

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

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Энергетика										
2714,71	2589,32	2145,90	2065,72	1848,73	1777,99	1748,89	1657,04	1645,73	1671,08	1668,02
Промышленные процессы										
257,43	224,07	202,51	168,65	143,97	154,31	140,12	139,81	134,11	151,16	166,68
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
Сельское хозяйство										
318,12	304,26	280,19	260,18	236,21	212,83	194,73	181,43	161,83	149,33	152,98
Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство										
84,51	88,02	-14,09	-101,98	-174,98	-219,32	-291,94	-386,80	-386,61	-423,10	-457,93
Отходы										
61,12	59,65	56,36	53,94	52,03	53,38	52,34	53,20	54,18	56,55	58,83
Всего <sup>1)</sup>										
3436,46	3265,85	2671,38	2447,02	2106,48	1979,70	1844,65	1645,18	1609,77	1605,53	1589,11

<sup>1)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.

Таблица 2.2 (продолжение)

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

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Энергетика										
1687,28	1690,02	1728,56	1754,62	1739,31	1796,38	1791,76	1834,14	1737,24	1824,32	1920,40
Промышленные процессы										
167,72	166,01	167,75	176,60	178,54	187,44	190,71	180,38	158,12	172,70	174,96
Использование растворителей и другой продукции										
0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,56	0,56	0,57
Сельское хозяйство										
154,32	153,51	149,53	147,36	141,68	140,57	143,23	148,03	147,32	141,85	144,04
Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство										
-544,85	-576,07	-560,68	-541,90	-540,53	-520,30	-550,18	-578,46	-646,61	-650,61	-628,43
Отходы										
60,34	62,03	64,01	66,11	68,69	71,17	73,29	74,33	78,18	77,83	80,86
Всего <sup>1)</sup>										
1525,33	1496,02	1549,71	1603,32	1588,22	1675,80	1649,35	1658,96	1474,82	1566,66	1692,40

<sup>1)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по столбцам таблицы в результате округления.

Динамика выбросов при землепользовании, изменении в землепользовании и лесном хозяйстве характеризуется отчетливо выраженным трендом увеличения поглощения и снижения выбросов в период 1990-2011 гг., причины которого связаны:

- ✓ с более чем двукратным падением уровня лесопользования в начале 1990-х годов;
- ✓ с уменьшением выброса от пахотных земель (в связи с сокращением посевных площадей и доз вносимых органических удобрений, а также увеличением средней урожайности большинства культурных растений в последние годы);
- ✓ 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, изменения в землепользовании и лесное хозяйство», складывающийся из выбросов пахотных земель, лесных пожаров, от деятельности по сведению лесов, известкования, осушения органических почв, торфоразработок и перевода пахотных земель в поселения, 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. Двукратное сокращение рубок в управляемых лесах в начале 90 гг., 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  $\text{CO}_2$  из атмосферы – главным образом, в биомассе управляемых лесов и в почвах бывших пахотных угодий. В 2011г. данный сектор продолжал оставаться поглотителем парниковых газов из атмосферы с общей годовой величиной абсорбции 628,4 млн. т  $\text{CO}_2$ -экв., что компенсирует 27,1% совокупного выброса остальных секторов.

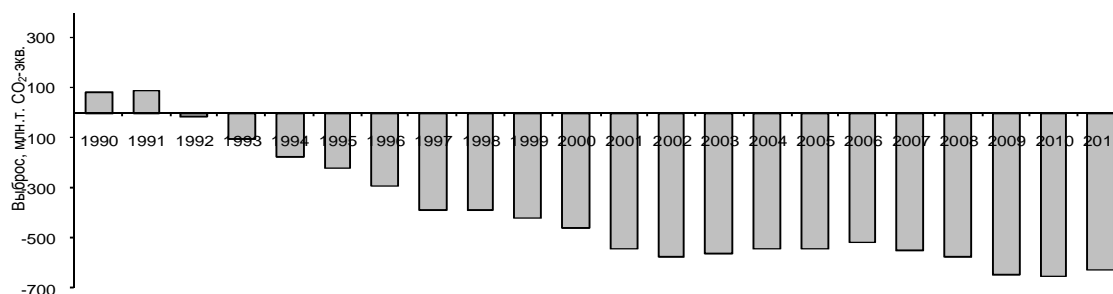


Рис. 2.3. Динамика антропогенной эмиссии и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

## 2.3 Тенденции выбросов по газам

Динамика и вклад отдельных парниковых газов в период 1990 – 2011 гг. в их общий выброс иллюстрирует рисунок 2.4.

Как видно из рисунка, ведущая роль принадлежит  $\text{CO}_2$ , источником которого служит, главным образом, энергетический сектор – сжигание ископаемого топлива, а также землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство. На втором месте находится  $\text{CH}_4$  (основные источники – нефтегазовая отрасль и добыча угля, относящиеся, согласно классификации МГЭИК, к энергетическому сектору, а также животноводство). Некоторое сокращение доли  $\text{N}_2\text{O}$  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 сово-

купный выброс парниковых газов в целом, невелик, несмотря на характерные для них высокие потенциалы глобального потепления.

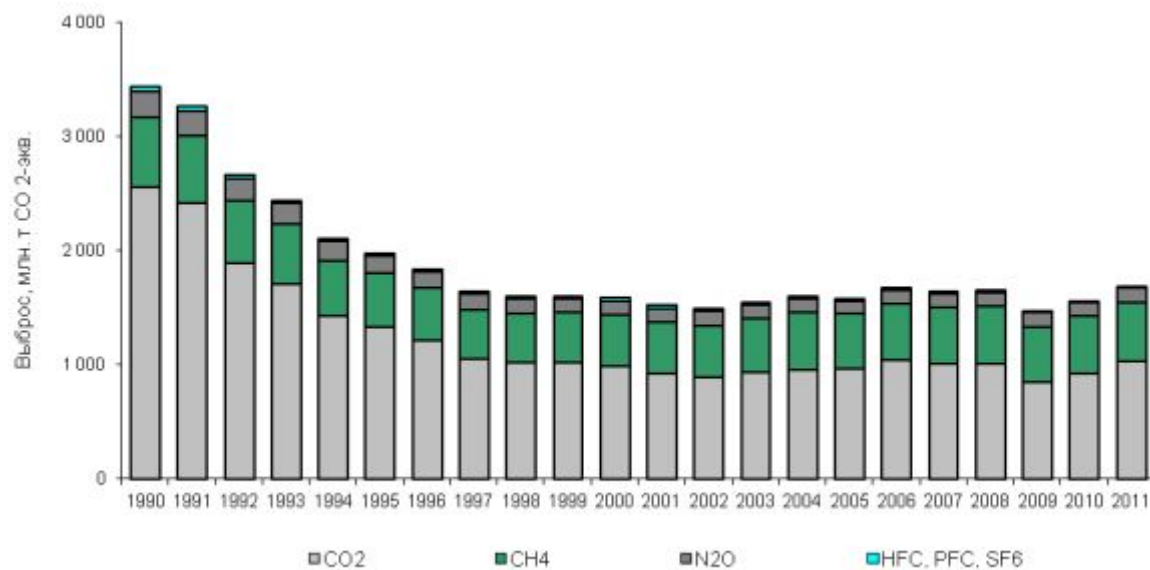


Рис. 2.4. Вклад отдельных парниковых газов в совокупный антропогенный выброс Российской Федерации, с учетом сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство».

#### 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](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 году вклад сектора в выраженный в  $\text{CO}_2$ -эквиваленте совокупный антропогенный выброс парниковых газов (без учета выбросов от сектора «Землепользование, изменения землепользования и лесное хозяйство») составлял 81,0%, а в 2011г. он вырос до 82,7%. 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 ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), оксида азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) и предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , летучих органических соединений неметанового ряда (НМЛОС) и  $\text{SO}_2$ ). В компонентном составе выбросов парниковых газов преобладает  $\text{CO}_2$  – на него в 2011г. приходилось 79,5% всех выбросов по сектору. Вклады  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составляют 20,1% и 0,4% 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). Выбросы от утечек и испарения топлив (фугитивная эмиссия) включают эмиссии от добычи, хранения, первичной переработки, транспортировки и потребления нефти, угля и газа, а также 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 39,4% 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 росли выбросы парниковых газов в энергетическом секторе. В 2011 году общие выбросы парниковых газов в эквиваленте  $\text{CO}_2$  составили 1,9 млрд. т (1 920 401,47 Гг  $\text{CO}_2$ -экв.), что на 29,3% ниже уровня 1990 года. Результаты оценок выбросов парниковых газов по сектору «Энергетика» с 1990 по 2011 гг. включительно приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

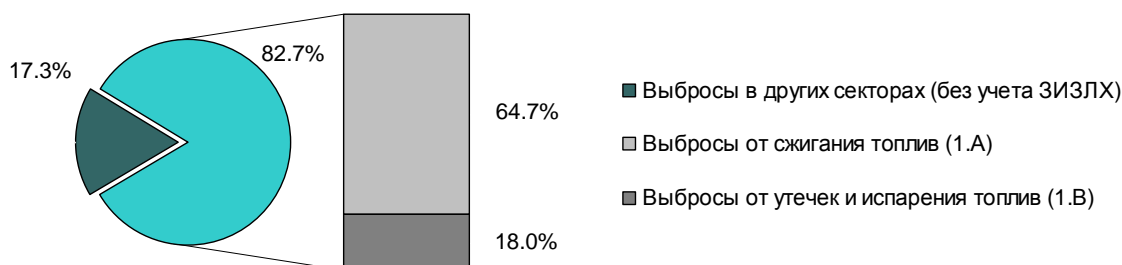


Рис. 3.1. Вклад энергетического сектора в совокупный выброс парниковых газов



Таблица 3.1

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

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.А Сжигание топлива																					
1.АА Подход по секторам																					
2282,3	2167,1	1758,5	1691,0	1500,0	1438,9	1411,4	1336,5	1318,3	1338,6	1327,3	1344,0	1334,0	1358,6	1352,1	1351,4	1397,5	1384,4	1436,0	1369,8	1421,7	1502,2
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	45,3	46,3	47,1
1.В.2 Нефть и газ																					
359,4	361,0	326,2	318,9	298,2	290,3	291,6	277,7	288,7	291,3	298,8	299,5	316,1	327,8	358,7	342,6	351,0	359,4	349,7	322,1	356,3	371,1
Всего																					
2714,7	2589,3	2145,9	2065,7	1848,7	1778,0	1748,9	1657,0	1645,7	1671,1	1668,0	1687,3	1690,0	1728,6	1754,6	1739,3	1796,4	1791,8	1834,1	1737,2	1824,3	1920,4
Использование топлив в международных морских и авиационных перевозках <sup>(1)</sup>																					
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	9,9	11,4
Сжигание биомассы в энергетических целях <sup>(1)</sup>																					
62,2	61,0	49,8	47,8	32,4	28,9	24,8	21,4	16,7	21,6	18,0	17,5	16,7	16,6	16,0	16,0	16,1	17,2	15,2	14,2	14,6	14,5

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

Таблица 3.2

Выбросы парниковых газов в энергетическом секторе (Тг CO<sub>2</sub>-экв.)

Газ	Год																					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO <sub>2</sub>	2287,0	2173,3	1766,1	1694,2	1503,8	1443,8	1417,4	1344,1	1326,4	1347,1	1336,9	1353,5	1350,9	1374,9	1371,6	1372,1	1418,3	1411,5	1452,1	1386,8	1444,9	1527,1
CH <sub>4</sub>	421,1	409,6	374,8	366,8	340,8	330,0	327,3	308,9	315,3	319,7	326,8	329,3	334,5	349,0	378,1	362,2	372,8	374,9	376,0	344,4	372,6	385,7
N <sub>2</sub> O	6,7	6,5	5,0	4,8	4,2	4,2	4,2	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,6	4,7	4,9	5,0	5,2	5,3	6,0	6,1	6,8	7,6
Всего	2714,7	2589,3	2145,9	2065,7	1848,7	1778,0	1748,9	1657,0	1645,7	1671,1	1668,0	1687,3	1690,0	1728,6	1754,6	1739,3	1796,4	1791,8	1834,1	1737,2	1824,3	1920,4

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.

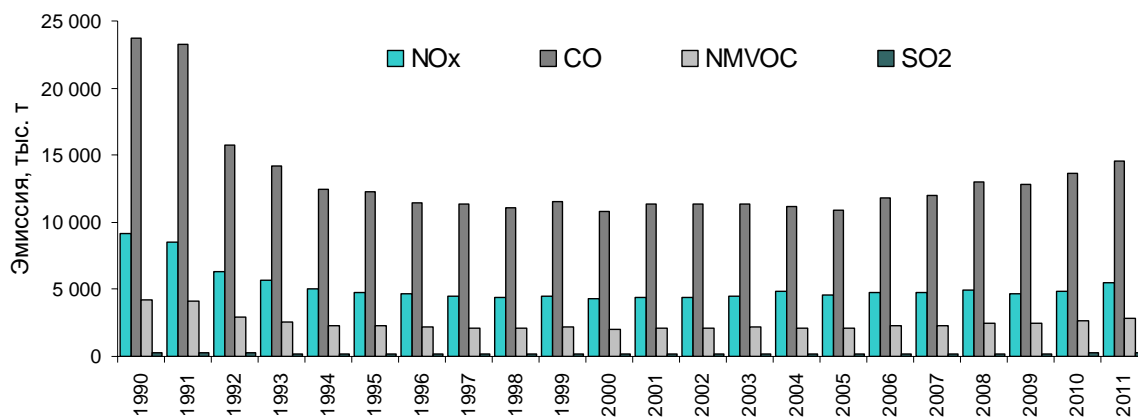


Рис. 3.2. Совокупные выбросы газов с косвенным парниковым эффектом в энергетическом секторе

## 3.2 Сжигание топлива (1.A)

### 3.2.1 Обзор подраздела

Расчеты выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива проведены для всего временного ряда с 1990 по 2011 год с использованием базового (по основным видам топлива) и секторного (по основным категориям источников) подходов, в основном соответствующих 1 ряду методов МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2006). Выбросы от некоторых подкатегорий источников рассчитаны в соответствии со 2 рядом методов МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2006) с использованием национальных коэффициентов эмиссии. Эмиссия других, кроме CO<sub>2</sub>, газов при сжигании топлива рассчитана по категориям источников так же для всего временного ряда с 1990 по 2011 гг. В кадастре 2013 года был проведен пересчет выбросов за весь временной ряд, связанный с корректировкой данных о сжигании отходов и внедрением национальных коэффициентов захоронения углерода, а за 2010 год, связанный с корректировкой данных о расходе бункерного топлива морским транспортом.

Суммарные выбросы парниковых газов при сжигании топлива в 2011 году составляли 1 502 196,17 Гг в CO<sub>2</sub> эквиваленте, что на 34,2% меньше, чем в 1990 году и на 5,7% больше, чем в 2010 году. На долю сжигания топлива в 1990г. в России приходилось 68,1% общего для страны выброса парниковых газов (в CO<sub>2</sub>-эквиваленте, без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство») и 84,1% общих выбросов в секторе «Энергетика», в 2011г. эти величины составили соответственно, 64,7% и 78,2%. Вклад выбросов ПГ от подсектора 1А-Сжигание топлива в суммарные выбросы от сектора «Энергетика» практически не изменился по сравнению с 2010 годом.

В 2011 году 46,8% выбросов от сектора «Энергетика» определяло сжигание топлива в энергетической промышленности, сжигание топлива на транспорте вносило 14,8% суммарных выбросов парниковых газов от сектора, сжигание топлива в других отраслях экономики и в промышленности – по 7,6% (рис. 3.3). По сравнению с предыдущим годом доли вклад энергетической промышленности немного уменьшился, а транспорта – увеличился.

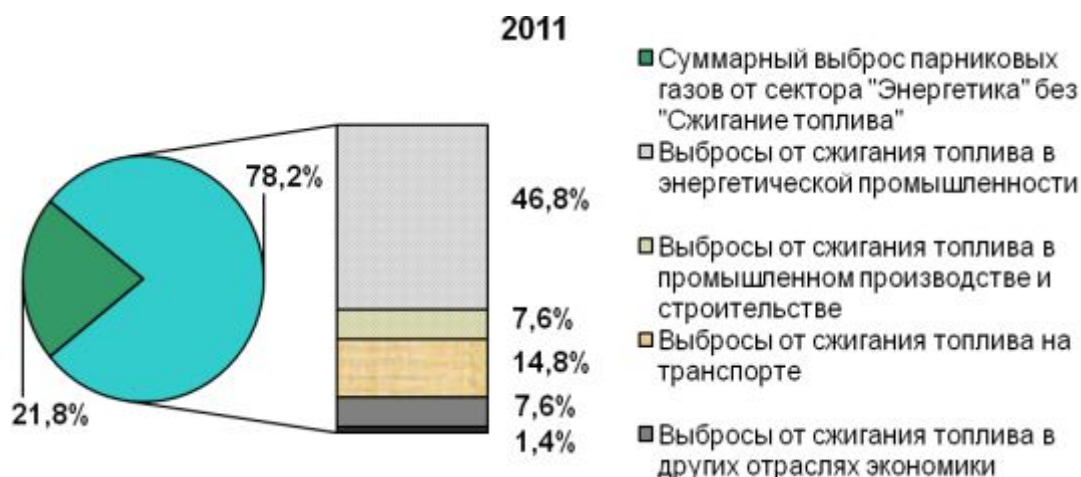


Рис. 3.3. Доля сжигания топлива в суммарном выбросе парниковых газов от сектора «Энергетика»

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) и выбросы от использования топлива из биомассы (в России к такому топливу относится, в основном, древесное топливо)<sup>20</sup>. Оценки выбросов от производства чугуна и стали производились в секторе «промышленные процессы», поэтому и выбросы от использования кокса в черной металлургии отнесены к данному сектору (кокс является одновременно топливом и сырьем в металлургическом производстве). Для того чтобы избежать двойного учета соответствующее этим выбросам количество кокса вычиталось из расчетов выбросов от сжигания топлива в подкатегории 1.A.2a – Черная металлургия.

Как и в прошлых кадастрах в кадастре 2013 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.

В кадастре 2013 года в соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке впервые использованы национальные коэффициенты накопления углерода при неэнергетическом использовании топлив, кроме того, учтено нетопливное использование «других вторичных нефтепродуктов». Это привело к сокращению расхождений в оценке выбросов CO<sub>2</sub> между секторным и базовым подходами.

Расхождение значений выбросов CO<sub>2</sub>, для базового подхода МГЭИК и подхода по категориям источников (секторного подхода) в 2011 году составило 1,4%.

<sup>20</sup> Оценки выбросов от бункерного топлива и сжигания биомассы приводятся отдельно и включаются в кадастр в виде справочной информации.

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

#### 3.2.2.1 Обзор

В соответствии с Пересмотренными руководящими принципами МГЭИК (1996) для проведения расчетов выбросов CO<sub>2</sub> по базовой методики был использован метод уровня 1 – по видам топлива. Для каждого года за период с 1990 по 2011 гг. были оценены выбросы CO<sub>2</sub> при сжигании первичных и вторичных видов топлива. Оценки в основном базировались на данных национального топливного баланса, подготовленного Росстатом. В случае 1990 года, оценки выбросов проводились на основе топливного баланса СССР, в той части, которая относится к Российской Федерации.

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

Выбросы CO<sub>2</sub> в 2011 году от сжигания топлива, рассчитанные с использованием базового подхода по видам топлива, составили 1 511 683,91 Гг, что на 38,3% 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.

Таблица 3.3

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Всего, в том числе	2,45	2,38	1,87	1,78	1,56	1,50	1,49	1,42	1,37	1,40	1,38
Жидкое топливо	0,93	0,89	0,61	0,55	0,42	0,41	0,37	0,36	0,34	0,35	0,33
Твердое топливо	0,64	0,61	0,44	0,43	0,40	0,37	0,39	0,34	0,32	0,33	0,33
Газ	0,88	0,88	0,82	0,80	0,74	0,72	0,73	0,71	0,71	0,72	0,72
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего, в том числе	1,39	1,38	1,41	1,40	1,40	1,42	1,40	1,46	1,37	1,42	1,51
Жидкое топливо	0,33	0,33	0,31	0,31	0,32	0,32	0,31	0,33	0,30	0,30	0,35
Твердое топливо	0,31	0,31	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,31	0,29	0,27	0,29
Газ	0,74	0,74	0,78	0,79	0,79	0,81	0,82	0,82	0,78	0,84	0,87

#### 3.2.2.2 Методологические вопросы

##### Исходные данные

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

В период с 1992 по 1999 год для расчетов использовались данные национальной статистики, представляемые Росстатом в банк данных Международного Энергетического Агентства. Расчеты за 1990, 1991 и 2000-2011 года для расчетов использовались данные по производству, экспорту, импорту и изменению запаса топлив, предоставленные Росстатом. Краткий расчетный баланс энергоресурсов Российской Федерации за 2011г. приведен в Приложении 2 к настоящему докладу. Данные о потреблении топлива по категориям источников с детализацией по видам топлива приведены в соответствующих главах национального доклада о кадастре. Временной тренд потребления топлива в России приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Всего, в том числе	100,00	96,69	77,08	73,58	64,04	62,02	60,96	58,76	57,44	58,55	59,06
Жидкое топливо	100,00	94,63	66,66	60,44	45,31	44,25	39,74	39,14	37,35	38,37	38,10
Твердое топливо	100,00	93,40	69,80	67,76	62,17	59,93	61,66	55,46	52,33	54,14	54,78
Газ	100,00	99,80	88,63	86,61	79,71	77,03	77,44	75,80	75,65	76,53	77,59
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего, в том числе	59,24	58,94	60,63	60,72	60,95	62,06	62,32	63,75	59,92	62,83	66,83
Жидкое топливо	37,61	36,61	36,05	35,92	36,87	36,27	36,06	37,88	34,21	33,81	39,60
Твердое топливо	53,14	53,24	53,45	51,97	49,83	51,53	49,23	52,99	48,98	47,92	50,49
Газ	79,13	79,21	83,33	84,31	85,05	87,25	89,04	89,09	85,23	92,56	95,79

Методология расчета

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

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

Количество топлива (дизельное топливо, мазут, авиационный керосин), используемого в качестве международного бункера было получено расчетным путем, на основании данных национальной статистики (см. часть 3.4. Выбросы от международного бункерного топлива (1С)).

Исходные данные за период с 1992 по 2004 год приведены в тысячах тонн, а за 1990, 1991 и 2005-2011 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.

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<sub>2</sub>, 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<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O.

Таблица 3.5

Расчетные коэффициенты перевода в энергетические единицы, используемые для проведения инвентаризации

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

**Накопленный углерод и неэнергетическое использование топлив**

Расчет накопленного углерода проводился для лигроина, битума, смазочных материалов, сырой нефти, полученной из битумного угля и смолы, природного газа, дизельного топлива и сжиженного газа в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК (1996). Российский топливный баланс предоставляет данные о количестве топлива, используемого для неэнергетических целей. Однако не все из этих топлив включены в расчет накопленного углерода при неэнергетическом использовании, потому что не для всех топлив имеются коэффициенты, определяющие долю захороненного углерода. В кадастре 2013 года в соответствие с рекомендацией группы экспертов по проверке впервые использованы национальные коэффициенты накопления углерода при неэнергетическом использовании топлив, кроме того учтено нетопливное использование «других вторичных нефтепродуктов», приведенное в ТЭБ, но не включаемое раньше в расчеты накопленного углерода, в связи с отсутствием в методологии МГЭИК стандартных коэффициентов накопления.

Выбросы от использования кокса в черной металлургии учитываются в секторе 2.С.1. «Промышленные процессы, Черная металлургия». Для того, что бы избежать двойного учета весь кокс, отнесенный в национальной статистике к черной металлургии, в кадастре в секторе 1.А.1 – «Сжигание топлива, базовый подход» рассматривается как накопленный углерод. Таким образом, данные о накопленном углероде за счет использования кокса черной металлургии вычтены из расчетов эмиссии CO<sub>2</sub> по базовому методу. 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 2011 составил 65,7%. В таблице 3.6. приведены данные о количестве топлива, включенного в расчет накопленного углерода в кадастре 2013 года.

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 в кадастре 2013г.	Доля топлива, включенного в расчет в кадастре 2013г., %	Доля топлива, включенного в расчет в кадастре 2012г.
1990	6 398 332,36	4 433 508,44	69,29	65,4%
1991	НД	3 936 134,75	НД	НД
1992	НД	2 588 620,85	НД	НД
1993	НД	2 495 073,87	НД	НД
1994	2 941 712,29	1 811 394,98	61,6%	61,6%
1995	2 898 435,56	1 657 375,81	57,2%	57,2%
1996	2 754 027,15	1 404 069,83	51,0%	51,0%
1997	2 788 268,67	1 477 859,71	53,0%	53,0%
1998	3 164 798,67	1 472 526,70	46,5%	46,5%
1999	4 442 445,46	1 616 267,62	36,4%	36,4%
2000	4 548 120,45	2 300 329,20	50,58	41,5%
2001	4 303 530,56	2 223 589,02	51,67	42,8%
2002	3 327 783,71	2 146 025,52	64,49	54,9%
2003	3 689 612,14	2 297 477,92	62,27	51,8%
2004	3 870 009,69	2 291 069,14	59,20	50,2%
2005	3 834 801,35	2 512 876,55	65,53	55,8%

<b>2006</b>	3 988 140,46	2 563 487,15	64,28	56,4%
<b>2007</b>	4 278 849,97	2 742 232,78	64,09	55,6%
<b>2008</b>	4 225 808,91	2 679 043,14	63,40	55,4%
<b>2009</b>	4 140 380,22	2 610 803,89	63,06	55,6%
<b>2010</b>	4 416 803,42	2 860 934,44	64,77	56,4%
<b>2011</b>	4 546 497,58	2 989 293,37	65,75	

НД – нет данных

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.

Дополнительный учет нетопливного использования «других вторичных нефетепродуктов», впервые проведенный в кадастре 2013 года, позволил увеличить долю учтенного топлива в 1990 году с 65 до 69%, а в период с 2000 по 2011 годы с 41-58% до 50-65%.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке в кадастре 2013 года были внедрены национальные коэффициенты накопления углерода при неэнергетическом использовании топлива. Начатая в 2010 году работа по оценке национальных коэффициентов захоронения углерода при неэнергетическом использовании топлива на основе применения расчетных таблиц неэнергетического использования топлива (модель ТРЭНИТ – NEAT-model: Non-energy Use Accounting Tables), являющихся реализацией системной модели, разработанной международной группой экспертов (Neelis, Patel, Gielen, 2003; Patel, 2004), позволила разработать национальные коэффициенты накопления углерода. Модель позволяет отследить специфичные для страны потоки распределения и использования топлива при его неэнергетическом применении и, как следствие, более точно рассчитать количество захороненного углерода.

Основана ТРЭНИТ-модель на балансе углерода в промышленности изучаемой страны [92-95] и состоит из 3 частей:

1. расчет эмиссий CO<sub>2</sub> и накопления углерода при производстве и использовании продукции химической, нефтехимической и металлургической промышленности;
2. сравнение полученных результатов с результатами оценок, сделанных согласно методологии МГЭИК.
3. расчет коэффициентов накопления углерода при неэнергетическом использовании топлива для применения в расчетах по методологии МГЭИК в секторе «Энергетика».

Принципиальное отличие ТРЭНИТ-модели от методологии МГЭИК состоит в том, что эмиссии углекислого газа рассчитываются исходя из данных о производстве продукции, а не об объеме использованных ТЭР.

С помощью модели ТРЭНИТ были подсчитаны выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива в России с учетом структуры российской промышленности, специфичных для страны потоков распределения топлива и его неэнергетического использования за 1997 – 2009 годы.

Для расчета коэффициента накопления ТЭР в третьей части ТРЭНИТ-модели используется следующая методика: общее количество накопленного углерода, содержащегося в базовых химических продуктах, делится на количество углерода, содержащееся в ТЭР, используемых в неэнергетических целях:



$$Sf = \frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i + \sum_i E_i + \sum_i Ein_i}$$

где Sf – коэффициент накопления ТЭР,

S – накопленный в базовых химических продуктах углерод, млн. т экв-СО<sub>2</sub>;

E – эмиссии углекислого газа при использовании химических продуктов, млн. т экв-СО<sub>2</sub>;

Ein – эмиссии углекислого газа при производстве химических и металлургических продуктов, млн. т СО<sub>2</sub>-экв

Расчет накопленного углерода проводился для следующих видов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР):

- 1) нефтебитума;
- 2) смазочных материалов;
- 3) природного газа (а также попутного нефтяного газа);
- 4) каменноугольной смолы, получаемой при коксовании каменного угля;
- 5) сжиженного нефтяного газа (СНГ);
- 6) дизельного топлива;
- 7) прочих вторичных нефтепродуктов (нафты, газойля и др.);
- 8) кокса.

Более подробно методика расчета и используемые исходные данные представлены в работах В.В. Кузовкина (Кузовкин 2012; Кузовкин, 2012; Кузовкин, 2013). Рассчитанные национальные коэффициенты накопления углерода при неэнергетическом использовании топлив, используемые в кадастре 2013 представлены в таблице 3.7.

Представленные коэффициенты накопления рассчитаны за период 1997-2009г. Поэтому для расчетов накопленного углерода за период 1990-1996 (для всех видов топлив) и 2010-2011 гг. (для всех видов топлив, кроме природного газа) были использованы средневзвешенные коэффициенты накопления. Коэффициенты накопления природного газа, используемые для расчета в период 2010-2011 гг. были получены линейной интерполяцией данных 1997-2009 года. Объяснить это различие можно тем, что структура всех видов ТЭР, используемых в неэнергетических целях, зависит только от структуры технологического производства российской промышленности. В то же время использование природного газа включает в себя попутный нефтяной газ, используемый для поддержания давления при нефтедобыче. В связи с истощением нефтяных скважин данная часть неэнергетического использования природного газа возрастает.

В расчет накопленного углерода в кадастре 2013 года включены все виды топлив, данные для которых представлены в топливно-энергетическом балансе РФ, кроме сырой нефти. Связано это с тем, что данное количество нефти предполагается уже учтенным во вторичных используемых продуктах.

Дополнительный учет нетопливного использования прочих вторичных нефтяных продуктов и внедрение национальных коэффициентов накопления углерода позволило сократить расхождение между расчетами, сделанными по базовому и секторному подходами на 1,5-2 %.

Таблица 3.7

Национальные коэффициенты накопления углерода при неэнергетическом использовании топлив.

Используемые ТЭР	Исследуемые годы																					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
нефтебитум	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Смазочные материалы	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Сжиженный нефтяной газ	78	78	78	78	78	78	78	65	70	71	79	75	75	79	79	78	74	84	74	83	78	78
Дизельное топливо	78	78	78	78	78	78	78	65	70	71	79	75	75	79	79	78	74	84	74	83	78	78
Прочие нефтепродукты	78	78	78	78	78	78	78	65	70	71	79	75	75	79	79	78	74	84	74	83	78	78
Природный газ	59	59	59	59	59	59	59	58	61	58	56	52	49	46	46	58	62	65	67	69	71	72
Каменноугольное масло	16	16	16	16	16	16	16	20	21	17	13	13	17	10	11	13	16	15	16	18	16	16
кокс	98	98	98	98	98	98	98	99	100	100	100	100	98	100	99	98	98	97	97	95	98	98

### 3.2.2.3 Тренды выбросов углекислого газа

Динамика выбросов углекислого газа от сжигания топлива в Российской Федерации (рис.3.4, табл. 3.8) определялась в основном изменением объемов потребления и компонентного состава топливного баланса. В период с 1990 по 1998 гг. в стране наблюдалось значительное снижение выбросов  $\text{CO}_2$ , выбросы 1998 года составили 56,1% от выбросов 1990 года. После 1998 года наметилась стабилизация объемов выбросов углекислого газа на уровне около 1,4 т  $\text{CO}_2$ . Относительный спад выбросов парниковых газов отмечался в 2009 году, что может быть результатом кризиса 2008 года, однако уже в 2010 году выбросы углекислого газа снова стали увеличиваться. Оцененная с применением базового подхода эмиссия  $\text{CO}_2$  в 2011 году составила 1 511 683,92 Гг  $\text{CO}_2$  или 61,7% объема эмиссии 1990г.

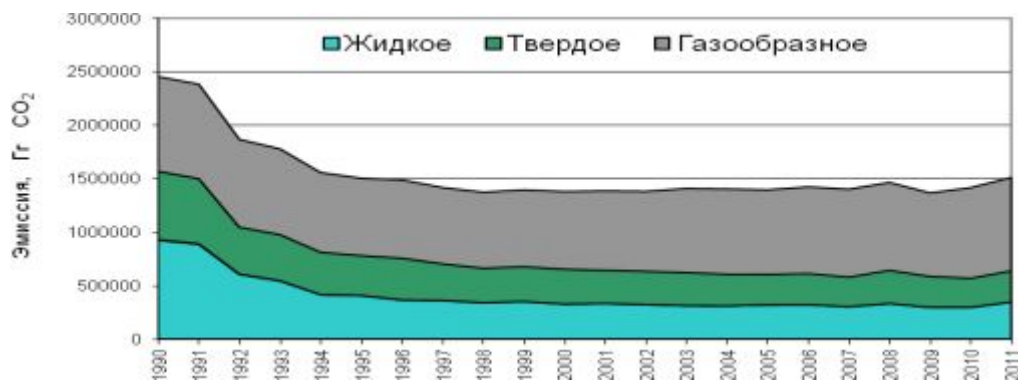


Рис. 3.4. Тренды выбросов углекислого газа от сжигания различных видов топлива, Гг.

За период с 1990 по 2011 гг. произошло значительное изменение доли потребления различных видов топлив, а следовательно и вкладов от сжигания твердых, жидких и газообразных топлив в суммарную эмиссию  $\text{CO}_2$  в России (табл. 3.8, рис. 3.5). В 2011 году по сравнению с 1990 годом на 22% выросла доля выбросов углекислого газа, обусловленная сжиганием природного газа, а доли выбросов, обусловленные сжиганием жидких и твердых топлив, сократились соответственно на 15% и 7%.

Таблица 3.8

Временной тренд выбросов  $\text{CO}_2$  в России в % к 1990г.

Год	Всего	Жидкое топливо	Твердое топливо	Газ
1991	97,15	95,76	95,50	99,80
1992	76,16	65,39	69,00	92,70
1993	72,55	58,77	67,74	90,57
1994	63,55	44,88	62,27	84,18
1995	61,40	43,99	58,75	81,67
1996	60,77	39,50	61,47	82,69
1997	57,87	39,00	54,03	80,56
1998	56,12	36,80	50,91	80,27
1999	56,99	37,93	51,35	81,18
2000	56,36	35,45	51,35	82,04
2001	56,60	35,97	48,96	83,88
2002	56,41	35,02	48,85	84,44
2003	57,52	33,79	48,76	88,89
2004	57,32	33,63	46,74	89,97

<b>2005</b>	57,03	34,59	45,02	89,39
<b>2006</b>	58,13	34,79	46,02	91,51
<b>2007</b>	57,26	32,83	43,65	92,87
<b>2008</b>	59,79	35,97	48,86	92,83
<b>2009</b>	55,83	32,08	45,76	88,18
<b>2010</b>	57,83	32,14	42,93	95,72
<b>2011</b>	61,72	37,50	45,99	98,64

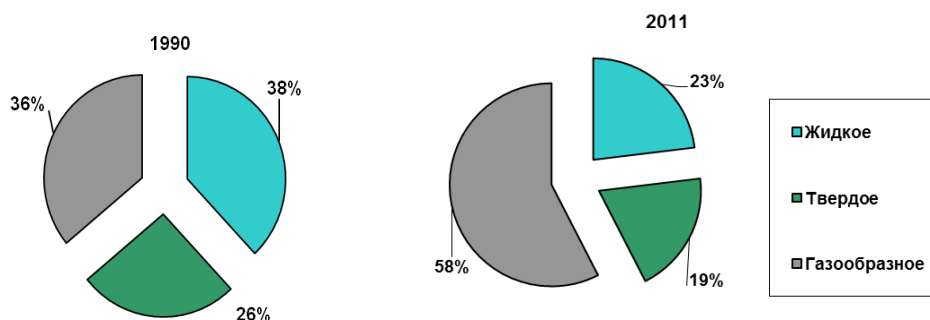


Рис. 3.5. Вклад различных видов топлив в суммарный выброс  $CO_2$  от сжигания топлива в 1990 и 2011 годах

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

В кадастре 2013 года при оценке выбросов парниковых газов от сжигания топлива с использованием базового подхода были проведены перерасчеты за 2010 год в связи с изменением количества бункерного топлива (мазута и дизельного топлива), использующихся морским международным транспортом. Причины и методика перерасчета приведены в разделе 3.4 настоящей главы.

В кадастре 2013 года проведены пересчеты за весь временной ряд, связанные с внедрением национальных коэффициентов накопления углерода при неэнергетическом потреблении топлив и учете неэнергетического потребления других вторичных нефтепродуктов.

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 промышленным нефтепроводам, газа – при очистке, осушке и транспортировке по промышленным 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.

В 2012 году независимый контроль качества раздела осуществлялся Центром по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ). Специалисты ЦЭНЭФ выполнили собственные расчеты выбросов парниковых газов по всем категориям и сопоставили их с данными кадастра парниковых газов (Башмаков и Мышак, 2012). Результаты расчетов обсуждались на совместном семинаре ЦЭНЭФ и ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Предпринятые процедуры контроля качества соответствуют уровню 2 МГЭИК.

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

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

В соответствии с отчетной структурой РКИК ООН, соответствующей Пересмотренным руководящим принципам МГЭИК 1996, инвентаризация выбросов парниковых газов включает оценку выбросов от энергетической промышленности при переработке топлива и производстве энергии (1.А.1), промышленного производства и строительства (1.А.2), транспорта (1.А.3), других отраслей экономики (1.А.4), включая коммерческое использование (1.А.4.а), использование в жилом секторе (1.А.4.б), сельское хозяйство, рыболовство и лесоводство (1.А.4.с), других видов сжигания топлива (1.А.5). Суммарная эмиссия парниковых газов от сжигания топлива при расчетах по категориям источников составила 1 502 196,17 Гг,  $\text{CO}_2$ -экв. что на 34,2% меньше, чем в 1990 году, и на 5,7% больше, чем в 2009 году. Вклад отдельных подкатегорий в эмиссию парниковых газов для всего временного ряда с 1990 по 2011 гг. показан на рисунке 3.6.

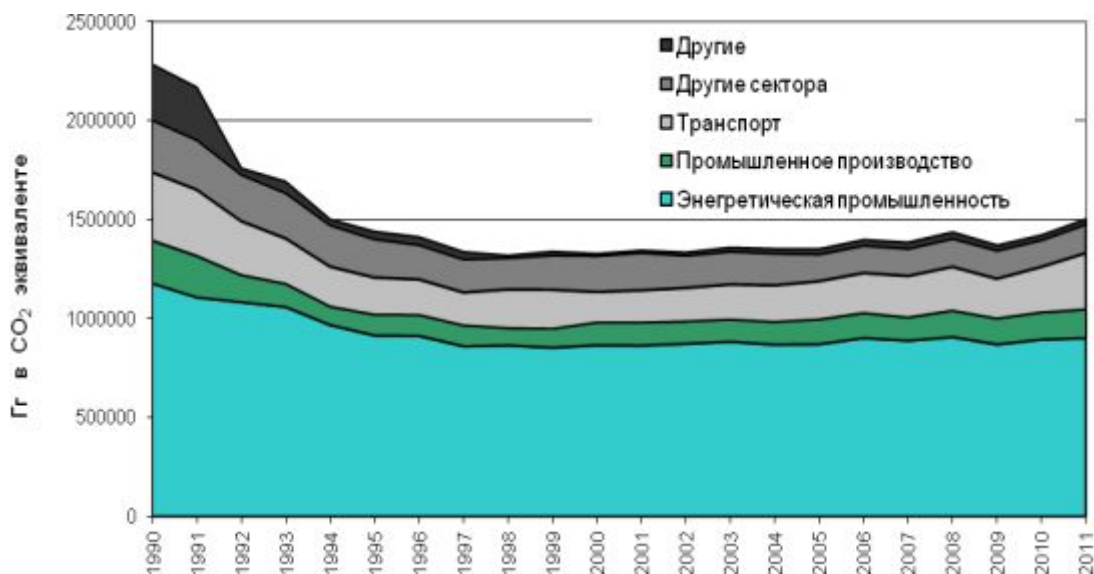


Рис. 3.6. Выбросы парниковых газов при сжигании топлива по категориям источников (Гг CO<sub>2</sub> эквивалента)

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

Исходные данные о потреблении топлива представляются в российской национальной статистике в физических единицах (тыс. т., млн. м<sup>3</sup> и др.) или в унифицированных энергетических единицах – тоннах условного топлива (т.у.т.) Значения низшей теплоты сжигания топлива, используемые для перевода исходных данных в ТДж, взяты с учетом свойств отечественных топлив и рассчитаны по формуле:

$$C \text{ (ед./ТДж)} = 29,3(m.y.m / \text{ТДж}) \cdot C_{ice} \text{ (ед./}m.y.m\text{)},$$

где 29,3 – переводный множитель из т.у.т. в ТДж.

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

Выбросы CO<sub>2</sub>, относящиеся к использованию доменного газа, учтены в секторе 2.С.1 – Промышленные процессы – Черная металлургия. Поэтому, для того, чтобы избежать двойного учета, доменный газ исключен из расчетов в секторе 1.А. – Сжигание топлива в соответствии с рекомендациями Руководящих указаний по эффективной практике (МГЭИК, 2003, 3.1.3.1. Черная металлургия, Методологические вопросы, стр. 3.25). По рекомендации группы экспертов по проверке кадастра, доменный газ включен в расчеты для определения выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O.

Временной ряд суммарных выбросов парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub> при сжигании топлива с указанием выбросов по основным категориям источников представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9

*Эмиссия парниковых газов при сжигании топлива по категориям источников  
(Гт CO<sub>2</sub> эквивалента)*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Всего	2,28	2,17	1,76	1,69	1,50	1,44	1,41	1,34	1,32	1,34	1,33
Энергетическая промышленность	1,18	1,11	1,08	1,06	0,97	0,91	0,91	0,86	0,86	0,85	0,86
Промышленное производство	0,22	0,21	0,14	0,12	0,09	0,11	0,11	0,11	0,09	0,10	0,12
Транспорт	0,34	0,33	0,27	0,23	0,20	0,19	0,18	0,16	0,19	0,20	0,15
Другие сектора	0,26	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19	0,17	0,17	0,16	0,17	0,18
Другие	0,28	0,27	0,03	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего	1,34	1,33	1,36	1,35	1,35	1,40	1,38	1,44	1,37	1,42	1,50
Энергетическая промышленность	0,86	0,87	0,88	0,87	0,87	0,91	0,89	0,91	0,87	0,89	0,90
Промышленное производство	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,13	0,13	0,14	0,15
Транспорт	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,20	0,23	0,28
Другие сектора	0,19	0,16	0,17	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15
Другие	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	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 2011 году составила 899 146,47 Гт CO<sub>2</sub> эквивалента, из них 99,74% приходится на выбросы CO<sub>2</sub>. Выбросы от сжигания топлива для энергетических целей определяет 59,86% выбросов CO<sub>2</sub> от всего сжигания топлива. Временной тренд выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива при добыче, переработке топлив и производстве энергии в России приведен на рисунке 3.7.

#### Методологические вопросы

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

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

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

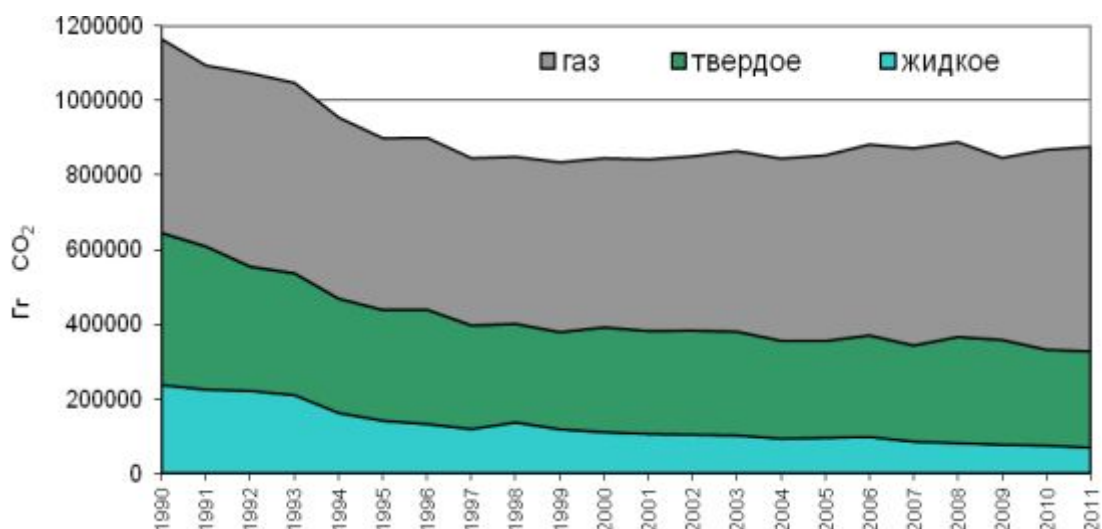


Рис. 3.7. Выбросы CO<sub>2</sub> при сжигании топлива в энергетической промышленности, Гт CO<sub>2</sub>

Начиная с 2005 года в связи с приведением государственных статистических наблюдений в соответствие с общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД) появилась возможность выделения подкатегорий источников в категории 1.A.1. Энергетическая промышленность. Поэтому при оценке выбросов за 2005-2011 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 2011 году незначительно изменилось, по сравнению с предыдущими годами. Основной вклад (92,3%) в выбросы углекислого газа в категории 1.A.1. «Энергетическая промышленность» вносит сжигание топлива при производстве тепло- и электроэнергии (рис. 3.8). Подкатегория 1.b. – «Сжигание топлива при перегонке нефти» вносит 4,8% в выбросы CO<sub>2</sub>, а вклад подкатегории 1.c. – «Производство твердых топлив и другие энергетические отрасли» составляет 2,9%.



Рис. 3.8. Вклад подкатегорий 1.A.1.a, 1.A.1.b, 1.A.1.c в выбросы CO<sub>2</sub> при сжигании топлива в энергетической промышленности



Для оценки эмиссии  $\text{CO}_2$  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 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.

Коэффициенты эмиссии при сжигании углей определены отдельно для каждого из бассейнов. Однако статистические данные о потреблении углей по секторам промышленности имеются только в целом для каменных углей и для бурого угля. Статистические данные отдельно для антрацита, коксового угля и каменного угля доступны только по добыче. Доля перечисленных углей в добыче используется для разделения общего количества каменного угля, потребляемого в секторах промышленности, на антрацит, коксовый уголь и каменный уголь. Поэтому, для расчета выбросов  $\text{CO}_2$  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, 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  $\text{CO}_2$  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.

Таблица 3.10

*Национальные параметры, используемые для оценки эмиссии  $\text{CO}_2$   
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

В соответствии с рекомендацией группы экспертов во время проверки национального кадастра, начиная с кадастра 2011 года, проведен перерасчет национальных коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  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 содержании углерода отсутствуют, было принято среднее по стране значение (2,76 т  $\text{CO}_2$ /т.у.т). Распределение коэффициентов выбросов диоксида углерода по различным типам углей представлено в таблице 3.11.

Расчет национального коэффициента выбросов  $\text{CO}_2$  проводился на основании данных Росстата о сжигании углей различных бассейнов при производстве тепло– и электро– энергии. Средние для каждого года коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$  при сжигании углей рассчитывались как среднее взвешенное значение с учетом доли различных угольных бассейнов. Такие данные были предоставлены Росстатом за период с 1998 по 2011 год и за 1990 год. Также для всего временного ряда с 1990 по 2011 годы имеется информация о суммарном потреблении углей по бассейнам в экономике страны. Поэтому для периода с 1991 по 1997 годы среднее значение коэффициента выбросов  $\text{CO}_2$  для энергетической отрасли рассчитывались путем корреляции с суммарным потреблением углей в экономике страны. Полученные

национальные коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> при сжигании углей для всего временного ряда, используемые в кадастре 2013 года представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.11

*Коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> в углях различных угледобывающих бассейнов*

Тип угля	Коэффициент выброса CO <sub>2</sub> /тут	Тип угля	Коэффициент выброса CO <sub>2</sub> /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		

Таблица 3.12

*Временной тренд национального коэффициента выбросов CO<sub>2</sub> при сжигании угля на предприятиях тепло- и электроэнергетики в России*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
тС/ТДж	26,10	26,32	26,34	26,31	26,30	26,27	26,32	26,30	26,19	26,21	26,23
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
тС/ТДж	26,23	26,21	26,24	26,23	26,21	26,22	26,23	26,28	26,22	25,79	25,79

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 электростанциях собственных нужд, работающих на промышленных предприятиях и в других отраслях экономики, используются различные технологии и оборудование, прямое распространение коэффициентов, разработанных для ТЭС, на все стационарные источники не представляется возможным.

Для оценки выбросов CO<sub>2</sub> при сжигании других топлив, а так же для оценки выбросов других парниковых газов использовались коэффициенты эмиссии, определенные МГЭИК.

#### 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, начиная с 2010 года, превышает уровень 1990 года, в 2011 году превышение со-

ставило 5,6%, при этом потребление жидкого и твердого топлива сократилось, соответственно, на 70,8% и 36,5% по отношению к 1990 году. По сравнению с 2010 годом значительных изменений в потребление топлива не произошло.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке, начиная с представленного в 2011 году национального доклада о кадастре (НДК, 2011), приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.14 приведены данные о потреблении топлива в подкатегории 1.А.1 – Энергетическая промышленность.

Таблица 3.13

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Всего	100,0	94,0	92,0	89,9	82,1	77,6	77,5	73,0	73,4	72,3	73,4
Жидкое топливо	100,0	94,8	93,4	88,5	68,4	59,6	55,8	50,3	57,7	50,0	46,7
Твердое топливо	100,0	94,2	81,8	80,2	75,3	73,0	75,3	68,3	65,0	64,0	69,1
Газ	100,0	93,4	99,8	98,3	93,5	88,6	88,8	86,4	86,2	87,7	87,3
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего	73,3	74,1	74,9	73,6	74,4	77,0	75,7	77,3	73,8	75,9	76,5
Жидкое топливо	44,8	43,9	43,1	39,3	40,4	41,3	36,0	34,3	32,6	31,5	29,2
Твердое топливо	67,8	68,5	68,4	64,7	63,8	67,0	63,5	70,0	69,1	63,3	63,5
Газ	88,6	90,0	93,2	94,0	95,8	98,5	101,8	100,6	94,0	103,2	105,6

Таблица 3.14

*Расход топлива в категории 1А1 – Энергетическая промышленность в 2011 году, ТДж*

Виды топлива	1А1а	1А1б	1А1с
Нефть	30 414,48	0,00	5 572,57
Дизельное топливо	88 262,59	1 448,74	73 171,92
Мазут	257 388,11	101 380,11	1 376,84
Сжиженный газ	1 209,83	9,20	170,20
Газ нефтеперерабатывающий, сухой	31 854,96	317 195,94	0,00
Антрацит	62 512,81	72,37	257,63
Коксующийся уголь	408 833,76	473,32	1 684,88
Каменный уголь	1 141 483,87	1 321,53	4 704,27
Бурый уголь	1 040 967,58	0,00	1 001,51
Торф	12 899,79	0,00	14,94
Угольные брикеты	151,19	0,00	0,00
Кокс металлургический сухой	14,50	0,00	0,00
Газ горючий искусственный коксовый	80 416,99	43 511,12	50,10
Природный газ	9301171,556	153 930,04	350 098,28
Промышленные отходы	136 696,22	8 822,23	0,00
<b>Всего<sup>1)</sup></b>	<b>12 619 918,66</b>	<b>656 635,40</b>	<b>440 316,93</b>
Биомасса	24396,15276	0,00	19,48

<sup>1)</sup> 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 РККК 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. а – Черная металлургия, 1.A.2. б – Цветная металлургия, 1.A.2 с – Химическая промышленность, 1.A.2 d – Целлюлозно-бумажная промышленность, 1.A.2 е – Пищевая промышленность, 1.A.2 f – Другие сектора промышленности.

Суммарная эмиссия парниковых газов от подсектора в 2011 году составила 145 898,63 Гг  $\text{CO}_2$  эквивалента, из них 99,3% приходится на выбросы  $\text{CO}_2$ . 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.A.1 – «Энергетическая промышленность». Данные о сжигании топлива в цветной и черной металлургии приведены в статистической отчетности за 2005 – 2011 годы совместно. В связи с указанными изменениями структуры отчетности по исходным данным, значительно изменился и вклад различных промышленных производств в суммарный выброс углекислого газа от категории 1.A.2. «Промышленное производство и строительство» (рис. 3.10).

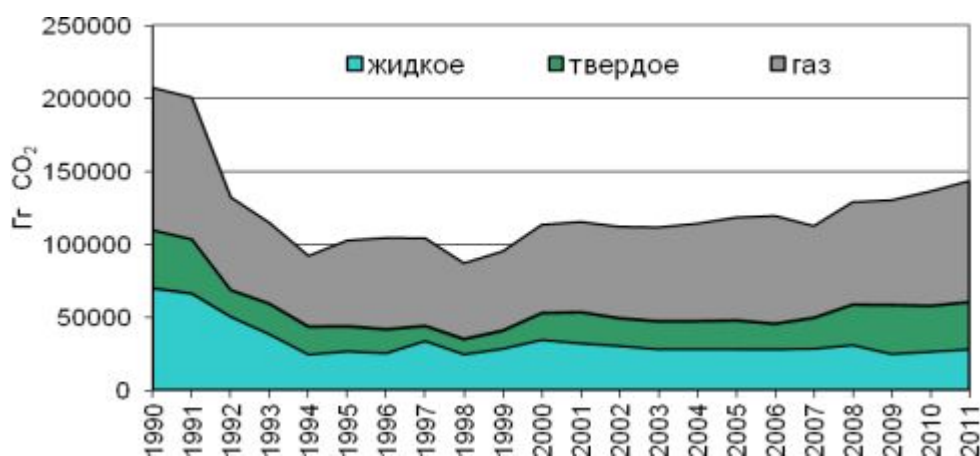


Рис. 3.9. Выбросы  $\text{CO}_2$  при сжигании топлива в промышленности, Гг

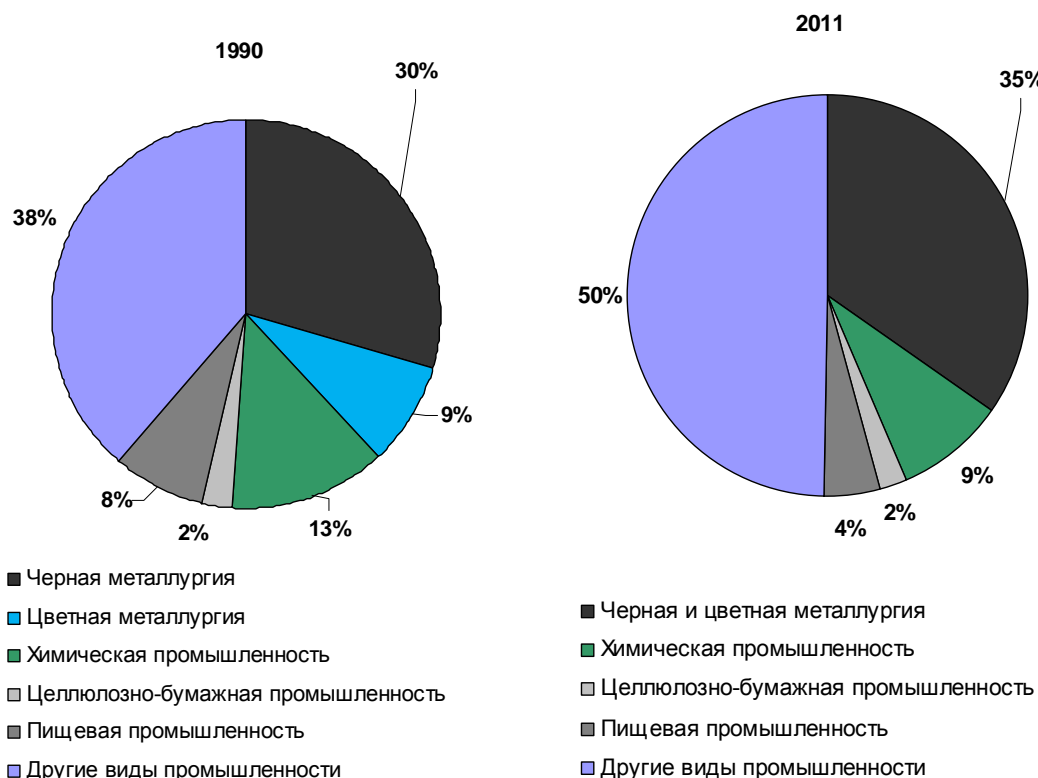


Рис. 3.10. Вклад различных промышленных производств в суммарный выброс  $CO_2$  в категории 1.А.2. «Промышленное производство и строительство» в 1990 и 2011 годах

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 2013 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 2005-2011 годов перенесены в категорию 1А2. – Промышленное производство из категории 1А1 – Энергетическая промышленность. Поскольку информация о потреблении 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. В остальные годы (1990-2004), в связи с изменением структуры ТЭБ, выбросы от производителей энергии для собственных нужд уже учтены в соответствующих отраслях промышленности.

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 2011 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 соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке, начиная с представленного в 2012 году национального доклада о кадастре (НДК, 2012), приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.16 приведены данные о потреблении топлива в подкатегории 1.А.2 – Промышленное производство.

Таблица 3.15

*Сжигание топлива в промышленности в % к 1990г.*

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Всего	100,0	96,5	62,5	53,7	43,9	54,9	58,0	53,6	47,0	50,1	70,6
Жидкое топливо	100,0	94,9	63,9	46,4	29,7	32,0	32,7	43,9	32,2	38,0	46,4
Твердое топливо	100,0	92,0	58,4	59,2	50,6	72,6	77,3	52,3	54,6	56,0	119,3
Газ	100,0	99,5	65,0	56,6	49,5	60,0	63,9	61,3	53,0	55,4	61,8
Другие топлива	100,0	98,0	57,4	31,6	25,3	35,4	25,1	25,1	17,7	20,6	20,4
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего	71,0	70,1	71,9	74,4	75,3	68,9	64,8	70,4	71,1	76,9	80,0
Жидкое топливо	42,8	40,1	38,4	40,9	40,9	40,8	41,5	45,2	36,5	38,7	41,1
Твердое топливо	122,4	119,7	126,2	127,9	124,8	91,4	96,2	101,0	109,3	117,4	118,3
Газ	63,2	64,0	65,7	68,2	72,0	75,5	64,2	71,8	73,3	80,3	84,9
Другие топлива	14,6	17,3	4,9	20,5	15,4	17,8	13,1	7,1	9,6	7,5	7,4

Таблица 3.16

*Расход топлива в категории 1А2 – Промышленное производство в 2011 году, ТДж*

	1А2а	1А2с	1А2d	1А2е	1А2f
Нефть	25,1394	762,5618	0	146,6465	3033,488
Дизельное топливо	22143,18	4673,35	9062,051	17945,66	221470,1
Мазут	19223,52	2829,941	4796,85	2520,855	31422,37
Сжиженный газ	607,2132	9959,217	289,8063	3206,27	7327,959
Газ нефтеперерабатывающий, сухой	0	8104,38	0	0	0
Антрацит	3272,58	175,8681	71,30234	123,0089	4845,184
Коксующийся уголь	21402,67	1150,178	466,3173	804,4782	31687,5
Каменный уголь	59757,31	3211,352	1301,981	2246,142	88473,05
Горючие сланцы	0	0	0	0	143,277
Бурый уголь	656,2087	15,76047	885,4519	879,7208	25646,58
Торф	0	33,8708	0	0	311,8106
Угольные брикеты	0	0	22,854	0	31,644
Кокс металлургический сухой	3796,378	5348,891	0	168,2406	6631
Газ горючий искусственный коксовый	105964,5	42261,88	0	0	1893,893

Продолжение таблицы 3.16

Природный газ	596098,9	139329,9	20503,72	72966,73	657160,4
Промышленные отходы	2719,04	1043,08	6196,95	342,81	972,76
Всего <sup>1)</sup>	836391,2	221822,9	43610,38	101658,3	1095325
Биомасса	72,48234	250,9604	2262,54	366,3086	1814,397

<sup>1)</sup> 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.А3)

#### 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.А4.с «Сельское хозяйство, лесоводство и рыболовство» и других подсекторах.

Суммарный выброс парниковых газов от сектора «Транспорт» в 2011 году составил 283 585,79 Гг CO<sub>2</sub> эквивалента (из них 98,1% приходится на выбросы углекислого газа). Эмиссия углекислого газа при сжигании топлива транспортом определяет 18,7% суммарных выбросов при сжигании топлива. Изменение выбросов углекислого газа от транспортного сектора за период с 1990 по 2011 год и относительный вклад жидкого и газообразного топлива представлен на рисунке 3.11.

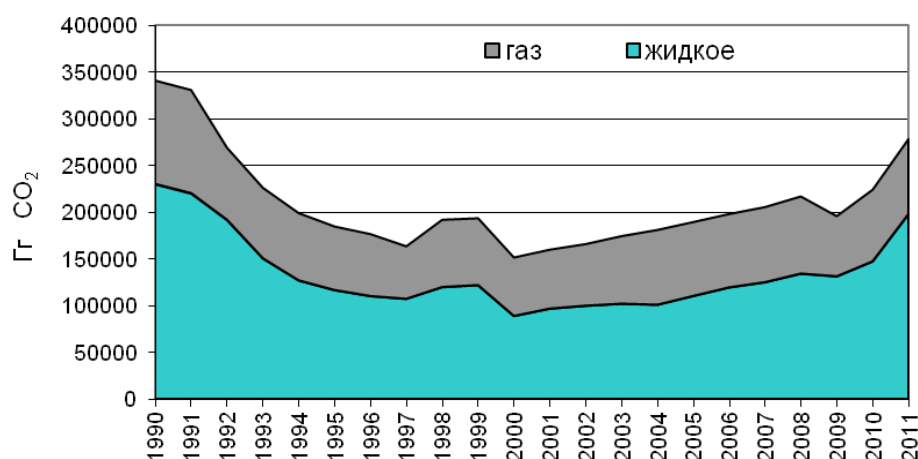


Рис. 3.11. Выбросы CO<sub>2</sub> от транспортного сектора, Гг

#### Методологические вопросы

Выбросы парниковых газов от категории транспорт, оценивались по методу уровня 1 в соответствии с методикой МГЭИК (1996) для национальной гражданской авиации (1.А3.а), дорожного транспорта (1.А3.б), железнодорожного транспорта (1.А3.с), водного транспорта, незадействованного в международных перевозках (1.А3.д), другие виды транспорта (трубопроводный транспорт) (1.А3.е).

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

В категорию Транспорт, включены выбросы только при сжигании моторного топлива, используемого различными видами транспорта. В российской национальной статистике к моторным топливам относятся только три вида топлив: бензин, дизельное топливо и другие

виды моторных топлив. Для расчета эмиссии парниковых газов некоторые другие топлива так же были отнесены к моторным: в категориях водного и железнодорожного транспорта рассчитывались так же выбросы при сжигании мазута, а в категории дорожного транспорта – при сжигании сжиженного газа. Все остальные виды топлива, отнесенные национальной статистикой к категории «Транспорт» при оценке выбросов парниковых газов рассматривались как стационарные выбросы и учитывались в категории 1.А.4.а – Коммерческое использование.

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

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).

В соответствии с рекомендацией группы экспертов и в ответ на перечень потенциальных проблем в категории 1А1б – Дорожный транспорт, Российская Федерация провела расчет выбросов от сжигания бензина и дизельного топлива с применением коэффициентов из Таблиц 1-36, 1-37, 1-38, 1-39, 1-40, 1-41, 1-42 Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК ( $73,0 \text{ t CO}_2 \text{ TJ}^{-1}$  для бензина и  $74,0 \text{ t CO}_2 \text{ TJ}^{-1}$  для дизельного топлива). Для расчетов выбросов использовались стандартные рабочие листы из Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК, требующие коэффициент эмиссии в  $\text{t C TJ}^{-1}$ .

$$73,0 \text{ t CO}_2 \text{ TJ}^{-1} = 73 \cdot 12/44 = 19,9 \text{ t C TJ}^{-1}$$

$$74,0 \text{ t CO}_2 \text{ TJ}^{-1} = 74 \cdot 12/44 = 20,2 \text{ t C TJ}^{-1}$$

Коэффициент эмиссии для дизельного топлива, равный  $20,2 \text{ t C TJ}^{-1}$  точно соответствует коэффициенту, приведенному в Таблице 1-1 Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК (IPCC, 1997), который уже использовался в предыдущих кадастрах парниковых газов РФ. Поэтому новый коэффициент, рекомендованной группой экспертов, используется только для расчета выбросов  $\text{CO}_2$  от сжигания бензина автомобильным транспортом. В дальнейшем планируется разработка национальных коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  от сжигания бензина и дизельного топлива автомобильным транспортом с учетом экологических классов топлива, используемого в России.

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

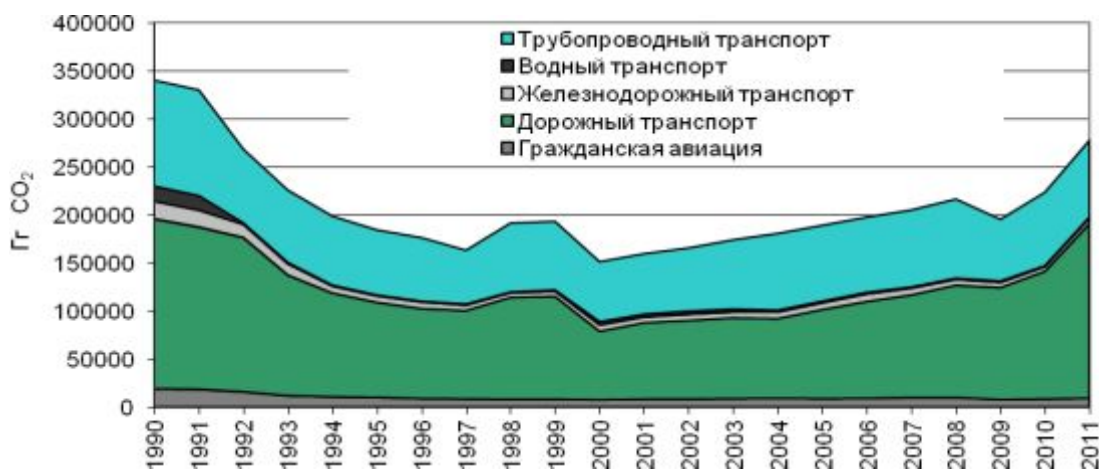


Рис. 3.12. Вклад различных видов транспорта в суммарный выброс  $\text{CO}_2$  от категории 1.А.3 «Транспорт»



Исходные данные.

В таблице 3.17 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в транспортном секторе за период с 1991 по 2011 год в процентах к 1990 году.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке кадастра в настоящем докладе приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.18 приведены данные о потреблении топлива в подкатегории 1.А.3 – Транспорт.

Таблица 3.17

*Сжигание топлива транспортом в % к 1990г.*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Всего	100,0	97,3	78,2	66,7	59,3	55,2	52,9	48,6	57,4	57,7	45,8
Жидкое топливо	100,0	95,7	83,4	65,7	55,7	51,4	48,5	47,3	52,6	53,5	39,2
Газ	100,0	99,8	69,6	68,2	65,1	61,5	60,0	50,7	65,1	64,7	56,6
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего	48,1	50,0	52,8	55,2	57,3	59,6	61,8	65,1	58,1	65,2	79,7
Жидкое топливо	42,7	44,1	45,1	44,7	48,6	52,8	55,2	59,3	58,0	62,7	84,1
Газ	57,0	59,6	65,4	72,4	71,5	71,0	72,7	74,6	58,2	69,3	72,5

Таблица 3.18

*Расход топлива в категории 1А3 Транспорт в 2011 году, ТДж*

<b>Гражданская авиация</b>	ТДж
Авиационный керосин <sup>1)</sup>	133 661,37
<b>Дорожный транспорт</b>	
Сжиженный газ	15 934,75
Бензин	1 431 255,45
Дизельное топливо	1 042 473,20
Другие моторные топлива	8 254,10
<b>Всего</b>	<b>2 497 917,50</b>
<b>Железнодорожный транспорт</b>	
Дизельное топливо	77 904,74
Мазут	2 211,77
Другие моторные топлива	44,6239
<b>Всего</b>	<b>80 161,14</b>
<b>Водный транспорт</b>	
Дизельное топливо <sup>2)</sup>	9 059,93
Мазут <sup>2)</sup>	7 595,48
Другие моторные топлива	320,7471
<b>Всего</b>	<b>16 976,15</b>
<b>Трубопроводный транспорт</b>	
Природный газ	1 434 256,04
Нефть	846,36
<b>Всего</b>	<b>1 435 102,40</b>

<sup>1)</sup> Расход топлива гражданской авиацией рассчитан по данным о налете и удельном расходе топлива.

<sup>2)</sup> Потребление топлива водным транспортом приведено за вычетом бункерного топлива.

**Выбросы от внутренней гражданской авиации.**

В 2011 году совокупная эмиссия CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от сжигания топлива в гражданской авиации составила 9,6 млн. т (9 641,1 Гг) CO<sub>2</sub>-экв., что на 51,6% ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого в 2011 году приходилось 99,1% совокупного выброса. Эмиссии метана и закиси азота в 2011 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):

$$FC(t) = \sum_x FT_x(t) \cdot FR_x, \quad (3.1)$$

где FC(t) – масса топлива, потребленного при выполнении авиационных перевозок в году t, т;

FT<sub>x</sub>(t) – годовой налет по отдельным типам пассажирских и грузовых воздушных судов x за год t, самолето-часов;

FR<sub>x</sub> – средний часовой расход топлива для каждого типа (x) воздушных судов, т • ч<sup>-1</sup>

Сведения о ежегодном налете по отдельным типам пассажирских и грузовых воздушных судов FT<sub>x</sub>(t) за период с 2000 по 2011 годы были предоставлены Федеральным агентством воздушного транспорта (Росавиация) 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. По данным Росавиации, иностранные авиаперевозчики не выполняют полеты внутри России. Данные по среднему часовому расходу топлива были предоставлены ФГУП Государственный научно-исследовательский институт Гражданской Авиации.

Потребление топлива при внутренних авиационных перевозках представлено в таблице 3.19.

Таблица 3.19

*Потребление топлива при выполнении внутренних авиаперевозок*

Годы	Потребление топлива, тыс. т
<b>1990</b>	6418,2 <sup>1)</sup>
<b>1991</b>	6207,8 <sup>1)</sup>
<b>1992</b>	5188,6 <sup>1)</sup>
<b>1993</b>	3919,5 <sup>1)</sup>
<b>1994</b>	3534,9 <sup>1)</sup>
<b>1995</b>	3377,1 <sup>1)</sup>
<b>1996</b>	2969,4 <sup>1)</sup>
<b>1997</b>	2893,8 <sup>1)</sup>
<b>1998</b>	2755,7 <sup>1)</sup>
<b>1999</b>	2795,1 <sup>1)</sup>

Продолжение таблицы 3.19

<b>2000</b>	2629,4
<b>2001</b>	2840,2
<b>2002</b>	2891,8
<b>2003</b>	2991,2
<b>2004</b>	3138,0
<b>2005</b>	2990,2
<b>2006</b>	3100,3
<b>2007</b>	3353,8
<b>2008</b>	3390,2
<b>2009</b>	2693,9
<b>2010</b>	2908,9
<b>2011</b>	3103,3

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

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):

$$E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}} = FC \cdot CF_{\text{TCE}} \cdot CF_{\text{NCV}} \cdot EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}, \quad (3.2)$$

где:  $E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  – величина эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , т;  
 $FC$  – масса топлива, потребленного при выполнении авиационных перевозок в году  $t$ , т;  
 $CF_{\text{TCE}}$  – коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте ( $1,47 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$ );  
 $CF_{\text{NCV}}$  – коэффициент пересчета в теплотворную способность ( $0,0293 \text{ ТДж} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$ );  
 $EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  – коэффициент эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{т} \cdot \text{ТДж}^{-1}$

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  $1,47 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$  и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного  $0,0293 \text{ ТДж} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$  (Постановление Госкомстата России, 1999). Коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при внутренних авиационных перевозках, были взяты из руководства МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006) и приведены в таблице 3.20.

Таблица 3.20

*Коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , использованные в расчетах выбросов парниковых газов при внутренних авиационных перевозках*

Вид топлива	Коэффициент эмиссии $\text{CO}_2$ , $\text{т} \cdot \text{ТДж}^{-1}$	Коэффициент эмиссии $\text{CH}_4$ , $\text{т} \cdot \text{ТДж}^{-1}$	Коэффициент эмиссии $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{т} \cdot \text{ТДж}^{-1}$
Авиационный керосин	71,5	0,0005	0,002

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

Расчетные значения выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от национальной гражданской авиации представлены на рисунках 3.13 и 3.14 соответственно.

Как видно из рисунка 3.13, наименьшая величина эмиссии CO<sub>2</sub> наблюдалась в 2000 году, что объясняется сокращением объема внутренних перевозок, а наибольшая – в 1990 году. В 2011 году эмиссия CO<sub>2</sub> составила 9,6 млн. т., что на 51,6% ниже уровня 1990. Тренды выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O повторяют тренд выбросов CO<sub>2</sub>. Величины эмиссии метана и оксида азота в 2011 году составили 67 т и 267 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 2009-2011 гг. совокупные выбросы от внутренней гражданской авиации были ниже уровня 2008 года, что связано с последствиями экономического кризиса (рис. 3.13 и 3.14).



Рис. 3.13. Динамика эмиссии CO<sub>2</sub> от внутренней гражданской авиации

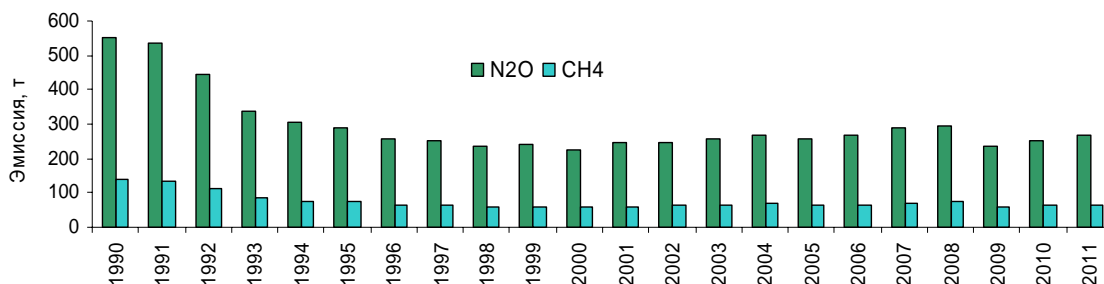


Рис. 3.14. Динамика эмиссии CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от внутренней гражданской авиации

### 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. В 2012 году сотрудниками Центрального института авиационного моторостроения

им. Баранова были проанализированы расчеты выбросов парниковых газов от внутренних и международных авиационных перевозок. Было подтверждено, что использованные в кадастре данные об авиационной деятельности и коэффициенты эмиссии верны, а расчеты выполнены корректно. Согласно методологии МГЭИК, проверка расчетов выбросов парниковых газов от авиационных перевозок независимыми экспертами является процедурой контроля качества кадастра по уровню 2.

### 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 (1.A4) в 2011 году составил 145 971,35 Гг CO<sub>2</sub> эквивалента, от других видов сжигания топлива, не учтенных ранее (1.A5) – 27 593,92 Гг CO<sub>2</sub> эквивалента. Всего от секторов 1A4 и 1A5 суммарный выброс парниковых газов составил 173 565,27 Гг CO<sub>2</sub> эквивалента, из них 98,66% составляют выбросы углекислого газа. Другие сектора экономики определяют 12,7% суммарных выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива. Динамика суммарных выбросов углекислого газа от секторов 1.A4 и 1.A5 и изменение долевого вклада подкатегорий источников приведены на рисунке 3.15.

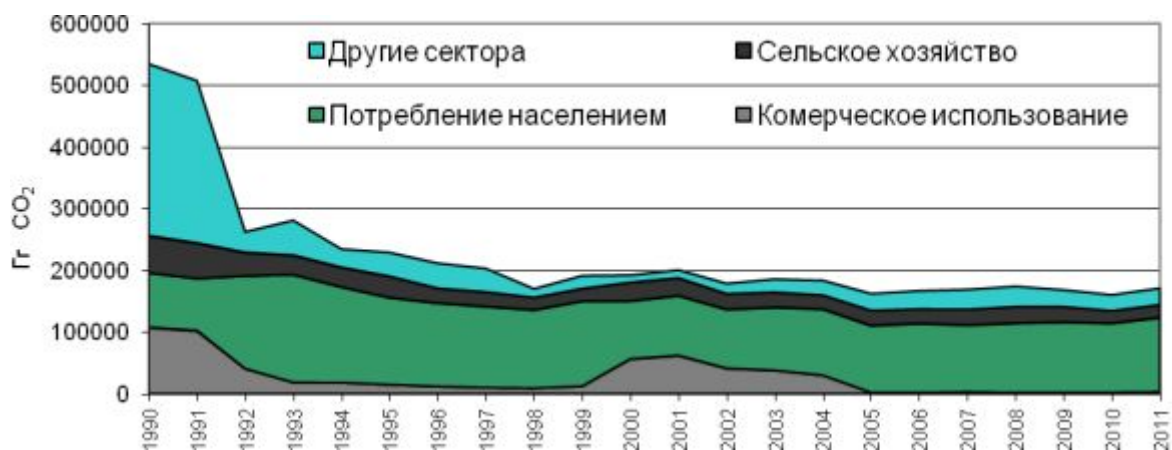


Рис. 3.15. Суммарные выбросы углекислого газа от секторов 1.A4 и 1.A5, Гг CO<sub>2</sub>

#### Методологические вопросы

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

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

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

Выбросы от сжигания топлива в подкатегории 1.A.4.c – Сельское хозяйство/рыболовство/лесное хозяйство включают как стационарное сжигание, так и сжигание на передвижных источниках. Эмиссия от сжигания моторных топлив (бензин, сжиженный газ,

дизельное топливо, другие моторные топлива) в сельском хозяйстве отнесена к передвижным 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 2011 год.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке кадастра, в настоящем докладе приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.22 приведены данные о потреблении топлива в подкатегории 1.А.4 – Другие сектора и 1.А.5 – Другие, не учтенные ранее сектора.

Таблица 3.21

*Сжигание топлива в других секторах (категории 1.А.4 и 1.А.5) в % к 1990г.*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Всего	100,0	95,4	56,6	61,9	51,5	49,2	46,1	44,2	37,6	42,0	41,2
Жидкое топливо	100,0	94,7	26,5	25,3	20,1	23,4	22,2	21,8	12,0	16,7	16,5
Твердое топливо	100,0	93,4	38,9	37,7	26,7	26,0	19,1	18,2	17,0	20,3	21,6
Газ	100,0	99,8	189,3	228,5	207,3	183,7	178,9	170,6	166,7	169,8	168,2
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего	43,0	39,4	41,2	40,4	36,2	37,2	38,1	38,8	37,7	36,3	43,0
Жидкое топливо	17,8	14,9	15,0	17,1	14,9	14,9	15,3	17,5	14,8	13,6	17,8
Твердое топливо	22,8	15,7	15,3	14,7	11,7	12,2	9,9	10,4	10,0	9,7	22,8
Газ	174,2	172,6	184,5	173,1	157,4	163,3	170,6	166,7	169,9	164,3	174,2

Таблица 3.22

*Потребление топлива по видам в категории 1А.4 – Другие отрасли и 1А.5 – Другие виды сжигания топлива в 2011 году, ТДж*

	1А4А	1А4В	1А4С	1А5
Нефть	925,97	0,00	490,22	754,18
Бензин	0,00	0,00	50572,27	0,00
Дизельное топливо	0,00	0,00	177566,06	125976,52
Мазут	6719,60	2809,87	19087,05	11713,14
Сжиженный газ	1642,24	136958,78	3316,67	8289,38
Газ нефтеперерабатывающий сухой	0,00	0,00	0,00	0,00
Антрацит	228,41	2678,23	0,00	1858,13
Коксующийся уголь			0,00	14288,38
Каменный уголь	6203,82	72743,26	1412,63	36180,14
Бурый уголь	1843,97	16601,51	1598,97	5223,88
Торф	0,00	0,00	34,87	151,42

Продолжение таблицы 3.22

Угольные брикеты	12,31	8,79	1,76	65,05
Кокс металлургический сухой	8,70	5,11	0,00	58,01
Газ горючий искусственный коксовый	3,34	0,00	0,00	
Природный газ	18106,43	1692851,75	23239,13	113098,43
ТБО абиогенные			0,00	1549,39
Промышленные отходы	709,06	0,00	1356,59	4198,69
<b>Всего</b>	<b>36403,85</b>	<b>1924657,30</b>	<b>278676,20</b>	<b>323404,74</b>
Биомасса	824,58	49178,10	5556,20	35072,10
CH <sub>4</sub> recovered	0,00	0,00	0,00	5798,70
ТБО биогенное	0,00	0,00	0,00	16145,95
<b>Биомасса всего</b>	<b>824,58</b>	<b>49178,10</b>	<b>5556,20</b>	<b>57016,74</b>

<sup>1)</sup> 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<sub>2</sub>

Оценка выбросов других, кроме CO<sub>2</sub> газов проводилась с использованием метода 1-го уровня по секторам промышленности. Выбросы прочих парниковых газов – метана (CH<sub>4</sub>) и оксида диазота (N<sub>2</sub>O), а так же косвенных парниковых газов – окислов азота (NO<sub>x</sub>), оксида углерода (CO) и летучих неметановых органических соединений (ЛНОС) проведены для всего временного ряда. В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке кадастра проведено разделение выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O по тем же подкатегориям источников, как и расчет выбросов CO<sub>2</sub> в энергетической промышленности (1.А.1) и промышленном производстве (1.А.2) для всего временного ряда.

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

В целом для подсектора 1.А «Сжигание топлива» выбросы CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O в 2011 году составляют всего 0,74% суммарного выброса парниковых газов. В 1990 году доля выбросов прочих парниковых газов при сжигании топлива составляла 0,78%. На рисунке 3.16 показан временной тренд выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O при сжигании топлива, а на рисунке 3.17 вклад различных категорий источников в суммарные выбросы метана и закиси азота в 2011 году.

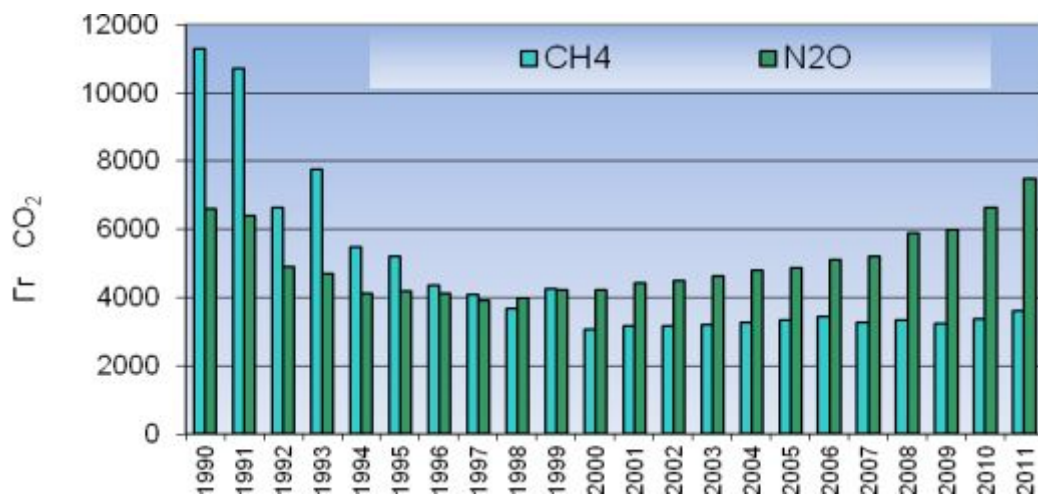


Рис. 3.16. Временной тренд выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O при сжигании топлива

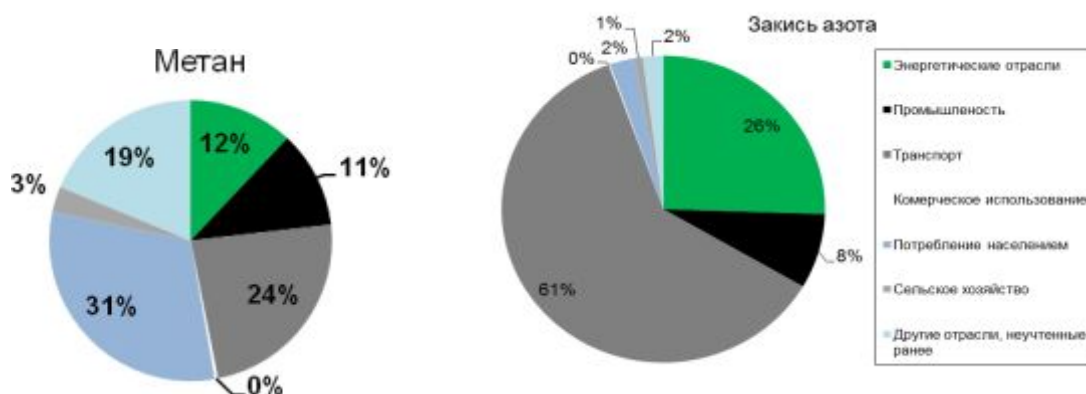


Рис. 3.17. Вклад различных категорий источников в выбросы метана и закиси азота от сжигания топлива в 2011 году

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. Рост выбросов закиси азота в последние годы обусловлен в значительной степени модернизацией парка автотранспортных средств и, как следствие, увеличение доли автомобилей класса выше Евро 0.

В 2011 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 (61%) и в энергетической отрасли (26%). Значительное увеличение доли  $N_2O$  и  $CH_4$ , обусловленной выбросами от автотранспорта, объясняется включением в расчет коэффициентов выбросов, отражающих структуру национального парка АТС.

Временное изменение выбросов косвенных парниковых газов представлено на рисунке 3.18. Основной вклад в выбросы метана вносит сжигание топлива населением (31%), транспортом (24%), предприятиями других отраслей (19%) и энергетикой (12%). 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 CO, так и ЛНОС от категории транспорт обусловлено сжиганием топлива дорожным транспортом.

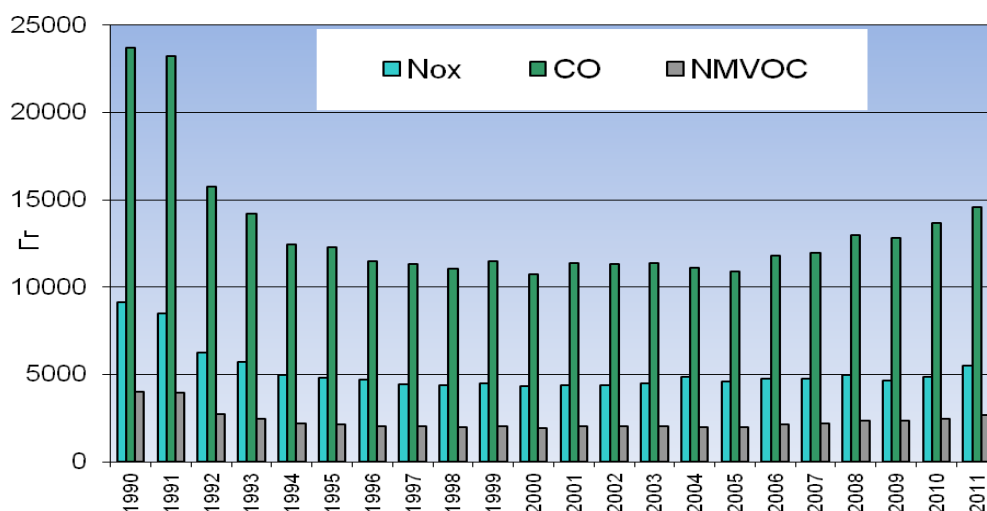


Рис. 3.18. Временной тренд выбросов газов с косвенным парниковым эффектом при сжигании топлива



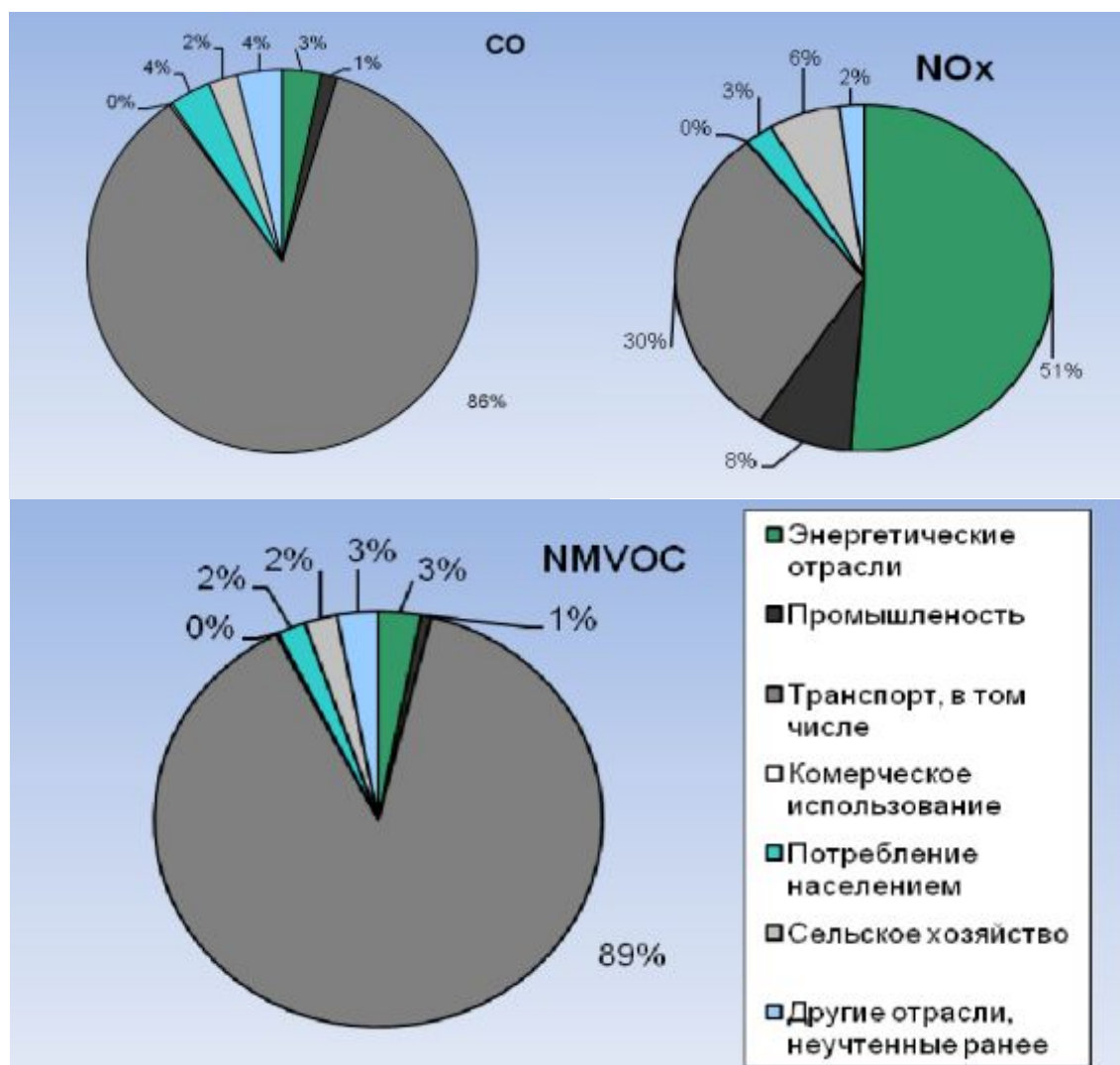


Рис. 3.19. Вклад различных категорий источников в выбросы газов с косвенным парниковым эффектом от сжигания топлива в 2011 году

#### Промышленное производство

По рекомендации группы экспертов по проверке доменный газ включен в расчеты за все годы (1990-2011) для определения выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ . 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  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  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  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от сжигания доменного газа. Выбросы метана при сжигании доменного газа составили в 2011 году 6,27 Гг, а закиси азота – 0,88 Гг. В 1990 году соответствующие значения составляли 3,65 Гг и 0,51 Гг.

#### Дорожный транспорт

В соответствии с рекомендацией группы экспертов по проверке, основываясь на тестовом расчете, выполненном для 2007 года (НДК, 2009, приложение 3.1), был рассчитан скрытый коэффициент выбросов  $\text{CH}_4$  and  $\text{N}_2\text{O}$ .

В тестовом расчете 2007 была проведена инвентаризация выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  по методу уровня 3 Руководящих принципов МГЭИК 2006 года и с использованием национальных коэффициентов выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  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 парниковых газов. 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 соответствии с методологией МГЭИК, описаны в приложении 3.1 представленного в 2009 национального доклада о кадастре (НДК, 2009).

В ответ на потенциальные проблемы в секторе Энергетика, Дорожный транспорт (1.А.3.b),  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , поднятые группой экспертов по проверке МГЭИК, были проанализированы национальные коэффициенты выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ . В соответствии с Расчетной инструкцией 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  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  при сжигании бензина и дизельного топлива, были рассчитаны скрытые коэффициенты выбросов для каждой категории АТС. Затем был рассчитан средний скрытый коэффициент выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  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 ( $\text{kg/TJ}$ ) для  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от АТС

	$\text{CH}_4$		$\text{N}_2\text{O}$	
	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
Скрытый коэффициент эмиссии 2007				

Принимая во внимание рекомендации группы экспертов о соблюдении 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 расче-

та временного изменения коэффициентов выбросов были применена линейная интерполяция данных между 1990 и 2007 годами.

В соответствие с данными, предоставленными Министерством промышленности и торговли РФ в процессе межведомственного согласования национального доклада о кадастре (НДК, 2012), в период с 2007 по 2010 год произошло существенное изменение структуры автопарка России, обусловленное предпринятыми мерами стимулирования приобретения новых автотранспортных средств, в том числе и программой утилизации вышедших из эксплуатации АТС. В результате к 2010 году по сравнению с 2007 годом произошло изменение структуры автопарка России в сторону повышения его технического уровня за счет поступления в эксплуатацию 5 млн. АТС класса Евро 3 и 1,5 млн. АТС класса Евро 4. Одновременно с этим количество АТС класса Евро 0 сократилось на 1,8 млн. Данная информация позволила уточнить скрытый коэффициент выбросов метана и закиси азота для 2010 года.

Для расчета временного изменения коэффициентов выбросов была применена линейная интерполяция данных между 2007 и 2010 годами, что привело к перерасчету выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  в 2008 и 2009 годах. В 2011 году коэффициент выбросов метана и закиси азота остался таким же, как и в 2010 году.

### **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  $\pm 5\%$ . Неопределенность рекомендуемых МГЭИК коэффициентов эмиссии составляет  $\pm 25\%$  (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  $\pm 5\%$ . При расчетах в большинстве случаев были использованы рекомендуемые МГЭИК коэффициенты эмиссии. Для национальных коэффициентов пересчета и других параметрических данных также был принят уровень неопределенности  $\pm 25\%$ . 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 2011 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 инвентариза-

ции. 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. В 2012 году независимый контроль качества раздела осуществлялся Центром по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ). Специалисты ЦЭНЭФ выполнили собственные расчеты выбросов парниковых газов по всем категориям энергетического сектора и сопоставили их с данными кадастра парниковых газов (Башмаков и Мышак, 2012). Результаты расчетов обсуждались на совместном семинаре ЦЭНЭФ и ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Предпринятые процедуры контроля качества соответствуют уровню 2 МГЭИК.

Перерасчеты в кадастре 2013 года были проведены для:

- ✓ выбросы при сжигании дизельного топлива и мазута водным транспортом и в базовом подходе, в связи с перерасчетами объемов морского бункерного топлива для 2010 года,
- ✓ в подкатегории 1A5 – Другие, не учтенные ранее источники – произведен перерасчет выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от биогенных и ископаемых отходов, а так же от биотоплива для всего временного ряда, в связи с перерасчетами данных о сжигаемых объемах, проведенными в секторе «Отходы».
- ✓ данные о сжигании топлива производителями тепло- и электро- энергии промышленными предприятиями для собственных нужд для 2005-2008 годов перенесены в подкатегорию промышленные процессы. В остальные годы (1990-2004), в связи с изменением структуры ТЭБ, выбросы от производителей энергии для собственных нужд уже учтены в соответствующих отраслях промышленности.

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

- ✓ разработке национальных коэффициентов выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  для предприятий энергетической промышленности,
- ✓ разработке национальных коэффициентов выбросов от природного газа,
- ✓ перераспределению исходных данных о деятельности, связанных с мобильным сжиганием топлива, разработка национального коэффициента выбросов  $\text{CO}_2$  от сжигания бензина и дизельного топлива автомобильным транспортом с учетом экологических классов используемого в России топлива и уточнению национальных коэффициентов выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  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 ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ) и предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NMVOC}$  и  $\text{SO}_2$ ), образующихся при добыче и последующем использовании твердых (уголь), жидких (нефть и газовый конденсат) и газообразных (природный и попутный нефтяной газы) топлив с 1990 по 2011 годы включительно. Динамика эмиссии парниковых газов приведена на рисунке 3.20. К 1997 году выбросы парниковых газов снизились на 25,9% по сравнению с уровнем 1990 года, после чего наблюдается их рост. В 2011 году совокупная эмиссия  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составила 418,2 млн. т (418 205,29 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что на 3,3% ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает метан, на долю которого в 2011 году приходилось 91,4% совокупного выброса. Выбросы диоксида углерода и оксида диазота в 2011 году составили 8,6% и менее 0,1% соответственно (рис. 3.20). Основными категориями источников

парниковых газов в разделе «Эмиссия от утечек и испарения топлив» являются добыча твердого топлива (подраздел 1.В.1) и добыча, переработка и транспортировка нефти, газового конденсата и природного газа (подраздел 1.В.2). Динамика выбросов парниковых газов от вышеупомянутых категорий источников приведена на рисунке 3.21.

Антропогенная деятельность по добыче, переработке и транспортировке нефти, газового конденсата и природного газа доминирует в суммарном объеме выбросов при утечках и испарении топлив. В 2011 году вклад этой категории источников в совокупную эквивалентную эмиссию парниковых газов от утечек и испарения топлив составил 88,7% (рис. 3.21). В 1997 году выбросы от нефтегазовой отрасли снизились на 22,8%, но с 1998 года наблюдается их устойчивый рост. В 2011 году выбросы нефтегазовой отрасли превысили уровень 1990 года на 3,2%. Выбросы от добычи твердых топлив сократились на 47,0% в 1998 году, но с 1999 года также проявляют устойчивую тенденцию к росту. В 2011 году величина эмиссии от добычи твердых топлив составила 64,5% уровня 1990 года.

Эмиссия предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , НМЛОС и  $\text{SO}_2$ ) 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  $\text{SO}_2$  и летучих органических соединений неметанового ряда (НМЛОС). Их величины достигали наибольших значений в 1990 году. В 2011 году выбросы  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$  и НМЛОС были на 13,4% ниже уровня 1990 года.

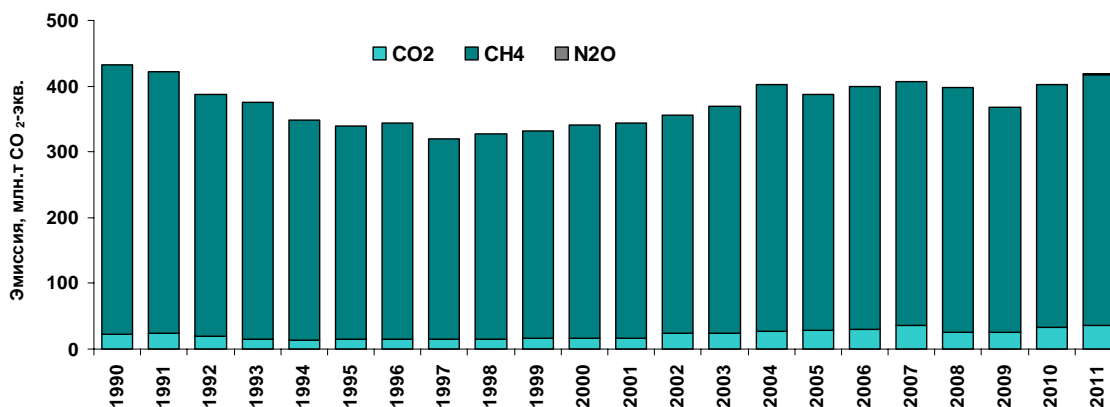


Рис. 3.20. Динамика эмиссии парниковых газов от утечек и испарения топлив

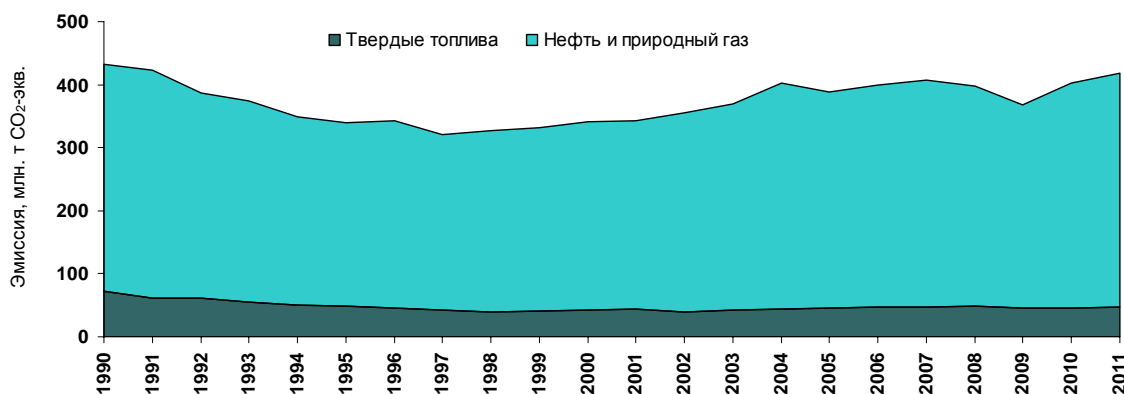


Рис. 3.21. Совокупная эквивалентная эмиссия парниковых газов при добыче и переработке твердого топлива, а также добыче, переработке и транспортировке нефти, газового конденсата и природного газа

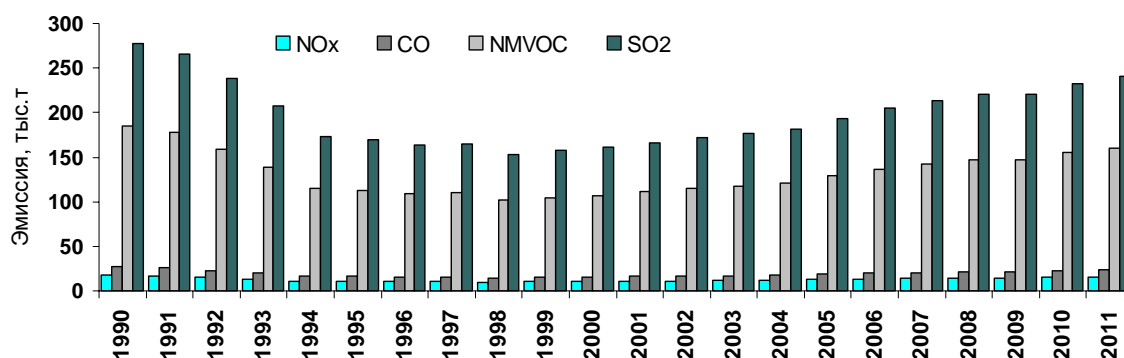


Рис. 3.22. Динамика выбросов предшественников озона

### 3.3.2 Выбросы от твердых топлив: добыча угля (1.В.1.А)<sup>21</sup>

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

Углеобразование сопровождается накоплением метана в пластах, трещинах и прилегающих пустотах. В угольных пластах содержатся сравнительно небольшие объемы свободного  $\text{CH}_4$ . В основном он абсорбирован в твердом углегазовом растворе или адсорбируется на поверхностях макромолекул и микротрещин. В естественных условиях в угольных пластах существует динамическое равновесие между свободным и связанным метаном, которое нарушается при их вскрытии и разработке. Вскрытие и последующая разработка угольных месторождений приводят к выделению газообразного  $\text{CH}_4$ . Количество метана, содержащееся в весовой или объемной единице горной породы (угольного пласта) в виде свободных и сорбированных газов, характеризуется термином «метаносность». Величина метаносности является относительно постоянной для конкретных условий залегания угольного пласта. Каждому угольному бассейну присущи определенные значения величин метаносности 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. Информация о добыче угля собирается в соответствии с административно-территориальным делением Российской Федерации и публикуется в государственной и ведомственной статистической отчетности (Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2010; Российский статистический ежегодник, 2011 и др.). С 2010 года формирование статистической информации осуществляется в соответствии с Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности (ОКПД). В ОКПД не предусмотрена детализация данных по способам добычи угля. Соответственно для расчета выбросов метана при добыче угля открытым и подземным способами в 2011 году были использованы данные Федерального государственного унитарного предприятия «Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса» (ГП «ЦДУ ТЭК»), предоставленные Министерством энергетики Российской Федерации. Оценка точности использованных данных представлена в разделе 3.3.2.4. Данные о добыче угля подземным и открытым способа-

<sup>21</sup> Раздел подготовлен на основе материалов, предоставленных ФГБУН Институт угля Сибирского отделения РАН (<http://www.icc.kemsc.ru>).

ми из эксплуатируемых угольных бассейнов были разделены по федеральным округам и субъектам Российской Федерации (табл. 3.24).

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

Динамика общего выброса  $\text{CH}_4$  от угледобычи показана на рисунке 3.23. В 2011 году совокупная эмиссия  $\text{CH}_4$  от добычи угля составила 2,2 млн. т (2 242,50 Гг), что на 35,5% 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 60,6%. 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 3.24

*Угледобыча в регионах Российской Федерации*

Федеральный округ	Угольные бассейны
Добыча подземным способом (1.В.1.А.1)	
Центральный	Подмосковный
Северо-Западный <sup>1)</sup>	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.В.1.А.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 Улукемский
Дальневосточный	Буреинский, Западно-Камчатский, Зырянский, Ленский, Омсукчанский, Партизанский, Раздольненский, Сахалинский, Угловский, Ханкайский, Южно-Уссурийский и Южно-Якутский

<sup>1)</sup> 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

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

#### Описание категории источников выбросов

Данные о годовой добыче угля подземным способом приведены в таблице 3.25 (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. Низкая экономическая эффективность и замещение угля природным газом на объектах теплоэнергетики привели к сокращению угледобычи в Центральном, Южном, Приволжском и Уральском федеральных округах. В 1998г. добыча угля подземным способом была на 53,2% ниже чем в 1990 году. Сокращение угледобычи с 1990 по 1998 гг. обусловлено 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 2011г. суммарный объем добычи угля подземным способом составил 57,5% от уровня 1990 года, а доля в совокупном объеме угледобычи в Российской Федерации – 29,9%.

Таблица 3.25

#### Добыча угля подземным способом в Российской Федерации

Годы	Объем добычи по федеральным округам, млн. т						
	Центральный	Северо-Западный <sup>(1)</sup>	Южный	Приволжский	Уральский	Сибирский	Дальнево-сточный
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



Продолжение таблицы 3.25

Годы	Объем добычи по федеральным округам, млн. т						
	Центральный	Северо-Западный <sup>(1)</sup>	Южный	Приволжский	Уральский	Сибирский	Дальневосточный
2000	0,7	18,4	9,7	0,02	2,3	55,6	2,9
2001	0,9	18,8	9,5	— <sup>(2)</sup>	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
2010 <sup>(3)</sup>	0,1	12,7	4,7	—	0,5	82,5	3,3
2011 <sup>(4)</sup>	0,0	12,9	5,2	—	0,1	77,7	4,8

<sup>(1)</sup> Из данных угледобычи по Северо-Западному федеральному округу исключена Мурманская область, где подземная добыча угля осуществляется вне территории Российской Федерации.

<sup>(2)</sup> Прочерк означает, что угледобыча прекращена.

<sup>(3)</sup> Получено расчетным путем по данным о добыче угля с 1990 по 2009 гг. включительно.

<sup>(4)</sup> Данные ГП «ЦДУ ТЭК», предоставлены Министерством энергетики Российской Федерации.

#### Методологические вопросы

Расчет эмиссии  $\text{CH}_4$  при добыче угля подземным способом производили по формуле 3.3, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006):

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

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

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

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

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

Формула 3.3 использовалась при расчетах эмиссии метана при добыче открытым способом, а также при последующем обращении с углем, добытым подземным способом.

Разработка подземных угольных пластов сопровождается высвобождением метана и поступлением его в горные выработки. Количество  $\text{CH}_4$ , выделяющегося в подземные выработки, характеризуется термином метанообильность. Абсолютная метанообильность представляет собой дебит  $\text{CH}_4$ , в единицу времени, а относительная — отношение объема газа, выделившегося за определенное время, 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, 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 в таблице 3.24 по данным о метаноносности угольных пластов и метанообильности отдельных шахт, эксплуатируемых в различных угольных бассейнах страны с 1990 по 2005 гг. включительно, были определены национальные коэффициенты эмиссии метана ( $EF_{\text{CS}}$ ) при добыче угля подземным способом. Их величины приведены в таблице 3.26. Оценка точности полученных коэффициентов эмиссии приведена в разделе 3.3.2.4.

Таблица 3.26

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

Федеральный округ	Угольные бассейны	Величина $EF_{\text{CS}}$ , $\text{м}^3 \cdot \text{т}^{-1}$
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 газовой выделением. Часть удаленного метана утилизируется. Утилизация  $\text{CH}_4$  выполняется в основном на шахтах ОАО «Воркутауголь» Печорского угольного бассейна (Северо-Западный федеральный округ). Данные об утилизации метана приведены в таблице 3.27. С 1990 по 2005 гг. включительно приведенные данные соответствуют фактической утилизации на шахтах ОАО «Воркутауголь». По плану развития угольных работ ОАО «Воркутауголь» на 2006-2018 гг., ежегодный объем утилизации шахтного метана составит 32 324 т  $\text{CH}_4$  год<sup>-1</sup>. Величина утилизации метана 32 324 т  $\text{CH}_4$  год<sup>-1</sup> использовалась в расчетах с 2006 по 2008 гг. включительно. Данные за 2009, 2010 и 2011 гг. предоставлены Министерством энергетики Российской Федерации. Расчетные значения эмиссии метана при добыче подземным способом корректировались на величины его утилизации (табл. 3.27).

Выбросы метана при добыче угля подземным способом

Расчетные значения эмиссии  $\text{CH}_4$  при добыче угля подземным способом приведены на рисунке 3.24. Как видно из рисунка, после 1990г. 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). В 2011 году выбросы  $\text{CH}_4$  составили до 1,2 млн. т. (1 172,0 Гг) или 50,2% уровня 1990 года. Динамика выбросов метана при добыче угля подземным способом обусловлена изменениями интенсивности угледобычи из-за экономической рецессии и последовавшей за ней реструктуризацией угольной отрасли (табл. 3.25), а также ростом утилизации удаляемого из шахт метана (табл. 3.27).

Таблица 3.27

Утилизация метана на шахтах (величина утилизированного  $\text{CH}_4$  при концентрации 100%, тыс. т)

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Объем утилизации	25,21	24,35	31,67	26,18	21,67	20,35	16,80	18,92	21,34	20,66	21,38
Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Объем утилизации	23,74 <sup>(1)</sup>	28,48 <sup>(1)</sup>	35,47 <sup>(1)</sup>	44,55 <sup>(1)</sup>	55,57	32,32 <sup>(2)</sup>	32,32 <sup>(2)</sup>	32,32 <sup>(2)</sup>	68,01 <sup>(3)</sup>	78,77 <sup>(3)</sup>	82,0 <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Данные 2001-2004 гг. получены на основе кубической интерполяции.<sup>(2)</sup> Данные плана развития угольных работ ОАО «Воркутауголь».<sup>(3)</sup> Данные Министерства энергетики Российской Федерации.

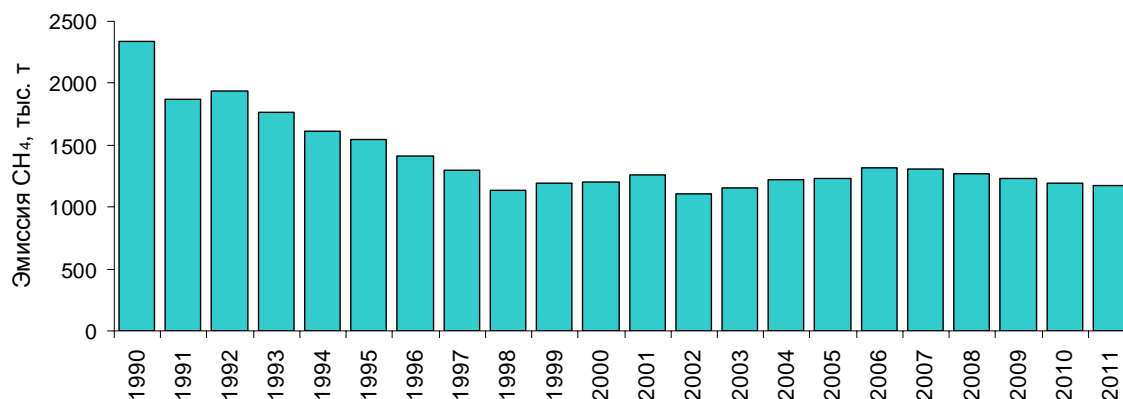


Рис. 3.24. Выбросы метана при добыче угля подземным способом

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

#### Описание категории источников

В этом разделе приводятся оценки выбросов CH<sub>4</sub>, высвободившегося при транспортировке по поверхности к месту переработки угля, добытого подземным способом.

#### Методологические вопросы

Расчеты CH<sub>4</sub>, 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). На основе данных о метаноносности угольных пластов и метанообильности отдельных шахт, эксплуатируемых с 1990 по 2005 гг. включительно в различных угольных бассейнах страны, были определены национальные коэффициенты эмиссии метана (EF<sub>CS</sub>) для каждого из федеральных округов. При их расчете, наряду с известными данными метаноносности пластов учитывалась и доля выделившегося CH<sub>4</sub>, 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). Величины коэффициентов эмиссии метана (EF<sub>CS</sub>) приведены в таблице 3.28, а оценка их точности – в разделе 3.3.2.4.

Таблица 3.28

*Коэффициенты эмиссии CH<sub>4</sub> при последующем обращении с углем, добытым подземным способом (EF<sub>CS</sub>)*

Федеральный округ	Угольные бассейны	Величина EF <sub>CS</sub> , м <sup>3</sup> • т <sup>-1</sup>
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  $\text{CH}_4$  при последующем обращении с углем, добытым подземным способом, приведены на рисунке 3.25. В 2011 году эмиссия метана составила 198,7 тыс. т. Доля эмиссии от последующих операций составляет в среднем 9,5% совокупных выбросов метана от угледобычи. Выбросы были минимальными в 1998 году, после чего несколько возросли (рис. 3.25). Основным фактором, определяющим интенсивность эмиссии, является добыча угля подземным способом (табл. 3.25).

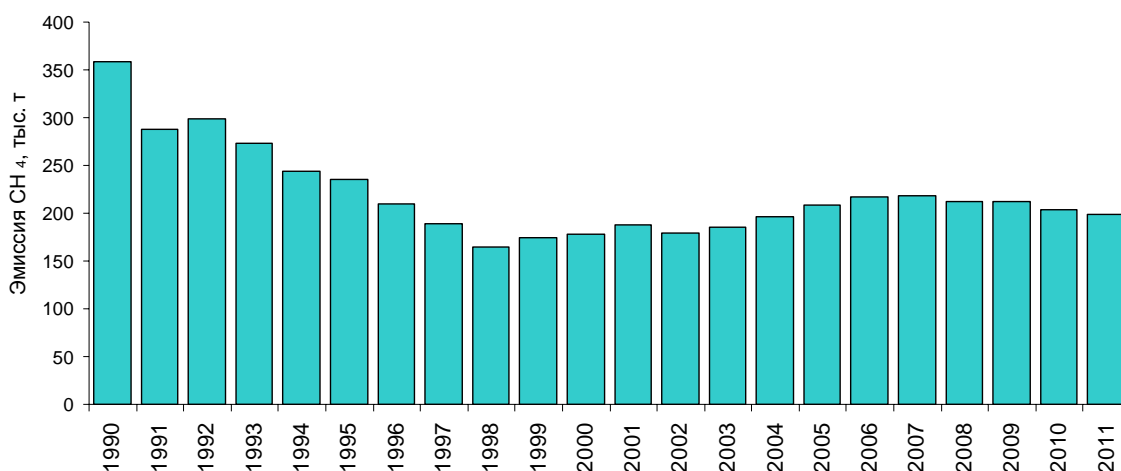


Рис. 3.25. Выбросы  $\text{CH}_4$  от последующего обращения с углем, добытым подземным способом

**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 о добыче угля открытым способом приведены в таблице 3.29 (Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2010 и др.). В 1998г. добыча сократилась на 31,9% по сравнению с 1990 годом, а с 1999 года стала расти. В 2011г. объем добычи угля открытым способом был на 7,4% выше уровня 1990 года (табл. 3.29). Сопоставление данных таблиц 3.25 и 3.29 указывает на преобладание открытой добычи угля. Так, в 1990 году объем добычи угля открытым способом составил 55,5%, а в 2011г. – 70,1% общей угледобычи в Российской Федерации. Рост объемов открытой добычи угля объясняется ее сравнительно низкой себестоимостью и, соответственно, более высокой экономической рентабельностью разработки открытых угольных разрезов.

Таблица 3.29

## 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	– <sup>(1)</sup>	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
2010 <sup>(2)</sup>	0,2	0,9	0,4	1,6	186,4	28,4
2011 <sup>(3)</sup>	0,3	0,5	0,3	1,9	205,9	26,8

<sup>(1)</sup> Прочерк означает, что угледобыча прекращена.

<sup>(2)</sup> Получено расчетным путем по данным о добыче угля с 1990 по 2009 гг. включительно.

<sup>(3)</sup> Данные ГП «ЦДУ ТЭК», предоставлены Министерством энергетики Российской Федерации.

Методологические вопросы

Расчеты эмиссии  $\text{CH}_4$ , высвободившегося при добыче угля открытым способом, выполнялись по формуле 3.3, соответствующей Уровню 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006). По данным о метаносности угольных пластов эксплуатируемых открытых выработок (разрезов) с 1990 по 2005 гг. включительно, были определены национальные коэффициенты эмиссии метана ( $\text{EF}_{\text{CS}}$ ) для каждого из федеральных округов в таблице 3.24. Надо признать, что десорбционные свойства угольных пластов, залегающих вблизи поверхности и, соответственно, разрабатываемых открытым способом, изучены недостаточно. Поэтому их метаносность определялась на основе справочных данных о марочном составе углей, добываемых на отдельных разрезах, и сведениях о соответствии газоносности пластов определенному марочному составу и глубине залегания (Газоносность угольных бассейнов, 1979). В соответствии с рекомендацией МГЭИК (IPCC, 2006), при расчете коэффициентов эмиссии был использован повышающий коэффициент для учета дополнительной эмиссии  $\text{CH}_4$ , высвобождающегося из пластов-спутников. Величины  $\text{EF}_{\text{CS}}$  метана для отдельных угольных бассейнов приведены в таблице 3.30, оценка их точности представлена в разделе 3.3.2.4.

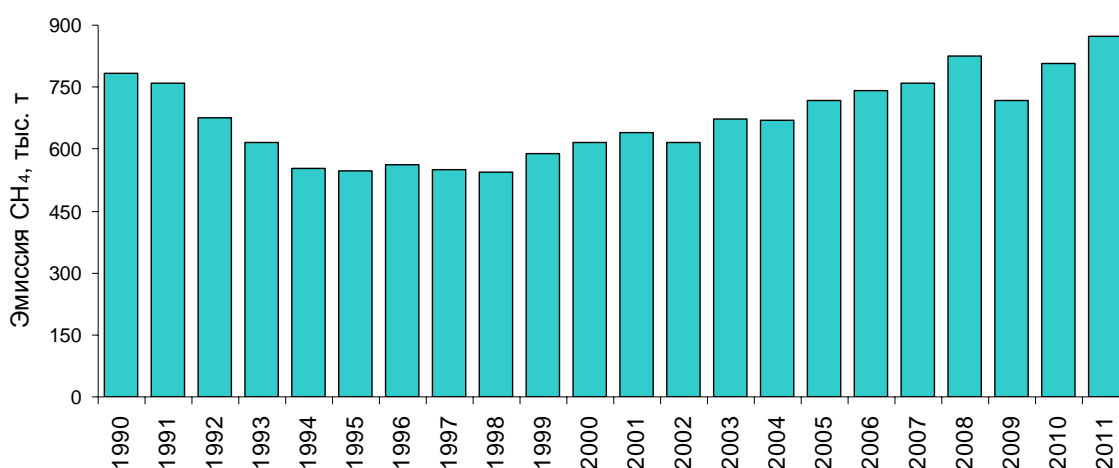
Таблица 3.30

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

Федеральный округ	Угольные бассейны	Величина $EF_{CS}$ , $m^3 \cdot t^{-1}$
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 Улукемский	5,5
Дальневосточный	Буреинский, Западно-Камчатский, Зырянский, Ленский, Омсукчанский, Партизанский, Раздольненский, Сахалинский, Угловский, Ханкайский, Южно-Уссурийский и Южно-Якутский	5,6

Выбросы метана при добыче угля открытым способом

Результаты расчета эмиссии  $CH_4$  при добыче открытым способом приведены на рисунке 3.26. После 1990г. 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 2011г. эмиссия  $CH_4$  составила 871,8 тыс. т (Гг), или на 11,4% выше уровня 1990г. (рис. 3.26).

Рис. 3.26. Выбросы  $CH_4$  от добычи угля открытым способомВыбросы 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).

**3.3.2.4 Оценка точности данных о деятельности, параметров и выполненных расчетов**

В связи с использованием данных ГП «ЦДУ ТЭК» в настоящем кадастре выполнена оценка их точности. Для этого использовали данные общей массы добытого в 2011 году угля, обобщенные ГП «ЦДУ ТЭК», Росстатом (Статистический ежегодник, 2012) и Министерством энергетики Российской Федерации. Оценка выполнялась по методологии МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006). Выполненные расчеты показали, что расхождения между данными из рассмотренных источников не превышают 0,6%. Таким образом, данные о добыче угля, представляемые разными источниками, различаются незначительно и могут быть в равной

мере использованы для расчета выбросов метана от угледобычи. Полученная величина была использована для анализа неопределенности кадастра.

Как указано в разделах 3.3.2.1 – 3.3.2.4, национальные коэффициенты эмиссии метана были определены на основе данных о выбросах из шахт и разрезов, эксплуатировавшихся в федеральных округах Российской Федерации с 1990 по 2005 гг. включительно. Период времени с 1990 по 2005 гг. адекватно отражает организационно-структурные и технологические изменения, происшедшие в угольной отрасли страны. По рекомендации экспертов, высказанной при проверке национального кадастра 2011 года, был выполнен анализ временной динамики коэффициентов эмиссии по федеральным округам. Анализ производился для каждого вида операции с углем и, в зависимости от срока эксплуатации подземных шахт или угольных разрезов, охватывал период с 1990 по 2005 гг. либо меньший. Методической основой оценок были руководства МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006).

Величина коэффициента эмиссии определяется свойствами разрабатываемых угольных пластов и их пластов-спутников, способом и объемами добычи угля и, наконец, периодом эксплуатации шахты или разреза. При добыче угля подземным способом, наибольшая величина неопределенности, полученная при анализе временных рядов коэффициентов эмиссии метана отдельных месторождений, составила 4,1%. Стандартная ошибка коэффициентов эмиссии метана при добыче угля подземным способом  $\pm 3,7$ , а неопределенность ее оценки – 19,2%. В случае извлечения угля открытым способом, самое высокое из полученных при анализе временных рядов коэффициентов эмиссии значений неопределенности было 2,7%. Стандартная ошибка определения коэффициентов эмиссии составила  $\pm 0,8$ , а их неопределенность – 21,6%. Для последующего обращения с углем, добытым подземным способом, наибольшая величина неопределенности, полученная при анализе временных рядов коэффициентов эмиссии, составила 4,2%, стандартная ошибка определения коэффициентов эмиссии равна  $\pm 1,0$ , а их неопределенность составила 40,9% (табл. 3.31). Выполненный анализ позволяет заключить, что полученные величины коэффициентов эмиссии метана могут быть использованы для оценок выбросов для операций с углем по всему временному ряду.

Таблица 3.31

*Неопределенности оценки эмиссии метана в угольной промышленности РФ*

Вид деятельности	Неопределенность расчетной величины эмиссии
Извлечение угля подземным способом	19,2%
Последующее обращение с углем	40,9%
Извлечение угля открытым способом	21,6%

Количественная оценка неопределенности выбросов метана от угледобычи (категория источников 1.B.1) выполнялась на основе неопределенностей данных о деятельности и коэффициентов эмиссии (табл. 3.31) 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 2011 году составила 13,6%, а неопределенность тенденции выбросов – 12,4%. Полученные для 2011 года значения ниже величин 2010 года (37,1% общая неопределенность и неопределенность тенденции выбросов – 33,3%). Рост достоверности величин выбросов метана от угольной отрасли обусловлен повышением точности оценок данных о деятельности и коэффициентов эмиссии.

### **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. Формальный контроль включал проверку размерности данных о добыче угля и параметров, на основе которых выполнялись расчеты эмиссии  $\text{CH}_4$ . Перекрестная проверка данных о добыче угля, параметров и результатов расчетов осуществлялась специалистами Росстата и Минэнерго, куда кадастр был направлен для рецензирования.

В связи с использованием нового источника данных о деятельности угольной отрасли (ГП «ЦДУ ТЭК»), были перепроверены расчеты и проанализирована неопределенность данных о добыче угля и другой параметрической информации, поступившей в 2012–2013 годах. Также проверялась согласованность данных и параметров при расчете выбросов во временном ряду с 1990 по 2011 гг. включительно. При подготовке последующих национальных кадастров парниковых газов предполагается продолжить совершенствование методов сбора информации и данных об утилизации шахтного метана.

В ответ на замечания экспертов, высказанные во время проверки национального кадастра парниковых газов в 2011 году, в настоящем кадастре выполнены оценки неопределенности данных о деятельности и коэффициентов эмиссии  $\text{CH}_4$ , представлены и разъяснены их результаты, а также объяснены их расхождения с оценками в предыдущем кадастре. Соответствующие пояснения внесены в разделы 3.3.2.1–3.3.2.4 кадастра.

### 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  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  и предшественников озона  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NMVOC}$  и  $\text{SO}_2$  от разведочного и эксплуатационного бурения, опробования и обслуживания действующих нефтяных скважин, 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 3.32. Совокупная эмиссия в эквиваленте  $\text{CO}_2$  и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых нефтегазовой отраслью страны приведены на рисунке 3.27.

Как видно из рисунка 3.27, в составе выбросов парниковых газов от операций с нефтью и природным газом преобладает метан – его вклад в совокупную эмиссию от нефтегазовой отрасли Российской Федерации составляет в среднем 93,2%. Наименьшие значения эмиссии парниковых газов были в 1997г. – 277,7 млн. т (277 653,44 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что на 22,8% ниже уровня 1990 года. В 2011г. выбросы уже составили 371,1 млн. т (371 112,79 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что на 3,3% выше уровня 1990 года (рис. 3.27). Распределение профиля выбросов по основным направлениям деятельности нефтегазовой отрасли приведено на рисунке 3.28, из которого видно, что основные выбросы парниковых газов связаны с операциями с природным газом (в среднем 83,6% общего выброса по отрасли).

Таблица 3.32

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
Разведочное и эксплуатационное бурение, опробование и обслуживание действующих нефтяных скважин	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$ , $\text{N}_2\text{O}$	1.B.2.A.1
Добыча	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$	1.B.2.A.2
Транспорт	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$	1.B.2.A.3
Первичная переработка и хранение	$\text{CH}_4$	1.B.2.A.4
	$\text{NO}_x$ , $\text{CO}$ , $\text{NMVOC}$ и $\text{SO}_2$	1.B.2.A
Газовый конденсат		
Добыча	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$	1.B.2.A.6



Продолжение таблицы 3.32

Категория источников выбросов	Парниковые газы и предшественники	Таблица ОФД
Операции с природным газом <sup>22</sup>		1.В.2.В
Разведочное и эксплуатационное бурение, опробование и обслуживание действующих газовых скважин	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	1.В.2.В.1
Добыча и первичная переработка	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.В.2.В.2
Транспорт и хранение	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.В.2.В.3
Распределение	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.В.2.В.4
Утечки при использовании в промышленности и энергетике	CH <sub>4</sub>	1.В.2.В.5.1
Утечки при использовании в жилом секторе	CH <sub>4</sub>	1.В.2.В.5.2
Категория источников выбросов	Парниковые газы и предшественники	Таблица ОФД
Продувка и отведение газов		1.В.2.С.1
Нефть	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.В.2.С.1.1
Природный газ	CO <sub>2</sub>	1.В.2.С.1.2
Газовый конденсат	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.В.2.С.1.3
Сжигание в факелах при добыче и первичной переработке		1.В.2.С.2
Природный газ	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	1.В.2.С.2.2
Попутный (нефтяной) газ	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	1.В.2.С.2.3

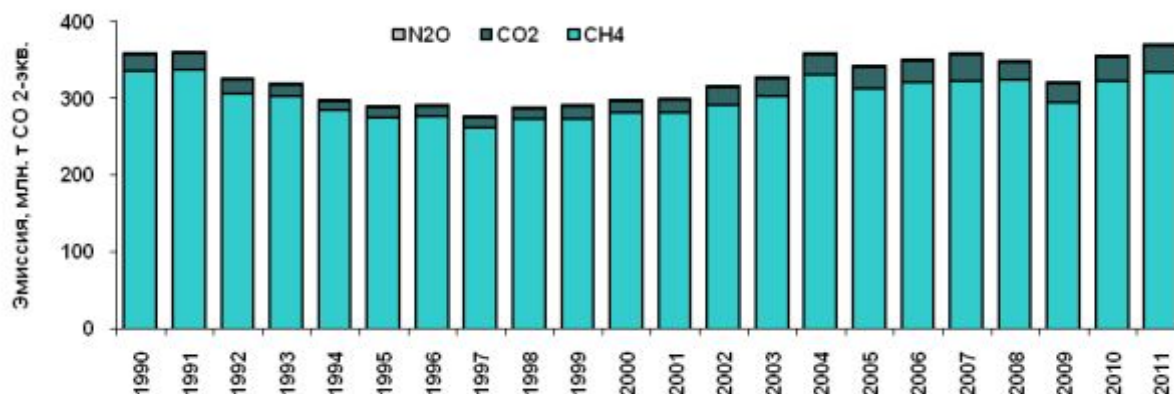


Рис. 3.27. Совокупная эмиссия и компонентный состав парниковых газов, выбрасываемых нефтегазовой отраслью Российской Федерации.

<sup>22</sup> Выбросы CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от сжигания природного газа для собственных нужд учтены в разделах 3.2.3.1 и 3.2.3.3 настоящей главы.

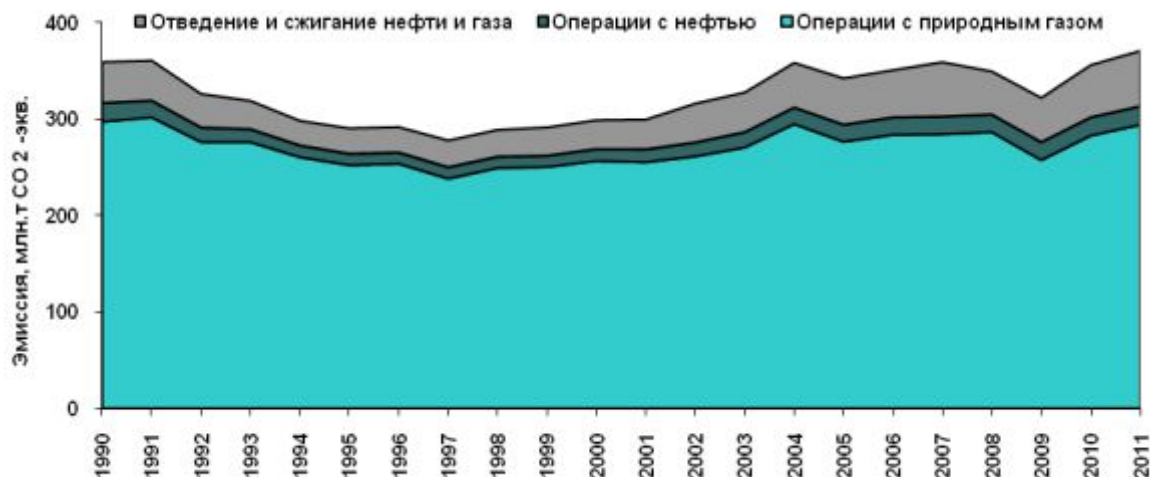


Рис. 3.28. Динамика выбросов нефтегазовой отрасли Российской Федерации

### 3.3.3.1 Выбросы от утечек при операциях с нефтью (1.В.2.А) <sup>23</sup>

#### Описание категории источников

В настоящем разделе приводятся оценки эмиссии CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O при разведочном и эксплуатационном бурении, опробовании и обслуживании действующих нефтяных скважин, добыче, транспортировке, первичной переработке и хранении нефти, а также выбросы предшественников озона NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC и SO<sub>2</sub> в связи с переработкой нефти. В разделе также приведены оценки эмиссии CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> при добыче газового конденсата.

В таблице 3.33 представлены основные показатели хозяйственно-экономической деятельности нефтяной отрасли страны, взятые из данных государственной статистической отчетности (Российский статистический ежегодник, 2001, Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2012; Промышленность России, 2002, Промышленность России, 2008). Объемы бурения главным образом определяются экономическими и технологическими причинами. Минимум работ, выполненных по эксплуатационному бурению (фонд скважин, законченный эксплуатационным бурением) приходился на 1999 год, а минимальные объемы работ по разведочному бурению были выполнены в 2009 году. Эксплуатационный фонд скважин на протяжении всего периода оставался практически на одном уровне. Объемы добычи и транспортировки нефти в 1996-1998 гг. были наименьшими за период с 1990 по 2011 годы, что обусловлено экономическими причинами (табл. 3.33). Минимум первичной переработки нефти пришелся также 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 3.33 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов.

<sup>23</sup> Согласно Обновленным руководящим принципам РКИК ООН для предоставления информации о годовых кадастрах (документ FCCC/SBSTA/2006/9), термин «утечки» означает все летучие выбросы, включая выбросы, образующиеся при утечках летучих веществ из оборудования, потерях при хранении, использовании природного газа в качестве средства питания для работающих на энергии газа устройствах (например, схемы контроля приборов, насосы для впрыскивания химических веществ, пусковые устройства компрессоров и т.д.), и при удалении отходящих газов из регенерирующих колонн установок для гликолевой осушки газа.

Таблица 3.33

## Показатели деятельности нефтяной отрасли Российской Федерации

Годы	Годовое разведочное бурение на нефть и природный газ, млн. м	Годовое разведочное бурение на нефть, млн. м	Нефтяные и газовые скважины, законченные эксплуатационным бурением, тыс. шт.	Эксплуатационный фонд скважин, тыс. шт.	Бездействующий фонд скважин, тыс. шт.	Добыча нефти, млн. т	Добыча газового конденсата, млн. т	Первичная переработка нефти, млн. т	Транспортировка по магистральным трубопроводам, млн. т
1990	5,3	5,2	14,3	139	10	506,0	10,2	298	497,9
1991	4,3	3,7	14,9	139	15	452,0	10,3	286	441,4
1992	3,9	3,4	9,5	139	19	390,0	9,5	256	382,8
1993	2,2	1,8	8,6	140	24	345,3	8,6	223	335,4
1994	1,4	1,3	5,4	141	25	310,1	7,7	186	299,5
1995	1,5	1,4	4,7	143	29	298,5	8,3	182	287,9
1996	1,5	1,4	3,2	145	30	292,9	8,3	176	281,5
1997	1,5	1,4	3,4	146	30	296,9	8,8	177	283,8
1998	1,3	1,1	2,6	147	30	294,0	9,2	164	282,0
1999	1,2	1,2	2,3	150	30	295,2	10,0	169	282,1
2000	1,7	1,5	3,9	151	28	313,1	10,4	173	294,6
2001	1,9	1,8	4,0	156	30	337,0	11,1	179	319,7
2002	1,1	1,0	3,8	155	30	367,0	12,6	185	359,8
2003	1,1	1,0	4,0	152	30	407,6	13,7	190	404,3
2004	0,9	0,8	3,8	153	31	443,2	16,2	195	441,5
2005	1,1	0,9	4,1	151	25	452,9	17,3	208	454,1
2006	1,2	1,0	4,5	162	23	462,4	18,1	220	460,8
2007	1,5	1,2	5,3	155	20	473,5	17,4	229	461,8
2008	1,4	1,1	5,6	156	19	471,4	16,7	237	456,4
2009	0,9	0,7	5,2	156	19	478,3	16,1	237	474,4
2010	1,2	0,9	6,1	158	19	485,9	19,4	250	491,7
2011	1,2	1,0	6,4	159	18	491,9	20,5	258	543,8

Методологические вопросы

Выбросы CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O при бурении, опробовании и обслуживании нефтяных скважин рассчитывали по формуле 3.4 (IPCC, 2000):

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

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

$AD$  – число пробуренных (действующих) скважин в отчетном году, шт.;

$EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}$  – коэффициент эмиссии, Гг • год<sup>-1</sup> на 1 скважину

Расчет эмиссии от бурения и опробования производили для общего количества пробуренных разведочных и законченных бурением эксплуатационных скважин. Оценку эмиссии от обслуживания выполняли для всех скважин эксплуатационного и бездействующего фондов. Число пробуренных разведочных скважин рассчитывали по формуле  $N=V/L$ , где  $N$  – число пробуренных разведочных скважин, шт.;  $V$  – совокупная глубина разведочного бурения, выполненного за отчетный год (м);  $L$  – средняя глубина пробуренной разведочной скважины (м). Аналогично выполнялась оценка эмиссии парниковых газов при разведочном и эксплуатационном бурении, опробовании и обслуживании действующих газовых скважин.

Средняя глубина скважин разведочного бурения на нефть и газ составляет 2614,8м. Эта величина была взята по среднесовокупным данным ОАО «ЛУКОЙЛ» (ЛУКОЙЛ, 2007; ЛУКОЙЛ, 2011).

Эмиссии  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  при добыче нефти и газового конденсата, транспортировке нефти, а также при продувке нефтяных скважин рассчитывались по формуле 3.5 (IPCC, 2000):

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

где  $E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4}$  – величина эмиссии, Гг;

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

$\rho$  – средневзвешенная плотность добываемой нефти (газового конденсата),  $\text{т} \cdot \text{м}^{-3}$

$EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4}$  – коэффициент эмиссии,  $\text{Гг} \cdot \text{м}^{-3} \cdot 10^{-3}$

Расчет выбросов  $\text{CH}_4$  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:

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

где  $E_{\text{CH}_4}$  – величина эмиссии  $\text{CH}_4$ ,  $10^{-3}$  т;

$AD$  – данные о деятельности (объем переработки), млн. т ( $10^6$  т);

$CF_{\text{NCV}}$  – коэффициент пересчета в теплотворную способность (NCV),  $\text{ТДж} \cdot 10^{-3} \text{ т}^{-1}$

$EF_{\text{CH}_4}$  – коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4$ ,  $10^{-3} \text{ т} \cdot \text{ПДж}^{-1}$

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  $CF_{\text{NCV}}$  41,899  $\text{ТДж} \cdot \text{тыс.т}^{-1}$  для сырой нефти (табл. 3.5). Величина средневзвешенной плотности добываемой в Российской Федерации нефти 857,8  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$  при 20°C взята из данных литературы (Григорьев и Попов, 2002). По плотности российские нефти условно можно отнести к категории легких. Величина плотности газового конденсата 758,9  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$  получена усреднением данных с крупнейших газоконденсатных месторождений Российской Федерации (Рудин и др., 2004). Значения использованных в расчетах коэффициентов эмиссии приведены в таблице 3.34.

Как видно из таблицы, коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  для расчета выбросов при добыче газового конденсата взяты такие же, как и при добыче нефти. За исключением бурения, опробования и обслуживания действующих нефтяных скважин, величины коэффициентов эмиссии в таблице 3.30 представляют собой средние из диапазона значений, рекомендуемых МГЭИК (IPCC, 1997; IPCC, 2000). Выбросы  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NMVOC}$  и  $\text{SO}_2$  рассчитывали по данным о первичной переработке нефти (табл. 3.29) по методу Уровня 1 и рекомендуемым МГЭИК величинам коэффициентов эмиссии: 0,09  $\text{кг} \cdot \text{т}^{-3}$  для  $\text{CO}$ , 0,06  $\text{кг} \cdot \text{т}^{-3}$  для  $\text{NO}_x$ , 0,62  $\text{кг} \cdot \text{т}^{-3}$  для  $\text{NMVOC}$  и 0,93  $\text{кг} \cdot \text{т}^{-3}$  для  $\text{SO}_2$  (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

#### Выбросы $\text{CO}_2$ и $\text{CH}_4$ от утечек при операциях с нефтью

Расчетные значения выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  при операциях с нефтью: разведочном и эксплуатационном бурении, опробовании и 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  $\text{CO}_2$  и составляет 76,7% совокупного выброса от операций с нефтью. Заметный вклад вносят разведочное и эксплуатационное бурение, опробование и обслуживание действующих нефтяных скважин в сумме – 20,4%. Вклады добычи газового конденсата и транспортировки нефти составляют 2,8% и 0,1% соответственно. Нефтедобыча определяет и тенденции выбросов метана при операциях с нефтью: ее вклад в совокупную эмиссию составляет в среднем 93,3% (рис. 3.30). Доли разведочного и эксплуатационного бурения, опробования и обслу-

живания нефтяных скважин, а также добычи газового конденсата, первичной переработки и транспортировки нефти по магистральным трубопроводам составляют 1,9%, 3,4%, 1,1% и 0,3% соответственно. В 2011 году выбросы  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  от операций с нефтью были на 0,7% и 21,0% ниже, чем в 1990 году. Ввиду малого вклада  $\text{N}_2\text{O}$  в совокупный выброс от операций с нефтью (менее 1%), данные по  $\text{N}_2\text{O}$  приведены в тоннах. В 2011г. выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  составили 0,5 т (рис. 3.31). При этом выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  в 2011 году были меньше уровня 1990 года на 58,3%.

Таблица 3.34

*Коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , использованные в расчетах эмиссии парниковых газов от утечек в нефтяной отрасли Российской Федерации*

Вид деятельности (источник выбросов)		Коэффициент эмиссии $\text{CO}_2$	Коэффициент эмиссии $\text{CH}_4$	Коэффициент эмиссии $\text{N}_2\text{O}$	Источник
Бурение скважин		$2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Гг} \cdot \text{год}^{-1}$ на число скважин	$4,3 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot \text{год}^{-1}$ на число скважин	—	IPCC, 2000
Опробование скважин		$5,7 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot \text{год}^{-1}$ на число скважин	$2,7 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot \text{год}^{-1}$ на число скважин	$6,8 \cdot 10^{-8} \text{ Гг} \cdot \text{год}^{-1}$ на число скважин	IPCC, 2000
Обслуживание действующих нефтяных скважин		$4,8 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot \text{год}^{-1}$ на число скважин	$6,4 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot \text{год}^{-1}$ на число скважин	—	IPCC, 2000
Добыча нефти и газового конденсата	утечки	$2,7 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—	IPCC, 2000
	продувка	$1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$1,381 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—	IPCC, 2000
Первичная переработка нефти		—	$7,45 \cdot 10^2 \text{ кг} \cdot \text{ПДж}^{-1}$	—	IPCC, 1997
Хранение нефти		—	$1,35 \cdot 10^2 \text{ кг} \cdot \text{ПДж}^{-1}$	—	IPCC, 1997
Транспортировка нефти		$4,9 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—	IPCC, 2000

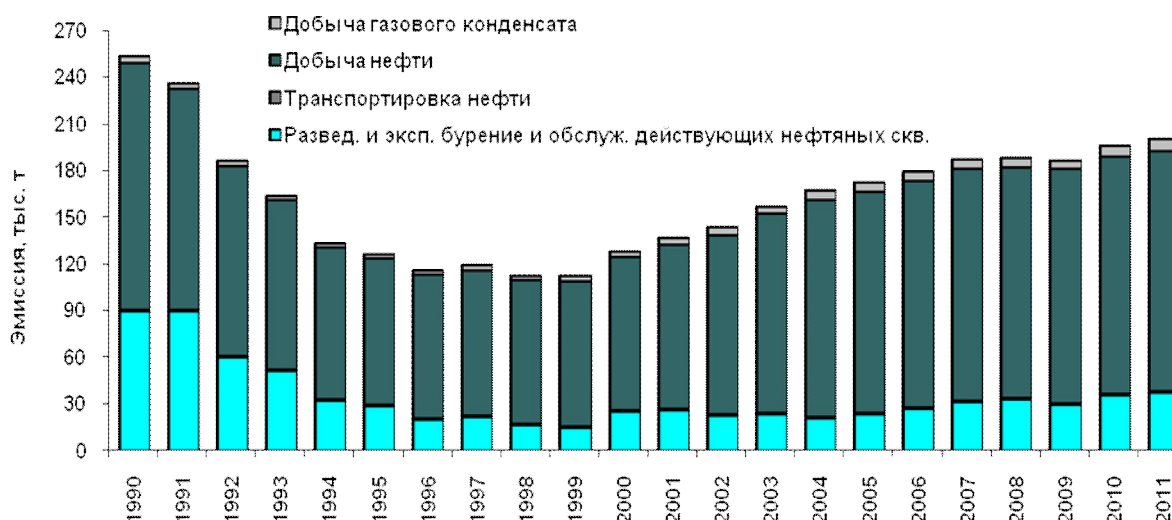
Рис. 3.29. Выбросы  $\text{CO}_2$  при операциях с нефтью



Рис. 3.30. Выбросы CH<sub>4</sub> при операциях с нефтью и добыче газового конденсата



Рис. 3.31. Выбросы N<sub>2</sub>O при разведочном и эксплуатационном бурении, опробовании и обслуживании действующих нефтяных скважин

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

#### Описание категории источников

В настоящем разделе приводятся оценки эмиссии CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O при разведочном и эксплуатационном бурении, опробовании и обслуживании действующих газовых скважин, а также при утечках во время добычи и первичной переработки, транспортировки, хранения и распределения природного газа (табл. 3.32). В таблице 3.35 представлены основные показатели хозяйственно-экономической деятельности газовой отрасли страны, взятые из государственной статистической отчетности, (Российский статистический ежегодник, 2001, Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2012; Промышленность России, 2002, Промышленность России, 2008). Данные таблицы 3.35 использованы для расчета эмиссии парниковых газов.

Изменения показателей добычи природного и нефтяного попутного газа с 1990 по 2011 гг. обусловлены социально-экономическими изменениями, происходившими в стране, и, в первую очередь, осуществляемой ОАО «Газпром» при поддержке Правительства Рос-

сийской 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 2011 году программа осуществлялась в 68 субъектах Российской Федерации. В рамках реализации программы общая протяженность магистральных газопроводов в 2011 году превысила величину 1990 года на 19,0 %<sup>24</sup>. В 2011 году отмечено увеличение добычи природного газа на 3,6% по сравнению с предыдущим годом, а относительно 1990 года добыча природного газа выше на 1,9%. В связи с этим также возросли объемы транспортировки газа по магистральным трубопроводам на 3,4% по сравнению с предыдущим годом (табл. 3.35).

Таблица 3.35

*Показатели деятельности газовой отрасли Российской Федерации*

Годы	Газовые скважины, законченные эксплуатационным бурением, тыс. шт.	Эксплуатационный фонд скважин, тыс. шт.	Бездействующий фонд скважин, тыс. шт.	Добыча природного газа, млрд. м <sup>3</sup>	Протяженность магистральных газопроводов, тыс. км	Транспортировка газа по магистральным трубопроводам, млн. т
1990	0,53	5,90	0,30	600,4	144	543,3
1991	0,53	6,02	0,35	608,0	149	545,7
1992	0,27	6,20	0,40	608,6	140	523,4
1993	0,24	6,30	0,42	588,6	142	511,6
1994	0,20	6,30	0,45	581,0	143	482,9
1995	0,17	6,30	0,46	570,0	148	473,8
1996	0,18	6,25	0,50	575,4	150	481,5
1997	0,14	6,20	0,51	543,8	151	480,0
1998	0,11	6,20	0,53	564,3	152	487,0
1999	0,93	6,30	0,56	563,7	153	498,9
2000	0,10	6,50	0,54	555,1	152	511,2
2001	0,14	6,80	0,55	550,9	152	508,8
2002	0,21	6,90	0,46	562,6	153	513,8
2003	0,29	7,40	0,55	581,3	156	544,5
2004	0,43	8,00	0,58	591,1	158	555,1
2005	0,26	8,20	0,67	598,0	160	565,8
2006	0,19	8,20	0,60	612,0	162	581,1
2007	0,23	8,30	0,65	604,2	163	571,6
2008	0,18	9,00	0,65	612,5	165	578,6
2009	0,20	9,10	0,67	527,0	166	480,0
2010	0,21	8,70	0,69	593,4	168	536,9
2011	0,23	8,78	0,62	611,7	171	555,1

*Методологические вопросы*

Расчет выбросов парниковых газов выполнялся для бурения (разведочного и эксплуатационного), опробования и обслуживания действующих газовых скважин, 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

<sup>24</sup> <http://www.gazprom.ru/about/production/gasification/>

при использовании газа отдельными группами потребителей. Категории источников и газы, включенные в расчет, приведены в таблице 3.32.

Оценка эмиссии парниковых газов при бурении новых и обслуживании действующих нефтяных и газовых скважин выполнена по формуле 3.4. (раздел 3.3.3.1), что соответствует методологии МГЭИК (IPCC, 2000). Выбросы от утечек при добыче и первичной переработке (подготовке) природного и попутного (нефтяного) газа, а также отборе газа из хранилищ рассчитывали по формуле 3.7 (IPCC, 2000):

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

где  $E_{CO_2, CH_4, N_2O}$  – величина эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$  или  $N_2O$ , Гг;  
 $AD$  – данные о деятельности, млн.  $m^3$  (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.  $m^{-3}$  (Гг • км<sup>-1</sup> • год<sup>-1</sup> 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 первичную переработку (подготовку), 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.

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:

$$E_{CH_4} = AD \cdot CF_{NG} \cdot EF_{CS} \cdot RF_{CH_4} \cdot CF_{CH_4}, \quad (3.8)$$

где  $E_{CH_4}$  – величина эмиссии  $CH_4$ , Гг;  
 $AD$  – данные о добыче природного и попутного газа, прокачке, хранении и распределении потребителям,  $10^6 \cdot m^3$ ;  
 $CF_{NG}$  – коэффициент пересчета объемных долей природного газа в весовые при условиях  $T = 20^\circ C$  и давлении 1 атм.  
 $EF_{CS}$  – коэффициент эмиссии  $CH_4$  в зависимости от вида деятельности, рассчитанный в долях от общего объема деятельности;  
 $RF_{CH_4}$  – понижающий коэффициент, учитывающий средневзвешенное содержание метана в природном газе, рассчитанный в долях от объема газа  
 $CF_{CH_4}$  – коэффициент пересчета объемных долей  $CH_4$  в весовые при условиях  $T = 20^\circ C$  и давлении 1 атм.

Коэффициент пересчета объемных долей природного газа в весовые при условиях  $T = 20^\circ C$  и давлении 1 атм. ( $CF_{NG}$ ) и средневзвешенное содержание метана в транспортируемом газе ( $RF_{CH_4}$ ) были рассчитаны на основе данных, предоставленных ОАО «Газпром» и составили соответственно  $0,6772 \text{ г } m^{-3} \cdot 10^{-3}$  и 0,98. Учитывая химический состав и свойства добываемого природного газа, было принято, что весь добытый газ перерабатывается на установках для нейтрального газа. Коэффициент пересчета  $CF_{CH_4}$  объемных долей  $CH_4$  в весовые при



заданных температуре и давлении является постоянной величиной. При плотности метана в условиях  $T = 20^\circ \text{C}$  и давлении 1 атм. коэффициент пересчета  $CF_{CH_4}$  равен  $0,665 \text{ г м}^{-3} \cdot 10^{-3}$ . Эмиссию  $CH_4$  от утечек при газораспределении по сетям среднего и низкого давления, а также от потерь у потребителей рассчитывали по формуле 3.9:

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

где  $E_{CH_4}$  – величина эмиссии  $CH_4$ , кг;

$AD$  – объем использования газа по группам потребителей,  $10^6 \cdot \text{м}^3$ ;

$CF_{TCE}$  – коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте ( $1,154 \text{ т.у.т.} \cdot 10^{-3} \cdot \text{м}^{-3}$ );

$CF_{NCV}$  – коэффициент пересчета в теплотворную способность ( $29,3 \text{ ТДж} \cdot 10^{-3} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$ )

$EF_{CH_4}$  – коэффициент эмиссии  $CH_4$ ,  $\text{кг} \cdot \text{ПДж}^{-1}$

Для расчета утечек при газораспределении по сетям среднего и низкого давления, а также потерь у потребителей, из раздела 1.А «Сжигание топлив» были взяты данные по общему потреблению газа в стране и его использованию в промышленности и энергетике, а также в жилом секторе и на предприятиях торговли. Все вычисления выполнялись последовательно, что исключало двойной счет выбросов. Расчет утечек при газораспределении производился для объемов газа, поступающего по сетям среднего и низкого давления, который определялся как разность между общим газопотреблением в стране и его использованием крупными промышленными и энергетическими предприятиями (куда газ поступает по магистральным трубопроводам). Потери у потребителей рассчитывались отдельно для крупных промышленных и энергетических предприятий, использующих газ из магистральных трубопроводов, 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 3.36.

Таблица 3.36

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

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

За исключением национальных коэффициентов эмиссии метана, все приведенные в таблице 3.36 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 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 и др.). Коэффициенты эмиссии для расчета выбросов от бурения (разведочного и эксплуатационного), опробования и обслуживания действующих газовых скважин использованы единые для газовых и нефтяных скважин (таблица 3.34), что соответствует методологии МГЭИК (IPCC, 2000). Пересчет условного топлива в угольном эквиваленте в тыс. м<sup>3</sup> и тепловой эквивалент производили при помощи переводного коэффициента Росстата 1,154 т.у.т. • 10<sup>-3</sup> м<sup>-1</sup> и конверсионного коэффициента 29,3 ТДж • 10<sup>-3</sup> м<sup>-1</sup> (IPCC, 1997; Постановление Госкомстата России, 1999).

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

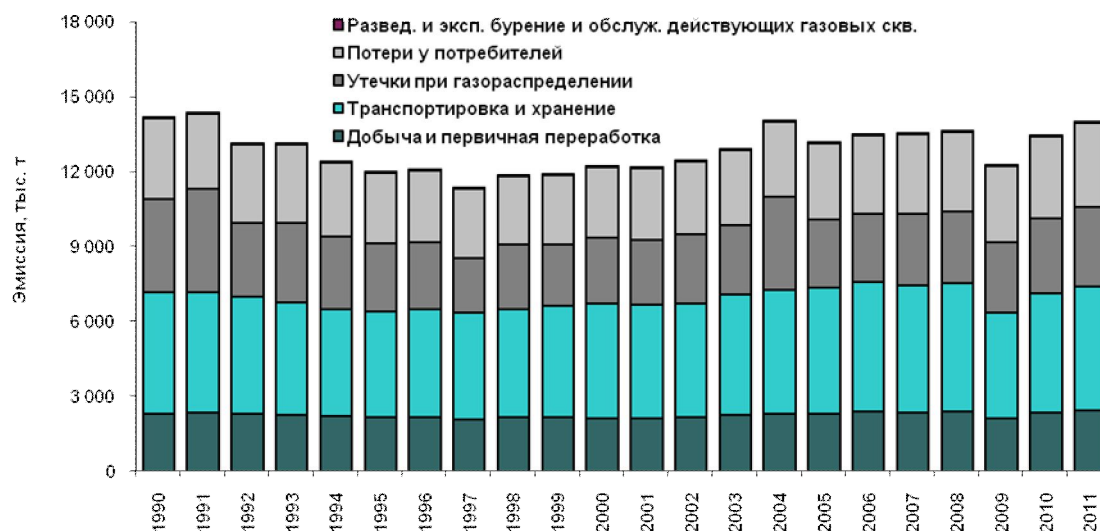
В настоящем разделе приведены данные о выбросах CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от утечек при операциях с природным газом. Выбросы CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от сжигания природного газа для собственных нужд учтены в разделах 3.2.3.1 и 3.2.3.3 настоящей главы. Расчетные значения выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O при бурении (разведочном и эксплуатационном), опробовании и обслуживании действующих газовых скважин, добыче и первичной переработке, транспортировке и хранении, а также распределении природного газа приведены на рисунках 3.32 и 3.33 соответственно. Как видно из рисунка 3.32, источниками выброса CO<sub>2</sub> являются добыча, первичная переработка, транспортировка и хранение природного газа. В среднем за весь период наибольший вклад в совокупный выброс диоксида углерода дает газодобыча (94,7%). Вклады бурения, опробования и обслуживания действующих газовых скважин, а также транспортировки и хранения составили 2,2% и 3,1% соответственно. В 2011 году выбросы CO<sub>2</sub> при бурении, опробовании и обслуживании действующих газовых скважин, а также добыче, первичной переработке, транспортировке и хранении газа были выше уровня выбросов 1990 года на 3,2% (рис. 3.32).

Транспортировка и хранение вносят основной вклад в совокупный выброс CH<sub>4</sub> при операциях с природным газом – 36,2% (рис. 3.33). Доли добычи и переработки, утечек при газораспределении по сетям высокого и среднего давления и потерь у потребителей составляют соответственно 17,5%, 22,6% и 23,7% суммарной эмиссии метана от операций с природным газом. В 2011 г. совокупная эмиссия метана была ниже уровня 1990 года на 1,1% (рис. 3.33).

Ввиду малого вклада N<sub>2</sub>O в совокупный выброс от операций с природным газом (менее 1%), данные по N<sub>2</sub>O приведены в тоннах. В среднем за период с 1990 по 2011 гг. включительно выбросы N<sub>2</sub>O составляют 0,021 т (рис. 3.34). При этом выбросы N<sub>2</sub>O в 2011 году были меньше уровня 1990 года на 45,6%.



Рис. 3.32. Выбросы CO<sub>2</sub> при операциях с природным газом

Рис. 3.33. Выбросы CH<sub>4</sub> при операциях с природным газомРис. 3.34. Выбросы N<sub>2</sub>O при разведочном и эксплуатационном бурении, опробовании и обслуживании действующих газовых скважин

### 3.3.3.3 Выбросы от газоотведения и сжигания в факелах (1.В.2.С)

#### Описание категории источников

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

Данные по добыче нефти и протяженности магистральных газопроводов представлены в таблицах 3.33 и 3.35 соответственно. Данные по отдельным технико-экономическим показателям добычи попутного (нефтяного) газа приведены в таблице 3.37. В ежегодно публикуе-

мых данных государственной статистической отчетности приводятся данные об используемой части добытого попутного газа и степени его утилизации, приведенные в таблице 3.37 и примечании к таблице 3.37 (Статистический ежегодник, 1996; Статистический ежегодник, 2001; Статистический ежегодник, 2012 и др.). Весь неиспользуемый попутный (нефтяной газ) сжигается в факелах в целях обеспечения безопасности нефтеразработок. Из приведенных в таблице 3.37 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.

Таблица 3.37

*Отдельные технико-экономические показатели добычи нефтяного (попутного) газа.*

Годы	Добыча нефтяного (попутного) газа <sup>(1)</sup> , млрд. м <sup>3</sup>	Использование нефтяного (попутного) газа, % от общих ресурсов добычи	Объем сжигания нефтяного (попутного) газа в факелах, млрд. м <sup>3</sup>
1990	40,2	80	9,90
1991	35,4	78	10,26
1992	32,4	80	8,24
1993	29,8	81	6,50
1994	26,2	82	5,41
1995	25,5	81	5,93
1996	26,1	81	6,02
1997	27,3	83	6,62
1998	27,1	80	6,63
1999	27,9	80	7,27
2000	28,8	80	7,25
2001	30,6	80	7,37
2002	32,5	75	11,04
2003	38,9	78	10,78
2004	41,5	76	12,48
2005	42,8	76	13,12
2006	44,3	77	13,31
2007	48,6	73	16,42
2008	53,0	83	11,27
2009	55,7	81	11,86
2010	57,9	77	15,28
2011	59,1	76	16,58

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

Как видно из таблицы 3.37, объемы добычи попутного нефтяного газа в 2011 году выросли по сравнению с 1990 годом на 47,0%. При этом уровень использования попутного нефтяного газа за весь период менялся незначительно (в среднем около 79%). Объем сжигаемого в факелах попутного газа был на 67,5% выше, чем в 1990 году. Годовой объем сжигания попутного (нефтяного) газа зависит от эффективности его полезного использования. 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 2030г. 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 2009г. №7, Постановление Правительства России от 8 ноября 2012г. №1148).

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 3.33, 3.35 и 3.37 данные были использованы для расчета эмиссии парниковых газов от рассматриваемой категории источников.

#### Методологические вопросы

Выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  рассчитывались по формуле 3.7, 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 3.38), предложенные МГЭИК на основе показателя полноты сжигания 98% и анализа состава выделяющихся в процессе горения газов (IPCC, 2000). Для расчета потерь от сжигания попутного нефтяного и природного газа применялся коэффициент пересчета объемных величин газа в весовые, который составил  $0,6984 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot \text{м}^{-3}$ . Коэффициент пересчета был рассчитан на основе данных, предоставленных ОАО «Газпром».

Таблица 3.38

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

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

Расчетные значения выбросов парниковых газов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от газоотведения и при сжигании в факелах природного и попутного (нефтяного) газа при добыче приведены на рисунках 3.35, 3.36 и 3.37 соответственно.

Как видно из рисунка 3.35, сжигание попутного (нефтяного) газа является основным источником выбросов  $\text{CO}_2$  от газоотведения и при сжигании в факелах. Доля его эмиссии составляет 88,5%. В 2011г. совокупный выброс  $\text{CO}_2$  вырос на 60,5% по сравнению с уровнем 1990 года. Динамику эмиссии метана от рассматриваемой категории определяет газоотведение при нефтедобыче – 80,4% общего выброса  $\text{CH}_4$ . В 2011 году его общий выброс был на 7,9% выше, чем в 1990 году (рис. 3.36). Наибольший вклад в суммарную эмиссию оксида азота вносит сжигание попутного нефтяного газа (88,3%). В 2011 году эмиссия  $\text{N}_2\text{O}$  превысила уровень 1990 года на 60,3% (рис. 3.37).

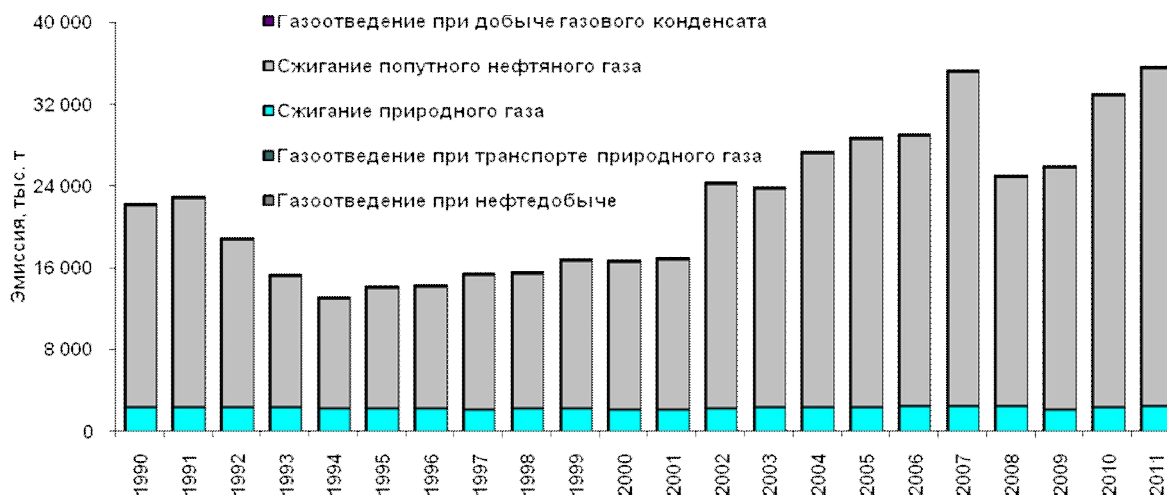


Рис. 3.35. Выбросы CO<sub>2</sub> от газоотведения и при сжигании в факелах

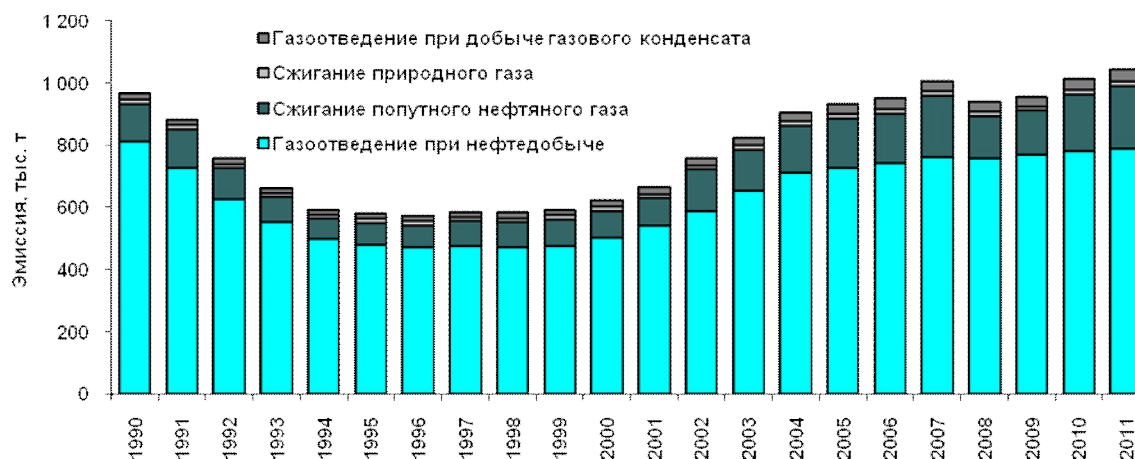


Рис. 3.36. Выбросы CH<sub>4</sub> от газоотведения и при сжигании в факелах



Рис. 3.37. Выбросы N<sub>2</sub>O 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  $\pm 25\%$ . Состав выделяющихся газов определяется с точностью  $\pm 5\%$  для каждого отдельного компонента.

Оценки выбросов при газоотведении и сжигании в факелах могут быть достаточно надежными, если известны действительные объемы отведенных и сожженных газов. К сожалению, в настоящее время нам известны лишь объемы сожженного попутного газа, тогда как другие выбросы рассчитывались при помощи коэффициентов, рекомендованных МГЭИК. В этом случае, как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК, ошибки могут составлять порядок величины или более (IPCC, 2000). Наименее надежны оценки выбросов оксида азота 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  $\pm 5\%$ .

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 2011 году составляет 20,9%, а неопределенность тенденции выбросов – 29,9%. 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 2011 гг. включительно. При подготовке настоящего кадастра были усилены мероприятия по обеспечению и контролю качества, для чего произведена комплексная проверка корректности расчетов по отдельным категориям источников сектора 1.B.2, соответствующая Уровню 2 МГЭИК (IPCC, 2000).

В связи с уточнением параметров, зависящих от состава природного газа (понижающий коэффициент и коэффициент пересчета данных о деятельности из объемных единиц в массовые), представленные в кадастре данные о составе природного газа, соответствуют средневзвешенным составам природного газа добываемого на территории России и транспортируемого через единую газотранспортную систему. В ответ на замечания экспертов при рассмотрении кадастра в 2011 году, произведено уточнение данных по разведочному и эксплуатационному бурению на нефть и природный газ и выполнен расчет эмиссии метана, диоксида углерода и оксида азота при разведочном и эксплуатационном бурении, опробовании и обслуживании действующих нефтяных и газовых скважин с 1990 по 2011 гг. включительно. Уточнены данные по добыче и транспортировке природного, а также объемам сжигания в

факелах попутного нефтяного газа, в связи с чем был произведен пересчет эмиссии по соответствующим секторам. Изменения совокупной эмиссии за 2010 год. от сектора 1.B.2 относительно оценок, приведенных в кадастре 2011 года незначительны, увеличение составило менее 1%. Изменений совокупной эмиссии в базовом году не производилось.

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 промышленным нефтепроводам. Потери при добыче газа включают потери при его очистке, осушке и транспортировке по промышленным 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 уделено особое внимание полному охвату выбросов всех парниковых газов, что исключает их недооценку.

В соответствии с замечаниями и предложениями в ходе рассмотрения национальных кадастров парниковых газов в 2011 и 2012 гг., планируемые усовершенствования направлены на уточнение данных о деятельности нефтегазовой отрасли, в том числе параметров сжигания попутного нефтяного газа, и внедрение более детализированных оценок выбросов от ключевых источников, соответствующих Уровню 2 методологии МГЭИК. Намечены мероприятия по разработке дифференциальных коэффициентов эмиссии для газового сектора, учитывающие состав добываемого и транспортируемого по территории России природного газа, а также особенности применяемых в газовой отрасли технологий. В части оценок эмиссии парниковых газов при добыче и подготовке на месторождениях нефти, в процессе чего производится сжигание попутного (нефтяного) газа, начаты работы по внедрению методологии баланса массы, которая также соответствует Уровню 2 МГЭИК (IPCC, 2006). В последующие годы эти работы будут продолжены.

В 2012 году независимый контроль качества раздела осуществлялся Центром по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ). Специалисты ЦЭНЭФ выполнили собственные расчеты выбросов парниковых газов по всем категориям энергетического сектора и сопоставили их с данными кадастра парниковых газов (Башмаков и Мышак, 2012). Результаты расчетов обсуждались на совместном семинаре ЦЭНЭФ и ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Предпринятые процедуры контроля качества соответствуют уровню 2 МГЭИК.

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

#### **3.4.1 Обзор подраздела**

Выбросы, связанные с использованием топлива для международных авиационных и морских перевозок, не включались в суммарные национальные выбросы. Данные по количеству и типу топлива, поставляемого в виде международного морского и авиационного бункера, и соответствующие эмиссии даются для информационных целей. В подразделе «Эмиссия от международного бункерного топлива» приведены оценки выбросов парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ) и предшественников озона ( $\text{NO}_x$ , CO и NMVOC), образующихся при использовании топлива для авиации и морского транспорта в международном сообщении с 1990 по 2011 гг. включительно.

Динамика выбросов парниковых газов приведена на рисунке 3.38. Как видно из рисунка 3.38, наибольшая их величина наблюдалась в 1990 году. В 2011 году совокупный выброс  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составил 11,4 млн. т (11 354,1 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что на 6,8% ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого в 2011 году приходилось 99,2 % совокупного выброса. Выбросы метана и оксида диазота со-



ставили 0,04 % и 0,76 % соответственно. Распределение профиля выбросов парниковых газов при использовании топлива в международных авиационных и морских перевозках приведено на рисунке 3.39.

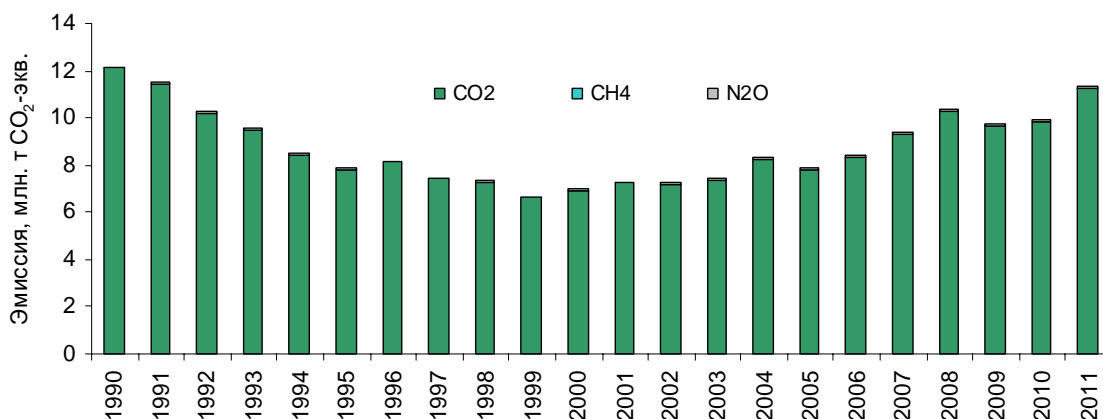


Рис.3.38. Динамика выбросов парниковых газов от международного бункерного топлива

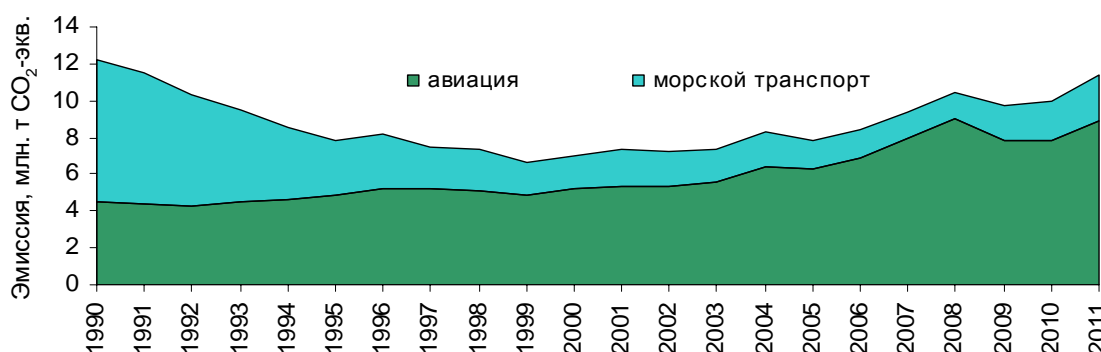


Рис. 3.39. Совокупный эквивалентный выброс парниковых газов при использовании международного бункерного топлива

Как видно из рисунка 3.39, с 1990 по 1993 гг. основные выбросы парниковых газов при использовании международного бункерного топлива связаны с морским транспортом. Однако с 1994 по 2011 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.

### 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). Потребление топлива при выполнении международных авиационных перевозок в Российской Федерации представлено в таблице 3.39.

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  $1,47 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$  и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного  $0,0293 \text{ ТДж} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$  (Постановление Госкомстата России, 1999). Коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при международных авиационных перевозках, были взяты из Пересмотренных руководящих принципов МГЭИК (IPCC, 2000; IPCC, 2006) и приведены в таблице 3.5.

Выбросы  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NMVOC}$  рассчитывали по данным о потреблении топлива по методу Уровня 1 и рекомендуемым МГЭИК величинам коэффициентов эмиссии:  $300 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{NO}_x$ ,  $100 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{CO}$ ,  $50 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{NMVOC}$  (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

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

Расчетные значения выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от авиационного бункерного топлива представлены на рисунках 3.40 и 3.41 соответственно. Как видно из рисунка 3.40, наименьшая величина эмиссии  $\text{CO}_2$  наблюдалась в 1992 году, что объясняется сокращением объема международных перевозок, а наибольшая – в 2008 году. В 2011 году эмиссия  $\text{CO}_2$  увеличилась на 95% по сравнению с уровнем 1990 года и составила 8,8 млн. т. Динамика тренда выбросов обусловлена значительной межгодовой изменчивостью потребления топлива в международном авиационном сообщении.

Тренды выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  повторяют тренд выбросов  $\text{CO}_2$ . Величины эмиссии метана и оксида диазота в 2011 году составили 61,6 и 246,5 т соответственно (рис. 3.41).

Выбросы предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NMVOC}$ ) приведены в соответствующих таблицах ОФД для всего временного ряда с 1990 по 2011 год отдельно для международной авиационной и морской деятельности. Анализ показал, что эмиссия предшественников озона проявляет сходные тенденции выбросов, что и газы с прямым парниковым эффектом.

Таблица 3.39

*Потребление топлива при выполнении международных авиаперевозок*

Годы	Потребление топлива, тыс. т
1990	1470,2 <sup>(1)</sup>
1991	1413,0 <sup>(1)</sup>
1992	1371,2 <sup>(1)</sup>
1993	1463,6 <sup>(1)</sup>
1994	1481,2 <sup>(1)</sup>
1995	1573,7 <sup>(1)</sup>
1996	1688,1 <sup>(1)</sup>
1997	1672,7 <sup>(1)</sup>
1998	1633,1 <sup>(1)</sup>
1999	1560,5 <sup>(1)</sup>
2000	1678,9
2001	1722,5
2002	1714,4
2003	1794,2

Продолжение таблицы 3.39

<b>2004</b>	2069,6
<b>2005</b>	2014,4
<b>2006</b>	2199,7
<b>2007</b>	2573,3
<b>2008</b>	2818,2
<b>2009</b>	2375,6
<b>2010</b>	2530,1
<b>2011</b>	2861,0

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

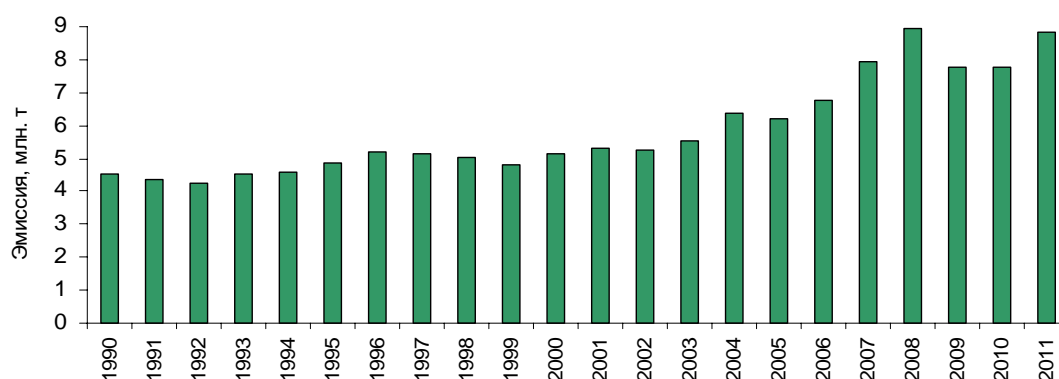


Рис.3.40. Динамика выбросов диоксида углерода от авиационного бункерного топлива

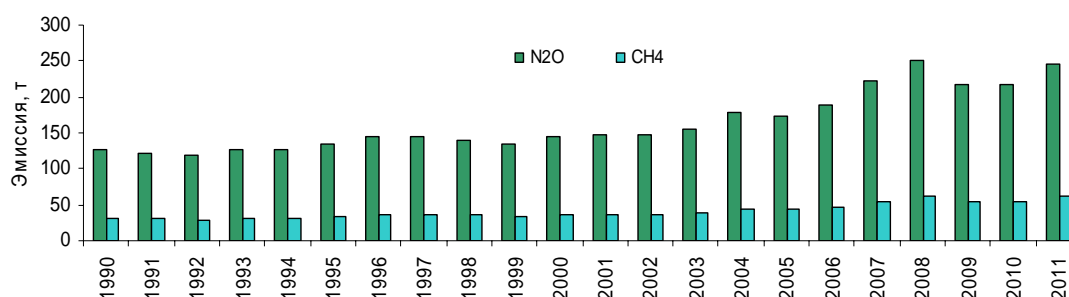


Рис.3.41. Динамика выбросов метана и оксида азота от авиационного бункерного топлива

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

#### Описание категории источников выбросов

Данные о потреблении топлива при международных морских и речных перевозках отсутствуют. Поэтому расчет потребления топлива производился на основе доступных данных о сухих и наливных грузах, погруженных и разгруженных в портах Российской Федерации, а также средней дальности их перевозки. Эти данные предоставлены Министерством транспорта РФ и опубликованы в государственной статистической отчетности и других публикациях (Российский статистический ежегодник, 2006; Российский статистический ежегодник, 2007; Российский статистический ежегодник, 2008; Российский статистический ежегодник, 2010; Гранков, 2004; Морские порты, 2006; Транспорт и связь, 2012 и др.).

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

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

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

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

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

Морской транспорт потребляет мазут, дизельное, газотурбинное и другие виды топлива. Основываясь на анализе типов используемых в 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.

#### Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов выполнялся по формуле 3.10:

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

- где  $E_{CO_2, CH_4, N_2O}$  – величина эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ , 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<sup>-1</sup>; для дизельного топлива 1,45 т.у.т. • т<sup>-1</sup>);
- $CF_{NCV}$  – коэффициент пересчета в теплотворную способность (0,0293 ТДж • т.у.т.<sup>-1</sup>);
- $EF_{CO_2, CH_4, N_2O}$  – коэффициент эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ , т • ТДж<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup> и 1,45 т.у.т. • т<sup>-1</sup> соответственно и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного 0,0293 ТДж • т.у.т.<sup>-1</sup> (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 3.40. Для согласованности кадастра выбросы метана и оксида диазота с 1990 по 2011 гг. включительно были пересчитаны отдельно по каждому из используемых топлив (мазут и дизельное топливо).

Таблица 3.40

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

Вид топлива	Коэффициент эмиссии, CO <sub>2</sub> т • ТДж <sup>-1</sup>	Коэффициент эмиссии CH <sub>4</sub> , т • ТДж <sup>-1</sup>	Коэффициент эмиссии N <sub>2</sub> O, т • ТДж <sup>-1</sup>
Мазут	77,4	0,005	0,0006
Дизельное топливо	74,1		

Выбросы NO<sub>x</sub>, CO и NMVOC рассчитывали по данным о потреблении топлива по методу Уровня 1 и рекомендуемым МГЭИК величинам коэффициентов эмиссии: 1500кг • ТДж<sup>-1</sup> для NO<sub>x</sub>, 1000кг • ТДж<sup>-1</sup> для CO, 200кг • ТДж<sup>-1</sup> для NMVOC (IPCC, 1997; IPCC, 2000).

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

Расчетные значения выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от морского бункерного топлива представлены на рисунках 3.42 и 3.43 соответственно.

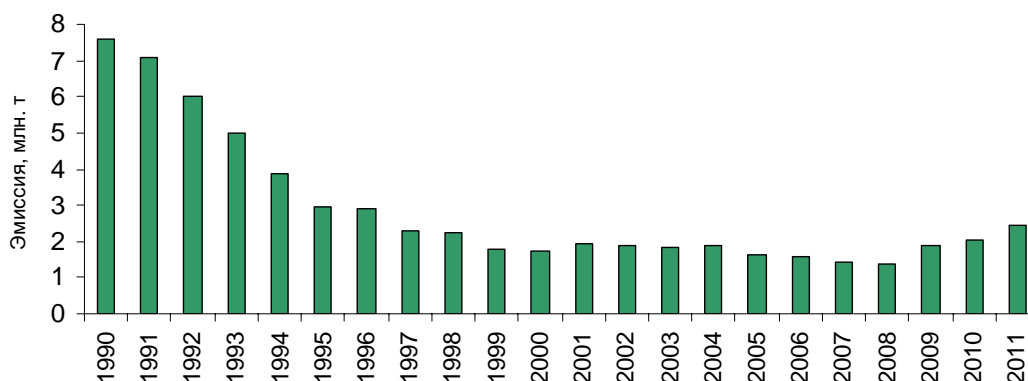


Рис 3.42. Динамика выбросов диоксида углерода от морского бункерного топлива

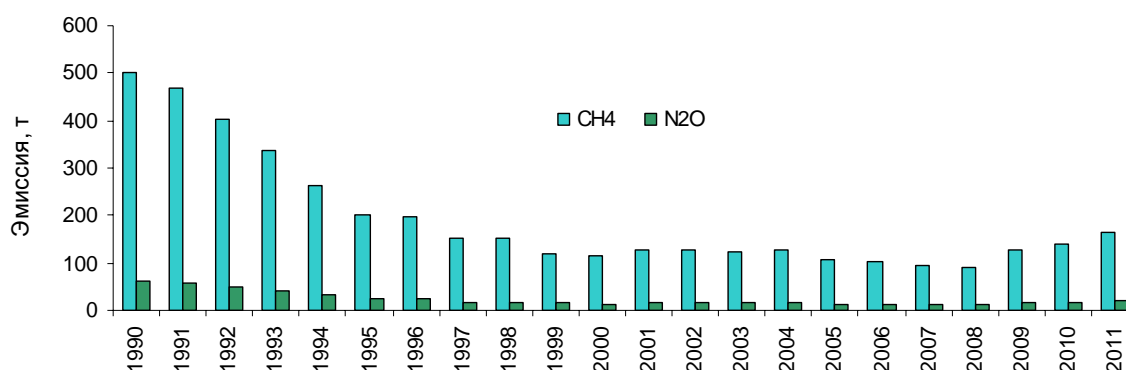


Рис. 3.43. Динамика выбросов метана и оксида азота от морского бункерного топлива

Наибольшая величина эмиссии CO<sub>2</sub> наблюдалась в 1990 и 1991 годах. В 2011 году эмиссия диоксида углерода составила 2,5 млн. т или 32,0% от уровня 1990 года (рис. 3.42). Как видно из рисунка 3.43, в период с 1990 по 1998 год наблюдалось значительное снижение выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O. После 1998 года наметилась их некоторая стабилизация. В 2011 году

эмиссии метана и закиси азота составили 165,3 т и 19,8 т соответственно или 33% от уровня 1990 года.

Выбросы предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NMVOC}$ ) приведены в соответствующих таблицах ОФД для всего временного ряда с 1990 по 2011 год отдельно 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  $\pm 7\%$ . Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  для разных видов топлив находится, как правило, в пределах  $\pm 5\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов  $\text{CH}_4$  для уровня 1 может быть от  $-57$  до  $+100\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  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  $\pm 50\%$ . Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  для разных видов топлив достаточно точно определены, поскольку они зависят в основном от содержания углерода в конкретном топливе. К примеру, значение неопределенности для дизельного топлива равно  $\pm 1,5\%$ , а для топочного мазута  $\pm 3\%$ . Однако неопределенность коэффициентов выбросов иных газов гораздо выше. Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CH}_4$  может достигать  $\pm 50\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  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 12,8%. Неопределенность тенденций выбросов составила 16,8%.

### **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. В 2012 году сотрудниками Центрального института авиационного моторостроения им. Баранова были проанализированы расчеты выбросов парниковых газов от внутренних и международных авиационных перевозок. Было подтвержде-

но, что использованные в кадастре данные об авиационной деятельности и коэффициенты эмиссии верны, а расчеты выполнены корректно. Согласно методологии МГЭИК, проверка расчетов выбросов парниковых газов от авиационных перевозок независимыми экспертами является процедурой контроля качества кадастра по уровню 2.

В 2013 году были получены уточненные данные о деятельности водного транспорта за 2010 год. На основе уточненных данных был выполнен перерасчет выбросов парниковых газов при использовании морского бункерного топлива в 2010 году. Полученный результат – 2 055,6 Гг CO<sub>2</sub>-экв. на 0,5% ниже величины представленной в предыдущем кадастре.

В дальнейшем планируется совершенствование системы сбора данных о деятельности морского транспорта.

## Литература и источники данных

1. Башмаков И.А., Мышак А.Д. Факторы, определяющие динамику выбросов парниковых газов в секторе «Энергетика» России. Анализ на основе данных национального кадастра. –М.: АНО «Метеоагентство Росгидромета», 2012, –131 с.
2. Векилов Э.Х., Демидюк Л.М., Дмитриев А.М., Перемятова Н.А., Фридман А.И. Предварительная оценка эмиссии парниковых газов (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>), выделяющихся из объектов горной, нефтегазодобывающей промышленности и сравнительный анализ антропогенной и естественной эмиссии на территории Российской Федерации. Объяснительная записка. –М.: Инженерный центр по оценке геологического и техногенного риска. 1992, –102 с.
3. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. Гл.ред. А.И. Кравцов, в 3-х томах. –М.: Недра, 1979.
4. Глаголев А.И., Демин С.С., Орлов Ю.Н. Долгосрочное прогнозирование газового рынка: опыт сценарного программирования. –М.: Институт энергодиалога «Восток-Запад», 2003, –128 с.
5. 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.
6. 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
7. Гранков М.Л. Русское судоходство. История и современность. Том 1. Коммерческий флот России. Страницы истории. –М.: Марин-Пресс, 2004, – 472с.
8. Григорьев М., Попов В. Проверяйте пробу, не отходя от скважин. Нефтегазовая вертикаль, 2002, 12, с. 36.
9. ГОСТ 30319.0-96 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения».
10. Кузовкин В.В. Анализ структуры использования жидких углеводородов в экономике РФ. // Нефтехимия и нефтепереработка, октябрь 2012, с. 3-7.
11. Кузовкин В.В. Анализ структуры неэнергетического использования газообразного топлива в экономике РФ. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, апрель 2012, с. 24-28.
12. Кузовкин В.В. Эмиссия углекислого газа и накопление углерода при использовании топливно-энергетических ресурсов, не связанных с процессами сжигания. Автореферат диссертационной работы на звание кандидата географических наук; [Место защиты: ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН]. – М., 2013. – 27 с.
13. Малышев Ю.Н., Айруни А.Т. Комплексная дегазация угольных шахт. –М.: Издательство академии горных наук, 1999, –327 с.
14. Методические рекомендации «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте». – М.: ОАО «НИИАТ» – Компания «Автополис-плюс», 2008.
15. Морские порты, 2006 №1, с. 43-48.

16. 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.
17. НДК, 2009. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2007 гг. –М.: 2009, – 353 с.
18. НДК, 2011. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2009 гг. в 2 томах. –М.: 2011.
19. НДК, 2012. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2010 гг. в 2 томах. –М.: 2012.
20. Охрана окружающей среды. Экологический отчет ОАО Газпром за 2008 год. –М.: ОАО Газпром, 2009, –59 с.
21. Охрана окружающей среды. Экологический отчет ОАО Газпром за 2009 год. –М.: ОАО Газпром, 2010, –70 с.
22. Постановление Госкомстата России от 23 июня 1999г. № 46 «Об утверждении «Методических положений по расчету топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой»».
23. Постановление Правительства России от 8 января 2009г. № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».
24. Постановление Правительства России от 8 ноября 2012г. №1148 «Об особенностях исчисления платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа».
25. Промышленность России. 2002: Стат.сб. –М.: Госкомстат России, 2002. –453 с.
26. Промышленность России. 2008: Стат.сб. –М.: Росстат, 2008. –453 с.
27. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух. –М.: ОАО «НИИАТ», 2008.
28. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. –М.: Логос, 1996, –1202 с.
29. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М.: Госкомстат России, 1997-2008.
30. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М.: Росстат, 2009. –795 с.
31. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М.: Росстат, 2010. –813 с.
32. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М.: Росстат, 2011. –795 с.
33. Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М.: Росстат, 2012. –782 с.
34. Рудин М.Г., Сомов В.Е., Фомин А.С. Карманный справочник нефтепереработчика. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2004. –336 с.
35. Справочник аналитика. ЛУКОЙЛ, 2007, –72 с.
36. Справочник аналитика. ЛУКОЙЛ, 2011, –72 с.
37. Транспорт и связь в России. Стат. Сб. –М.: Росстат, 2012. –317 с.
38. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
39. 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.
40. Dedikov J.V., Akopova G.S., Gladkaja N.G., Piotrovskij A.S., Markellov V.A., Salichov S.S., Kaesler H., Ramm A., Muller von Blumencron A., Lelieveld J. Estimating Methane Realeases from Natural Gas Production and Transmission in Russia. Atmospheric Environment, 1999 (33), 3291-3299.
41. Energy Policies of the Russian Federation – 1995 Review. IEA/OECD, 1995, –323 pp.



42. Hayhurst A.N., A.D. Lawrence. Emissions of nitrous oxide from combustion sources. Prog. Energy Combwt. Sci. 1992, Vol. IS, pp. 529-552.
43. IEA, 2005: <http://www.iea.org>
44. IEA, 2006: <http://www.iea.org>
45. IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC/OECD/IEA, Vol. 2, 1997.
46. IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES/OECD/IEA. 2000
47. 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.
48. Neelis M.L., Patel M., Gielen D.J. 2003. Modelling non-energy use CO<sub>2</sub> emissions and carbon storage with the Non-energy use Emission Accounting Tables. (downloaded at <http://www.chem.uu.nl/nws/www/nenergy/>).
49. Optimising Russian Natural Gas. OECD/IEA, 2006, –200 pp.
50. Patel, –M., 2004. CO<sub>2</sub> emissions from the non-energy use of fossil fuels: Conclusions from the country studies and from a global perspective. Resources, Conservation and Recycling.
51. 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 2011г. составила 174 961 Гг CO<sub>2</sub>-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 1998г. уровень выбросов парниковых газов в промышленности был минимальным и соответствовал 52,1% уровня 1990г. С 1999г. объем выбросов в промышленности постепенно увеличивался и достиг максимума в 2007г. (74,1% от уровня 1990г.). 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 2009г. составлял 61,4% от уровня промышленного выброса парниковых газов в 1990г. В 2011г. объем выбросов парниковых газов от промышленного сектора возрастает и достигает 68,0% от уровня промышленного выброса парниковых газов в 1990г.

Наиболее значительным источником выбросов в промышленном секторе является металлургия. Ее вклад в суммарный выброс парниковых газов в промышленности в 2011г. составил 52,9%. Следующим по значению источником является производство продукции из минерального сырья. Его доля в суммарном выбросе – 28,6%. Выброс химической промышленности составляет 12,9%. Результаты инвентаризации выбросов парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» представлены в таблице 4.1 и на рисунке 4.2.

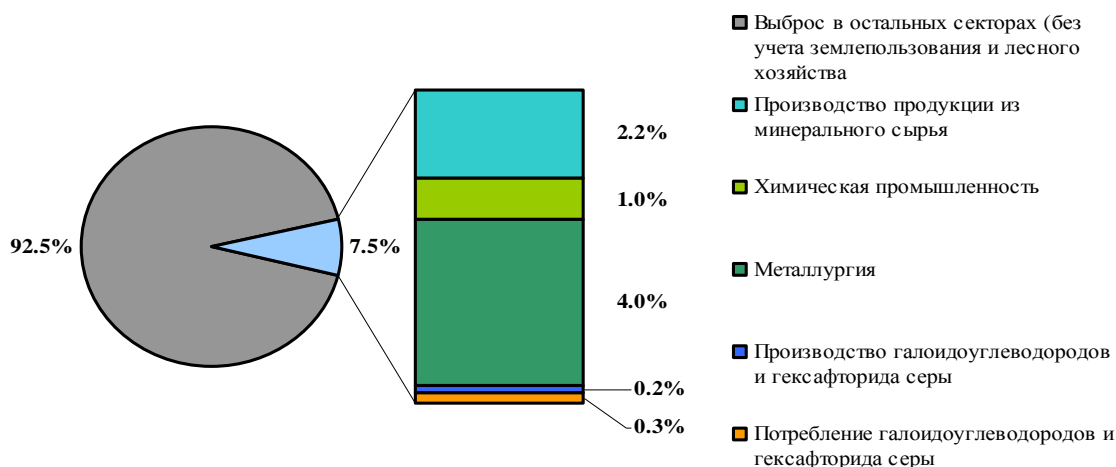


Рис. 4.1. Доля сектора «Промышленные процессы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2011г.

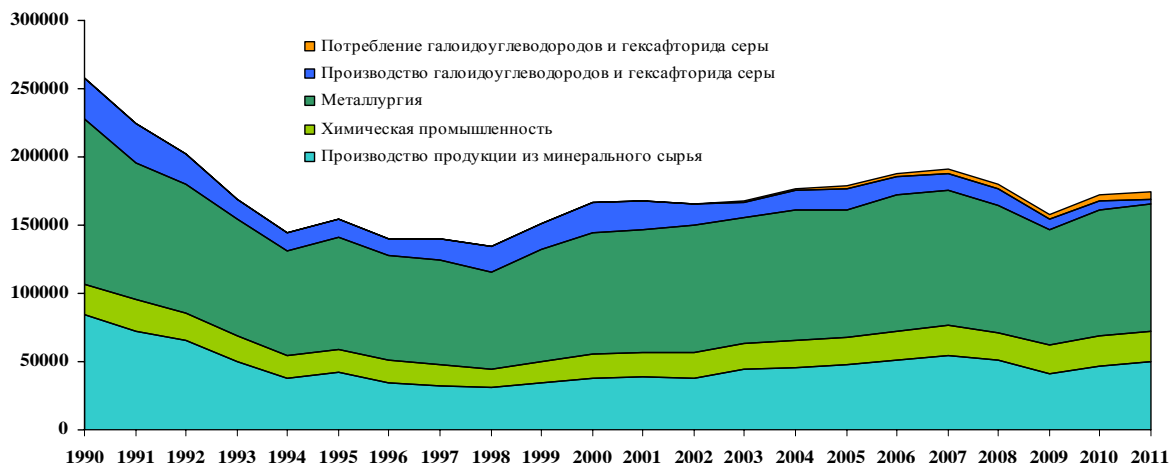


Рис. 4.2. Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» в 1990-2011 гг., Гг  $\text{CO}_2$ -экв.

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

### 4.2.1 Обзор

В этом субсекторе были оценены выбросы  $\text{CO}_2$  от производства цемента (2.А.1), строительной и технологической извести (2.А.2), использования известняков и доломитов в обжиговых производствах (2.А.3), использования кальцинированной соды (2.А.4), а также выбросы диоксида серы от производства цемента (2.А.1). В кадастре выбросов парниковых газов 2013г. по рекомендации группы экспертов РКИК ООН по обзору национальных кадастров отдельно приводятся выбросы  $\text{CO}_2$  от использования известняков и доломитов в производстве стекла (2.А.7.1).

Основными источниками выбросов парниковых газов в данном субсекторе являются производство цемента и использование известняков и доломитов в обжиговых производствах, выбросы  $\text{CO}_2$  от которых составили в 2011г. 50,2% и 30,6% общего выброса парниковых газов от производства продукции из минерального сырья (2.А). Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства извести, от использования кальцинированной соды и производства стекла в 2011г. составили, соответственно, 15,5%, 2,2% и 1,5% от общего выброса  $\text{CO}_2$  в этом субсекторе. С 1990г. по 1998г. наблюдалось существенное снижение выбросов парниковых газов в субсекторе 2.А, связанное с падением производства. В 1998г. общий выброс парниковых газов от производства продукции из минерального сырья составлял 36,3% от уровня 1990г. С 1999г. и до 2008г. наблюдался рост выбросов. В 2011г. общий выброс парниковых газов в субсекторе 2.А составил 59,4% от уровня 1990г.

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

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

### 4.2.2 Методика расчетов

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

Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства цемента оценивались по методу уровня 2 (IPCC, 2000) с использованием данных о производстве цементного клинкера – промежуточного продукта производства цемента, при получении которого и происходят выбросы  $\text{CO}_2$ . Расчетная оценка выброса  $\text{CO}_2$  проводилась по формуле 3.1 (IPCC, 2000). Коэффициент эмиссии рассчитывался по формуле 3.3.

Таблица 4.1

Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы», Гг CO<sub>2</sub>-экв.

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство продукции из минерального сырья																					
84213	72681	65289	50109	38029	41807	34152	32524	30603	34181	37968	38570	38250	44009	45323	47532	51034	54958	50637	41280	46764	50027
Химическая промышленность																					
22823	22474	19861	18394	16171	17184	16891	15529	13729	15926	17915	17867	18399	18963	20069	20731	21335	21595	20392	21171	21706	22613
Металлургия																					
120757	100734	94695	85507	77420	82661	77238	76388	71598	82358	88990	90417	93184	92130	95475	93372	99600	99102	93876	84583	92584	92516
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	6995	3792
Потребление галоидоуглеводородов и гексафторида серы																					
32	36	34	42	52	60	71	145	172	205	256	355	451	707	1020	1505	2113	2907	3739	3904	4654	6012
Всего																					
257431	224069	202506	168649	143974	154306	140124	139806	134107	151158	166683	167720	166011	167755	176595	178540	187436	190712	180381	158124	172704	174961

Таблица 4.2

Выбросы CO<sub>2</sub> от производства продукции из минерального сырья, Гг

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство цемента																					
34609	32837	26717	21995	16475	16646	12723	12273	11923	13173	15113	15863	17116	18666	20915	22256	24545	27645	23625	19746	22688	25090
Производство извести																					
12126	10997	9829	8634	6986	6887	5816	5669	5298	6290	6685	6844	6949	7255	7449	7596	8240	8663	8519	6302	7304	7742
Использование известняков и доломитов																					
35393	26841	26886	18264	13562	17171	14844	13683	12817	13902	15313	14660	12750	16688	15634	16269	16571	16990	16738	13668	15069	15323
Использование кальцинированной соды																					
1315	1237	1088	809	643	740	588	628	521	772	721	797	801	767	917	914	1090	1072	1076	930	1070	1103
Производство стекла																					
769	769	769	407	362	362	181	271	45	45	136	407	633	633	407	498	588	588	678	633	633	769
Всего																					
84213	72681	65289	50109	38029	41807	34152	32524	30603	34181	37968	38570	38250	44009	45323	47532	51034	54958	50637	41280	46764	50027

Использовалось национальное значение содержания СаО в клинкере по массе, равное 65,6%; и поправочный коэффициент (CKD Correction factor) по умолчанию (IPCC, 2000) 1,02.

Содержание СаО в клинкере российского производства определялось на основании данных о содержании СаО 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 СаО 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<sub>2</sub>, равный 0,3 кг SO<sub>2</sub>/т. произведенного цемента (IPCC, 1996).

#### Выбросы CO<sub>2</sub> от производства строительной и технологической извести (2.A.2)

Выбросы CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> по умолчанию (IPCC, 2000), равный 0,75 т CO<sub>2</sub>/т произведенной извести. Для доломитовой извести использовался коэффициент эмиссии CO<sub>2</sub>, равный 0,86 т CO<sub>2</sub>/т произведенной извести (IPCC, 2000). В соответствии с методикой вводилась поправка на присутствие в извести доли гашеной извести (0,97). Поглощение CO<sub>2</sub> из атмосферы в результате затвердевания извести не учитывалось, поскольку учет этого процесса выходит за рамки используемой методики МГЭИК.

Данные о производстве 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, тыс. т*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Объем производства	65830	62459	50819	41836	31338	31663	24201	23344	22678	25055	28746
Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Объем производства	30172	32557	35505	39783	42333	46686	52583	44938	37559	43155	47724

Таблица 4.4

#### *Производство извести в России, тыс. т*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Объем производства	16309	14791	13220	11613	9396	9263	7822	7625	7125	8460	8991
Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Объем производства	9205	9346	9757	10019	10216	11083	11652	11457	8476	9824	10413

Выбросы CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов в обжиговых производствах (2.А.3)

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

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

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

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

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

Выбросы CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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 – 2011). 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 кадастре выбросов парниковых газов 2013г. по рекомендации группы экспертов РКИК ООН по обзору национальных кадастров выбросы CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов в производстве стекла исключены из данной категории источников и приводятся отдельно в категории источников 2.А.7.1 Производство стекла.

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<sub>2</sub> 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.

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	2010	2011
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	35,5	36,1
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	4,2	5,0
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	4,4	4,4
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	31,1	31,7
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	1,4	1,7
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	0,29	0,35
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	1,11	1,35
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	31,39	32,1
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	5,51	5,75

Государственные стандарты определяют минимальное содержание СаО в известняках и MgO в доломитах, а также максимально допустимое содержание в сырье некоторых примесей: в том числе MgO в известняках и СаО в доломитах. Государственные стандарты для известняков и доломитов, используемых в металлургии и производстве стекла и огнеупоров представлены в таблицах 4.6 и 4.7.

Для каждой области использования известняков и доломитов определялось среднее минимальное допустимое содержание карбонатных пород в сырье. Для корректировки выбросов CO<sub>2</sub> 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 СаО, %	Соответствующее минимальное содержание химически чистого известняка, %	Источник информации
Сырье доменное, агломерационное, электросталеплавильное, ферросплавное 1 сорт	52	92,8	Шишкин А.В., 1984
Сырье доменное, агломерационное, электросталеплавильное, ферросплавное 2 сорт	50	89,2	Шишкин А.В., 1984
Флюсовый известняк в цветной металлургии	48 – 55	85,7 – 98,2	Шишкин А.В., 1984
Известняк для производства стекла, сорт «ИК-54-0.1»	54,0	97,4	ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой)
Известняк для производства стекла, сорт «ИК-53-0.2»	53	97,3	ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой)
Известняк для производства стекла, сорт «ИК-51-0.3»	51	95,5	ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой)
Химически чистый известняк	56,03	100	Бирюлев Г.Н. и др., 1999

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



Таблица 4.7

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

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

Таблица 4.8

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

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

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

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

При оценке выбросов CO<sub>2</sub> 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, 2011, 2012). Данные об объемах экспорта и импорта кальцинированной соды в 1996-2010 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 1996г. Данные о производстве, экспорте и импорте кальцинированной соды приводятся в таблице 4.9. В настоящем кадастре выполнен перерасчет выбросов CO<sub>2</sub> от использования кальцинированной соды в 2010г. с учетом полных данных о торговле с республикой Казахстан. Данные предоставлены ФТС России. Объемы взаимной торговли во второй половине 2010г. и первой половине 2011г. оценивались по данным Комитета таможенного контроля Министерства финансов Республики Казахстан.

Таблица 4.9

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Производство	3240	3048	2679	1992	1585	1823	1449	1652	1538	1918	2201
Экспорт							98,3	167,3	313,1	60,9	479,9
Импорт							66,8	27,5	30,0	3,5	17,0
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 <sup>2)</sup>	2011
Производство	2339	2385	2386	2576	2582	2938	2939	2820	2322	2670	2822
Экспорт <sup>1)</sup>	481,3	504,3	573,7	448,9	544,1	600,2	734,1	550,0	378,7	452,3	566,5
Импорт <sup>1)</sup>	62,7	49,2	36,7	83,4	164,3	289,1	378,4	323,2	298,3	361,1	401,8

<sup>1)</sup> По данным Федеральной Таможенной службы с учетом данных о взаимной торговле с Республикой Беларусь и с Республикой Казахстан.

<sup>2)</sup> С 2010г. карбонат натрия (карбонат натрия, сода кальцинированная)

Выбросы CO<sub>2</sub> и НМЛОС от производства стекла (2.А.7.1)

Выбросы CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов в производстве стекла оценивались по методике МГЭИК (IPCC, 1996), разработанной для оценки выбросов CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов в обжиговых производствах.

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 2004г. 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 – 2011). 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.

Поправочные коэффициенты, учитывающие наличие примесей в известняках и доломитах, используемых в производстве стекла, приводятся в таблице 4.8.

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%.

Оценка выбросов проводилась по данным Росстата о производстве различных видов архитектурно-строительного стекла: строительного, термополированного, закаленного и трехслойного безосколочного (табл. 4.10). Объемы производства строительного стекла представлены в квадратных метрах. Плотность и толщина различных видов строительного стекла взяты из справочника по строительным материалам (Айрапетов, 2005). Плотность стекла принята 2,5 г/см<sup>3</sup>; данные о средней толщине различных видов строительного стекла приводятся в таблице 4.11.

Учет выбросов от производства тарного стекла выполнен только для узкогорлой пищевой стеклянной тары (бутылок). Данные об объемах производства бутылок в 1990-2011 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 2006г. по данным (Первое независимое рейтинговое агентство, 2006) составила более 87%.

Таблица 4.10

*Производство строительного, технического и тарного стекла в России.*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Строительное <sup>1)3)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	144,5	140,9	126,3	104,8	61,0	61,4	46,9	40,4	38,5	40,4	40,2
Листовое термополированное <sup>1,2)4)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	49,6	50,4	55,2	53,0	40,4	41,5	38,4	39,3	42,6	48,6	52,5
Трехслойное безосколочное <sup>1)5)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	2,8	2,1	1,8	2,0	1,5	1,6	1,5	1,6	1,4	1,5	1,6
Закаленное (сталинит) <sup>1)6)</sup> , млн. м <sup>2</sup>		6,0	5,4	4,3	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	3,2	3,9
Бутылки <sup>7)</sup> , млн.шт.	1 414	1 262	1 372	1 526	1 557	1 769	1 913	1 741	2 111	2 418	3 001
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Строительное <sup>1)3)0)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	37,7	38,4	36,6	35,1	34,9	45,1	55,2	64,1	41,4	59,5	71,7
Листовое термополированное <sup>1,2)4)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	68,0	63,5	65,4	76,9	85,5	115,2	115,8	130,8	143,1	146,8	140,6
Трехслойное безосколочное <sup>1)5)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	1,6	1,5	2,3	1,8	1,7	1,8	2,4	2,2	1,5	2,3	2,6
Закаленное (сталинит) <sup>1)6)</sup> , млн. м <sup>2</sup>	4,1	4,0	4,2	5,7	5,6	5,9	5,0	5,1	2,5	3,8	4,4
Бутылки <sup>7)</sup> , млн.шт.	3 769	4 512	5 559	7 020	7 115	9 180	10 776	11 937	9 693	10 985	11 682

<sup>1)</sup> В натуральном выражении <sup>2)</sup> До 1998г. – стекло полированное

<sup>3)</sup> с 2010г. стекло листовое, литое, прокатное тянутое или выдувное, но не обработанное другим способом

<sup>4)</sup> с 2010г. стекло листовое термически полированное и стекло листовое с матовой или полированной поверхностью, но не обработанное другим способом

<sup>5)</sup> с 2010г. стекло безопасное многослойное

<sup>6)</sup> с 2010г. стекло безопасное закаленное (сталинит)

<sup>7)</sup> с 2010г. бутылки из стекла для напитков и пищевых продуктов

Вес разных видов бутылок по данным справочника (Павлушкин, 1973) приводится в таблице 4.12. 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.

Таблица 4.11

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 4.12

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

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

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

Считается, что весь нефтебитум, используемый не для дорожных покрытий, продвигается (IPCC, 1996). Органами государственной статистики РФ в 1990 – 2008 гг. учитывались два типа нефтебитума, используемого не для дорожных покрытий: кровельный нефтебитум и строительный нефтебитум, а в 2009 – 2011 гг. учитывается суммарное количество нефтебитума строительного, кровельного, изоляционного и аналогичного. Суммарные данные об объемах производства приводятся в таблице 4.13.

Для оценки выбросов НМЛОС использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 2,4 кг НМЛОС/тону 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 2013г. 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 2000г. Кроме того, отсутствует детализация статистических данных для холодных асфальтобетонных смесей по скорости испарения

разбавителя. В этом случае руководством ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (ЕЕА, 2005) рекомендовано использование коэффициента выбросов для смеси быстрого затвердевания с использованием разбавителя с высокой летучестью, равного 320 кг НМЛОС/тонну холодной асфальтобетонной смеси.

Для оценки объемов производства холодной асфальтобетонной смеси в 1990-1999 гг. использовались данные о производстве нефтебитума дорожного. В 2000-2006 гг. соотношение объемов производства холодных асфальтобетонных смесей и объемов производства нефтебитума составляло от 0,14 до 0,24, в среднем около 0,17. Это значение и было использовано для приближенной оценки объемов производства холодных асфальтобетонных смесей в 1990-1999 гг. Исходные данные Росстата и результаты оценки объемов производства холодных асфальтобетонных смесей представлены в таблице 4.14

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 4.13

## Производство окисленного нефтебитума в России, тыс. т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Объем производства	2987	2755	1888	1211,4	1009,5	1010,4	808,6	760,6	730,6	831,9	1036,5
Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Объем производства	989,2	808,7	1052	986,3	915,8	870,4	928,2	721,7	613,4	719,1	764,0

Таблица 4.14

## Производство нефтяного битума дорожного и холодных асфальтобетонных смесей в России, тыс. т

Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон (холодные), тыс. т										
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
										704
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
548	776	548	475	535	551	792	1007	316	248	304
Нефтебитум дорожный жидкий, тыс. т										
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
7665	6756	4854	4623	3792	3955	3281	3137,6	4293,6	3604,7	3785
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
3793,6	3196,3	3275	3374,3	3208,5	3657,1	4239,9	4596,9	3180,1	4059,0	4658
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	

Таблица 4.15

## Выбросы НМЛОС от субсектора производство продукции из минерального сырья, Гг

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Производство асфальтовых кровельных покрытий	7,2	6,6	4,5	2,9	2,4	2,4	1,9	1,8	1,8	2,0	2,5
Использование асфальта для дорожных покрытий	420	370	266	253	208	217	180	172	235	198	225

Производство стекла	12,4	12,3	12,2	11,4	8,7	9,2	8,7	8,2	9,0	10,1	11,6
Всего	440	389	283	268	219	228	190	182	246	210	239
	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Производство асфальтовых кровельных покрытий	2,4	1,9	2,5	2,4	2,2	2,1	2,2	1,7	1,5	1,7	1,8
Использование асфальта для дорожных покрытий	175	248	175	152	171	176	253	322	101	79	97
Производство стекла	14,1	15,2	17,4	21,1	21,9	28,6	32,1	35,8	31,4	35,1	36,5
Всего	192	265	195	175	195	207	288	360	134	116	136

#### 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 CO<sub>2</sub> от использования кальцинированной соды в 2010г. выполнены в связи с получением полных статистических данных о торговле с республикой Казахстан.

Перерасчеты выбросов CO<sub>2</sub> от производства цемента и извести в 2009 г. выполнены в связи с корректировкой данных Росстата об объемах производства клинкера и извести.

В кадастре выбросов парниковых газов 2013г. по рекомендации группы экспертов РКИК ООН по обзору национальных кадастров выбросы CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов в производстве стекла исключены из категории 2.А.3 (Использование известняков и доломитов) и представлены в категории 2.А.7.1 (Производство стекла).

*Планируемые усовершенствования.*

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

#### 4.2.4 Оценка неопределенностей

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

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

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

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

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

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

Неопределенности, связанные с использованием установленных по умолчанию коэффициентов выбросов для жирной и доломитовой извести, а также поправочного коэффициента для

учета гашеной извести, невелики и составляют соответственно 2%, 2% и 5% (IPCC, 2000). Общая неопределенность использования параметров расчета выбросов  $\text{CO}_2$  по умолчанию равна 5,4%.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  от использования известняков и доломитов составляет около 8%.

*Потребление кальцинированной соды.* Неопределенность выбросов  $\text{CO}_2$  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 1996-2011 гг. неопределенность выбросов  $\text{CO}_2$  от использования кальцинированной соды составляет не более 3%.

## 4.3 Химическая промышленность (2.В)

### 4.3.1 Обзор

Для субсектора «Химическая промышленность» проводилась оценка выбросов следующих парниковых газов:  $\text{CO}_2$  от производства аммиака (2.В.1), карбида кальция (2.В.4.2) и карбида кремния (2.В.4.1);  $\text{CH}_4$  от производства карбида кремния (2.В.4.1), технического углерода (2.В.5.1), этилена (2.В.5.2), дихлорэтилена (2.В.5.3), стирола (2.В.5.4) и метанола (2.В.5.5);  $\text{N}_2\text{O}$  от производства азотной кислоты (2.В.2). Кроме того, оценивались выбросы в атмосферу газов с косвенным парниковым эффектом:  $\text{CO}$ ,  $\text{HMLOC}$ ,  $\text{SO}_2$  от производства аммиака и  $\text{NO}_x$  от производства азотной кислоты, выбросы  $\text{SO}_2$  от производства серной кислоты,  $\text{HMLOC}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  от производства технического углерода,  $\text{HMLOC}$  от производства этилена, пропилена, стирола, полиэтилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида, акрилонитрила и этилбензола (2.В.5).

Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от производства адипиновой кислоты (2.В.3) в Российской Федерации отсутствуют ввиду отсутствия производства данной продукции.

Результаты оценок выбросов парниковых газов представлены в таблице 4.16. В 1991-1998 гг. наблюдалось снижение выбросов, связанное с падением производства. В 1998г. выбросы парниковых газов в химической промышленности достигли минимального уровня и составляли 60,2% от выбросов 1990г. В 2011г. суммарные выбросы парниковых газов от химической промышленности составили 22613 Гг  $\text{CO}_2$ -экв. или 99,1% от уровня 1990г.

Основным источником парниковых газов в химической отрасли являются выбросы  $\text{CO}_2$  от производства аммиака, доля которых в 2011г. составила 75,6%. Следующий по значимости источник парниковых газов – производство азотной кислоты, выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от которого составили 20,9% суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности в 2011г. Выбросы метана от производства технического углерода, этилена, дихлорэтилена, стирола и метанола существенно ниже и в 2011г. составляли 1,8% суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности.

Таблица 4.16

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

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Выброс CO <sub>2</sub> от производства аммиака																					
17727	17491	15603	14797	13302	14058	13644	12504	11005	12829	14333	14076	14166	14869	15789	16162	16709	16772	16001	16037	16367	17105
Выброс CO <sub>2</sub> от производства и потребления карбида кальция																					
854	697	671	676	503	451	396	436	471	578	565	559	521	483	424	420	464	431	391	246	211	194
Выброс CO <sub>2</sub> от производства карбида кремния																					
83	75	68	81	78	100	81	73	78	95	109	117	114	120	135	138	145	144	150	142	178	176
Всего CO <sub>2</sub>																					
18665	18263	16342	15554	13882	14608	14121	13013	11554	13503	15006	14752	14801	15473	16348	16720	17318	17347	16543	16424	16756	17475
Выброс CH <sub>4</sub> от производства карбида кремния																					
9	8	7	8	8	10	8	8	8	10	11	12	12	12	14	14	15	15	16	15	18	18
Выброс CH <sub>4</sub> от производства технического углерода																					
224	194	155	108	61	72	72	73	68	80	98	114	122	142	154	157	146	154	146	123	154	168
Выброс CH <sub>4</sub> от производства этилена																					
49	45	41	36	30	34	25	26	24	34	40	41	42	44	45	44	45	45	49	48	50	52
Выброс CH <sub>4</sub> 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	NO	NO
Выброс CH <sub>4</sub> от производства стирола																					
38	33	28	25	21	20	14	14	14	21	28	31	32	36	43	49	50	52	49	41	40	41
Выброс CH <sub>4</sub> от производства метанола																					
105	98	88	80	80	64	45	63	50	61	80	89	95	122	122	124	133	148	148	98	124	132
Всего CH <sub>4</sub>																					
424	377	318	257	200	200	165	183	164	206	257	287	303	356	379	389	389	414	407	326	386	410
Выброс N <sub>2</sub> O от производства азотной кислоты																					
3735	3834	3201	2583	2089	2375	2605	2333	2011	2217	2652	2828	3295	3134	3342	3622	3627	3834	3443	4422	4564	4728
Всего																					
22823	22474	19861	18394	16171	17184	16891	15529	13729	15926	17915	17867	18399	18963	20069	20731	21335	21595	20392	21171	21706	22613



### 4.3.2 Методика расчетов

#### Выбросы CO<sub>2</sub> от производства аммиака (2.В.1)

В кадастре 2013г. оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства аммиака в 1990-2011 гг. была рассчитана 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 1990-2011 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 1990г.) до 95-96% (в 2000-2011 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 1990г. оно составляло для разных агрегатов 1228 – 1780 м<sup>3</sup>/т, то в 2011 – 1081 – 1388 м<sup>3</sup>/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 1т аммиака в 1990 – 2011 гг. Эти данные и данные об объемах производства аммиака (Росстат) приводятся в таблице 4.17.

Коэффициент выбросов рассчитывался по формуле:

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

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<sub>2</sub>, для производства аммиака оценивались выбросы НМЛОС, СО и SO<sub>2</sub>. Для этой оценки также использовались коэффициенты эмиссий по умолчанию (IPCC, 1996), равные, соответственно, 4,7 кг НМЛОС/т аммиака, 7,9 кг СО/ т аммиака и 0,03 кг SO<sub>2</sub>/т аммиака.

Таблица 4.17

*Производство синтетического аммиака и удельное потребление природного газа в качестве сырья в России*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Объем производства, тыс. т	12592	11936	10529	9900	8838	9657	9650	8737	7965	9280	10640
Удельное потребление природного газа, м <sup>3</sup> /т	746	776	785	792	797	771	749	758	732	732	714
Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 <sup>1)</sup>	2011
Объем производства, тыс. т	10575	10491	11087	11979	12473	12954	13151	12702	12949	13295	13924
Удельное потребление природного газа, м <sup>3</sup> /т	705	715	711	698	687	683	676	667	656	652	651

<sup>1)</sup> с 2010г. аммиак безводный

#### Выбросы N<sub>2</sub>O от производства азотной кислоты (2.В.2)

Производство азотной кислоты сопровождается выбросами закиси азота, как побочного продукта каталитического окисления аммиака при высокой температуре. Оценка выбросов N<sub>2</sub>O 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 (Пископель, 2001). Поэтому для расчетов был выбран коэффициент эмиссии N<sub>2</sub>O, равный 2 кг N<sub>2</sub>O/т азотной кислоты (IPCC, 2000).

Выбросы  $\text{NO}_x$  оценивались по методике МГЭИК (IPCC, 1996). В связи с тем, что в конце 80 – начале 90 годов в России были выведены из эксплуатации старые производства азотной кислоты, использующие процесс под атмосферным давлением (Пископель, 2001), при расчетах использовался коэффициент эмиссии по умолчанию для технологических процессов под высоким давлением, равный 0,55 кг  $\text{NO}_x$ / т азотной кислоты.

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

Объем неконцентрированной азотной кислоты, используемой в производстве удобрений, может быть оценен косвенно, по имеющимся данным об объемах производства минеральных удобрений. В национальном кадастре выбросов парниковых газов 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: азофоски 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  $\text{P}_2\text{O}_5+\text{N}$ ) нитроаммофоски (Соколов, 2003). Такое упрощение не должно привести к большим погрешностям ввиду сходства технологических схем производства и существенного преобладания объемов производства нитроаммофоски. С 1998г. объем производства нитроаммофоски в России составляет более 95% объема производства всех нитроаммофосфатов, а в 2009г. – 100%. Для перевода метрических тонн нитроаммофоски в тонны  $\text{P}_2\text{O}_5+\text{N}$  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 (азофоска)	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 $\text{CO}_2$ и $\text{CH}_4$ от производства карбида кремния (2.В.4.1)

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

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

Таблица 4.19

*Производство азотных и комплексных удобрений и оценка количества азотной кислоты, использованной для этого производства, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Производство нитрата аммония	6614	6527	5530	4430	3638	4096	4572	4010	3388	3861	4667
Производство нитрата кальция		62,0	49,6	39,6	11,2	2,6	1,7	1,8	0,7	1,5	3,2
Производство нитрата натрия	23,3	19,9	15,4	8,0	5,3	8,4	6,0	8,1	7,1	15,8	17,9
Производство нитроаммофосфатов	1180	2487	2089	1850	1493	1922	2028	2217	2065	1673	1845
Расход азотной кислоты	5469	5727	4845	3916	3193	3640	4035	3635	3112	3407	4080
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство нитрата аммония	4948	5931	5456	5626	6059	6105	6563	5886	7862	7968	8245
Производство нитрата кальция	5,0	5,6	4,5	5,7	11,3	10,0	10,5	8,8	7,3	6,5	4,6
Производство нитрата натрия	21,2	27,3	29,7	34,8	32,7	21,8	22,9	17,5	12,1	21,2	22,1
Производство нитроаммофосфатов	2187	2132	2611	2992	3071	2998	2947	2696	3537	3775	3815
Расход азотной кислоты	4378	5144	4875	5095	5454	5466	5817	5225	6954	7094	7320

Таблица 4.20

*Объемы производства азотной кислоты, тыс. т*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Крепкая, в моногидрате <sup>1)3)</sup>	649,2	541,5	380,3	299,4	208,6	227,7	147,2	155,0	159,9	171,4	205,6
Слабая, в моногидрате <sup>4)</sup>	63,3	47,0	29,6	22,8	18,0	17,4	66,2	9,3	8,9	45,8	47,5
Слабая, использованная на производство минеральных удобрений	5469	5727	4845	3916	3193	3640	4035	3635	3112	3407	4080
Всего, 100%-ная кислота <sup>2)</sup>	6023,4	6184,5	5163,6	4166,3	3368,9	3831,1	4200,9	3763,2	3243,6	3575,8	4277,0
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Крепкая, в моногидрате <sup>3)</sup>	211,9	179,9	160,9	180,6	162,9	156,5	156,6	163,8	125,8	117,2	121,3
Слабая, в моногидрате <sup>4)</sup>	23,1	39,6	70,1	199,3	334,6	337,8	315,8	257,7	305,1	226,9	271,4
Слабая, использованная на производство минеральных удобрений	4378	5144	4875	5095	5454	5466	5817	5225	6954	7094	7320
Всего, 100%-ная кислота <sup>1)</sup>	4561,2	5314,8	5054,3	5390,3	5841,3	5850,7	6184,0	5553,2	7131,6	7361,6	7625,2

<sup>1)</sup> 1990г. – оценка ИГКЭ

<sup>2)</sup> Округленные значения

<sup>3)</sup> С 2010г. кислота азотная концентрированная (крепкая) в моногидрате

<sup>4)</sup> С 2010г. кислота азотная неконцентрированная (слабая) в моногидрате (товарный выпуск) и кислота азотная специальная в моногидрате концентрации 70 – 75%

В России карбид кремния производится только на ОАО «Волжский абразивный завод» вг. Волжский Волгоградской области. В 2008-2013 гг. получены данные завода об объемах производства карбида кремния и затратах нефтяного кокса на его производство в 1990-2011 гг. Эти данные приводятся в таблице 4.21.

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

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

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

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

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

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> при производстве и потреблении карбида кальция проводилась по методике, описанной в (IPCC, 1996). Выбросы CO<sub>2</sub> от производства карбида кальция рассчитывались по данным Росстата об объемах производства карбида кальция. Потребление карбида кальция принималось равным производству минус экспорт плюс импорт в текущем году. Получены данные Федеральной Таможенной Службы об объемах экспорта и импорта карбида кальция в 1996-2011 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 1996г. Объемы взаимной торговли с Республикой Казахстан во второй половине 2010г. и первой половине 2011 г оценивались по данным Комитета таможенного контроля Министерства финансов Республики Казахстан.

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.

В кадастре выбросов парниковых газов 2013г. был выполнен перерасчет выбросов CO<sub>2</sub> от потребления карбида кальция в 2010г. в связи с тем, что в кадастре 2012г. при расчете объемов потребления карбида кальция в стране не была учтена торговля с республикой Казахстан во второй половине 2010г. из-за отмены таможенного оформления товаров на российско-казахстанской границе.

Перерасчет выполнен по рекомендации международной группы экспертов по обзору национальных кадастров выбросов парниковых газов.

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	2000
Производство	36,5	32,9	29,9	35,7	34,2	43,8	35,8	31,9	34,1	41,9	47,9
Затраты нефтяного кокса	40,1	36,2	32,9	39,2	37,7	48,1	39,3	35,1	37,5	46,1	52,7
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство	51,5	50,0	52,9	59,4	60,8	63,6	66,6	70,2	64,8	72,9	73,0
Затраты нефтяного кокса	56,6	55,0	58,2	65,3	66,9	70,0	69,7	72,6	68,4	85,9	85,0

Таблица 4.22

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

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

Выбросы  $\text{CH}_4$  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	2000
Производство	289,7	236,4	227,6	229,1	170,5	152,8	134,2	147,9	160,0	196,7	192,2
Экспорт <sup>1)</sup>							0,1	0,2	1,3	1,9	2,2
Импорт <sup>1)</sup>							0,0	0,1	0,4	0,1	0,0
Потребление	289,5	236,2	227,4	228,9	170,3	152,7	134,1	147,8	159,1	194,9	190,0
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство	189,6	177,4	161,0	138,5	137,2	155,4	146,5	133,0	80,8	68,0	62,8
Экспорт <sup>1)</sup>	–	1,9	9,3	5,7	4,2	5,8	9,2	11,7	6,5	4,3	3,7
Импорт <sup>1)</sup>	–	0,0	16,3	19,6	18,2	11,0	7,9	10,7	13,7	13,6	12,0
Потребление	189,6	175,5	168,0	152,4	151,2	160,6	145,2	132,0	88,0	77,3	71,1

<sup>1)</sup> По данным Федеральной Таможенной службы с учетом данных о взаимной торговле с Республикой Беларусь и с Республикой Казахстан. Данные представлены ФТС

Таблица 4.24

*Коэффициенты выбросов  $\text{CH}_4$ , 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	2000
Технический углерод <sup>1)</sup>	968,4	839,9	669,2	465,7	263,6	311,4	310,1	315,6	292,3	348,1	426,0
Этилен	2318,5	2149,3	1960,3	1726,4	1405,9	1596,3	1199,7	1255,4	1165,8	1630,6	1889,2
Дихлорэтилен	13,5	13,8	7,2	2,5	2,8	2,4	1,7	2,2	1,6	2,0	2,4
Стирол	446,5	387,7	329,2	292,8	254,1	241,2	170,2	162,0	170,6	245,0	327,8
Метанол <sup>2)</sup>	2508,0	2321,6	2083,6	1903,7	1908,9	1522,9	1076,3	1495,2	1178,7	1443,8	1914,1

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Технический углерод <sup>1)</sup>	493,5	527,9	616,0	666,9	681,6	631,3	665,2	631,3	532,6	667,7	726,0
Этилен	1944,2	1996,4	2096,8	2154,8	2101,4	2146,5	2120,6	2337,7	2276,6	2381,0	2469,2
Дихлорэтилен	2,8	2,3	2,9	2,5	3,2	2,5	1,6	1,3	0,6	–	–
Стирол	369,2	375,5	428,4	516,6	583,2	599,1	620,4	577,5	494,0	476,3	486,2
Метанол <sup>2)</sup>	2129,1	2269,0	2894,3	2911,0	2943,1	3158,4	3533,6	3512,5	2344,4	2941,9	3138,1

<sup>1)</sup> с 2010г. Углерод технический (сажи и прочие формы дисперсного углерода, не включенные в другие группировки)

<sup>2)</sup> с 2010г. Метанол-яд синтетический + метанол-ректификат технический лесохимический + метанол-сырец в пересчете на ректификат.

Кроме выбросов  $\text{CH}_4$ , для производства технического углерода оценивались выбросы НМЛОС,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{SO}_2$ . Для этой оценки использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 1996), равные, соответственно, 40 кг НМЛОС, 0,4 кг  $\text{NO}_x$ , 10 кг  $\text{CO}$  и 3,1 кг  $\text{SO}_2$  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	2010	2011
Пропилен/ с 2010г. Пропен (пропилен)																					
990	929	854	778	582	681	495	543	543	740	856	903	969	944	962	1022	1033	1050	1111	1163	1230	1220
Полипропилен/ с 2010г. полипропилен в первичных формах																					
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	628	682
Полистирол и сополимеры стирола / с 2010г. полимеры стирола в первичных формах																					
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	308	348
Поливинилхлоридная смола и сополимеры винилхлорида / с 2010г. полимеры винилхлорида или прочих галогенированных олефинов в первичных формах																					
490	481	426	353	332	283	158	266	297	419	480	487	528	547	563	580	592	587	579	528	598	639
Полиэтилен / с 2010г. полимеры этилена в первичных формах																					
767	669	635	649	510	685	573	586	597	801	923	951	1012	1038	1069	1049	1074	1246	1272	1412	1530	1659
в том числе: низкой плотности/ с 2010г. полиэтилен плотностью менее 0,94 в первичных формах																					
372	359	342	354	327	342	346	367	312	319	321	324	313	337	357	328	337	358	359	389	648	647
В том числе полиэтилен низкой плотности линейный/ с 2010г. полиэтилен линейный плотностью менее 0,94 в первичных формах																					
																				240	384
Полиэтилен высокой плотности/ с 2010г. полиэтилен плотностью не менее 0,94 в первичных формах																					
391	306	290	291	181	340	224	216	242	390	434	425	465	464	461	475	476	604	630	695	794	934
Этилбензол																					
			47,0	33,5	38,1	22,2	19,4	201	267	343	365	358	394	401	428	645	666	612	558	539	548
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	125	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. Используемые в расчетах коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 1996) представлены в таблице 4.27.

Оценка выбросов  $\text{SO}_2$  от производства серной кислоты выполнялась на основе данных Росстата об объемах производства серной кислоты по методике МГЭИК (IPCC, 1996). Коэффициент выбросов  $\text{SO}_2$  принимался равным 17,5 кг  $\text{SO}_2$  на тонну произведенной серной кислоты. Данные о производстве серной кислоты представлены в таблице 4.28

Оценка выбросов  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  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	2000
Объем производства	12,8	11,6	9,7	8,2	6,3	6,9	5,8	6,2	5,8	7,1	8,3
Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 <sup>1)</sup>	2011
Объем производства	8,2	8,5	8,8	9,2	9,5	9,4	9,7	9,1	8,5	10,2	10,7

<sup>1)</sup> с 2010г. Кислота серная в моногидрате контактная



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	2010	2011
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	105,0	110,0
	SO <sub>2</sub>	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Производство азотной кислоты	NO <sub>x</sub>	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	3,9	4,0	4,2
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	6,7	7,3
	NO <sub>x</sub>	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
	SO <sub>2</sub>	3,0	2,6	2,1	1,4	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,9	2,1	2,1	2,0	2,1	2,0	1,7	2,1	2,3
Производство серной кислоты	SO <sub>2</sub>	224,0	203,0	169,8	143,5	110,3	120,8	101,5	108,5	101,5	124,3	145,3	143,5	148,8	154,0	161,0	166,3	164,5	169,8	159,3	148,8	178,5	187,3

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	2010	2011
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	62,5	65,4
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	26,7	29,0
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	3,3	3,5
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	8,6	8,8
Пропилен	1,4	1,3	1,2	1,1	0,8	1,0	0,7	0,8	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7
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	7,5	8,2
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	1,7	1,9
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	5,1	5,4
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	7,0	7,7
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	1,1	1,1	1,1
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	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	116,5	125,3	132,8

#### **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.В в 2013г. были выполнены следующие перерасчеты:

- ✓ Исправлены ошибки расчетов выбросов  $N_2O$  в 2009-2010 гг. от производства азотной кислоты (2.В.2);
- ✓ Выполнен перерасчет выбросов  $CO_2$  в 2010г. от использования карбида кальция (2.В.4.2) в связи с получением полных данных об экспорте и импорте карбида кальция в 2010г.;
- ✓ Выполнен перерасчет выбросов  $N_2O$  от производства азотной кислоты и выбросов  $CH_4$  от производства метанола в 2009 г. в связи с корректировкой данных Росстата о деятельности.

##### *Планируемые усовершенствования*

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

#### **4.3.4 Оценка неопределенностей**

В субсекторе 2.В оценка неопределенностей выбросов  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$  проводилась по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2000, 2006) для следующих источников:

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

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

*Производство аммиака.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $CO_2$  от производства аммиака равна 5%.

Неопределенность данных Росстата об объемах производства аммиака – 3%.

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

*Производство азотной кислоты.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $N_2O$  для заводов использующих метод неселективного каталитического восстановления в процессе обработки остаточного газа составляет 10% (IPCC, 2006).

Неопределенность данных Росстата о производстве азотной кислоты с учетом оценок количества азотной кислоты, использованной на азотных комбинатах для производства удобрений, также составляет 5%.

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

*Производство карбида кремния.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $CO_2$  и  $CH_4$  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 1996-2010 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 двуокси углерода от производства и потребления карбида кальция составляет 11% в 1990-1995 гг. и менее 8% в 1996-2010 гг.

*Производство технического углерода, метанола, дихлорэтилена, этилена и стирола.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CH}_4$  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  $\text{CH}_4$  от производства технического углерода, метанола, этилена, дихлорэтилена и стирола полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов  $\text{CH}_4$

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

#### **4.4 Металлургия (2.С)**

##### **4.4.1 Обзор**

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

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

Результаты расчетов представлены в таблице 4.31.

В 1991-1998 гг. в металлургической промышленности наблюдалось снижение выбросов парниковых газов, связанное с падением производства и экономическим кризисом. В 1998г. выброс парниковых газов от металлургии составлял 59,3% от уровня 1990г. В 2011г. суммарный выброс парниковых газов от металлургии составил 92516 Гг  $\text{CO}_2$ -эквивалента, что соответствует 76,6% от уровня выбросов в металлургии в 1990г.

Основным источником парниковых газов в металлургии является выплавка чугуна и стали (2.С.1), выброс от которой в 2011г. составил 86,4% общего выброса парниковых газов в металлургической промышленности. Следующим по значению источником парниковых газов в отрасли является производство первичного алюминия (2.С.3). В 2011г. выброс от этого источника составил 9,7% общего выброса. Выброс парниковых газов от производства ферросплавов (2.С.2) в 2011г. составил 3,9% общего выброса.

##### **4.4.2 Методика расчетов**

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

Оценка выбросов  $\text{CO}_2$  при производстве чугуна и стали проводилась в соответствии с методикой, описанной в «Руководящих указаниях по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов» (IPCC, 2000). Для расчета использовался метод второго уровня МГЭИК, предусматривающий отдельную оценку выбросов  $\text{CO}_2$  для доменного производства чугуна и для выплавки стали. Отдельно оценивались выбросы  $\text{CO}_2$  при производстве железа прямого восстановления и электростали на ОЭМК по методу уровня 3 (IPCC, 2006).

Таблица 4.31

Выбросы парниковых газов в металлургии, Гг CO<sub>2</sub>-экв

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Выброс CO <sub>2</sub> 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	72889	79676	79642
Выброс CO <sub>2</sub> от производства ферросплавов																					
2615	2374	1983	1793	1504	1555	1416	1635	1575	2004	2221	2242	2256	2519	2568	2816	3143	3200	3060	2547	3345	3592
Выброс CO <sub>2</sub> от производства алюминия																					
5112	4842	4915	4991	4780	5001	5178	5202	5239	5440	5552	5636	5724	5928	6131	6208	6462	6848	7195	6521	6726	6607
Всего CO <sub>2</sub>																					
108690	87999	83290	74430	66683	72368	68202	68709	64214	75074	81453	83575	87395	86909	90222	88431	95171	95075	90043	81958	89747	89841
Выброс CH <sub>4</sub> от производства кокса																					
413	341	321	293	267	291	267	269	248	295	315	314	331	348	359	333	343	356	337	254	281	284
Выброс CF <sub>4</sub> от производства алюминия																					
10600	11259	10112	9834	9524	9134	8012	6785	6540	6384	6591	5963	4970	4448	4446	4206	3735	3359	3192	2170	2345	2189
Выброс C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> от производства алюминия																					
1054	1134	972	950	947	867	757	626	597	606	631	564	489	425	448	401	350	312	304	201	212	203
Всего ПФУ																					
11654	12394	11084	10784	10471	10002	8769	7411	7136	6989	7222	6527	5459	4873	4894	4607	4086	3671	3496	2372	2556	2392
Всего																					
120757	100734	94695	85507	77420	82661	77238	76388	71598	82358	88990	90417	93184	92130	95475	93372	99600	99102	93876	84583	92584	92516

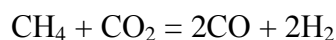
*Производство чугуна.* Эмиссия CO<sub>2</sub> от производства чугуна оценивалась по формуле 3.6А (IPCC, 2000). Коэффициент эмиссии, равный 3,1 тонны CO<sub>2</sub>/тонну кокса и содержание углерода в руде (0%) принимались по умолчанию (IPCC, 2000). Содержание углерода в чугуне составляет по данным Министерства 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<sub>2</sub> 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, 2007-2010 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, 2012, Российский статистический ежегодник 1998, 2005, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012) 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<sub>2</sub>), содержащимся в отходящем из печи колошниковом газе по реакции:



Использование CO<sub>2</sub> для конверсии природного газа приводит к значительному сокращению выбросов CO<sub>2</sub> 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 1990-2011 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>/т. электростали, принят по умолчанию (IPCC, 2000).

При оценке выбросов CO<sub>2</sub> использовались статистические данные о количестве передельного (идущего на производство стали) чугуна и о производстве стали и электростали (Промышленность России 1996, 2005, 2012, Российский статистический ежегодник 1998, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012). 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, 2011, 2012, Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации, 2005).

Отдельно оценивались выбросы CO<sub>2</sub> 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. Данные о производстве стали и потреблении сырья приводятся в таблице 4.35.

Кроме оценки выбросов CO<sub>2</sub>, проведена оценка выбросов NO<sub>x</sub>, НМЛОС, CO, SO<sub>2</sub> от доменного и прокатного производства. Оценка проводилась по методике (IPCC, 1996). В расчетах использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию для различных стадий доменного и прокатного производства и данные Росстата о выпуске чугуна и проката, которые приводятся в таблицах 4.34 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<sub>4</sub>/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, 100 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Содержание углерода в электродах в 2010-2011 гг.

Таблица 4.34

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

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

Таблица 4.35

Производство металлizedанных окатышей, электростали и потребление сырья на ОЭМК.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство металлizedанных окатышей, тыс. тонн	1683	1676	1575	1544	1707	1678	1505	1730	1726	1787	1918	1855	1905	1905	2099	2266	2250	2236	2403	2438	2432	2733
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	2320	2616
Удельный расход природного газа на производство металлizedанных окатышей, м <sup>3</sup> /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	321,0	317,2
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	1210	1018
Производство стали, тыс. тонн	1556	1584	1517	1452	1588	1634	1462	1655	1558	1836	2061	2118	2216	2353	2464	2560	2656	2890	3018	3250	3270	3271

Таблица 4.36

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство чугуна	59387	48891	46135	40857	36535	39758	37148	37328	34661	40856	44584	45016	46691	48812	50427	49175	52362	51516	48275	43979	48009	47986
В том числе передельного чугуна	55812	46638	44021	39339	35454	38494	36286	36387	33521	39663	43352	43634	45199	47249	49109	47930	50947	50171	47152	43552	47586	47454
Экспорт передельного чугуна	2549	3198	1931	2268	3258	2889	2109	2455	2537	2908	3691	3652	4193	4733	5546	5132	6101	5805	5449	4630	4039	4409
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	6,4	6,9	6,8
Производство стали	89622	77100	67029	58346	48812	51589	49253	48502	43673	51518	59150	59030	59883	62839	65646	66262	70816	72370	68711	59803	66846	68106
В том числе электростали	13361	12420	10407	8230	6501	6619	6205	6215	5584	6831	8711	8884	8997	10036	11572	13604	16269	19543	20020	16158	19125	20484
Производство проката черных металлов	63737	55125	46824	42718	35855	39035	38911	38793	35189	40877	46712	46903	48534	50673	53701	54661	58215	59612	56664	51857	57707	59511

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	2010	2011
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	24,2	26,8	27,0



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

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства ферросплавов проводилась по методике, описанной в (IPCC, 1996). Выбросы рассчитывались по методу уровня 1b на основании данных об объемах производства ферросплавов. Оценка выполнена для производств доменного ферромарганца, ферросилиция, феррохрома, силикомарганца и металлического кремния. Объемы производства получены из базы данных Росстата и представлены в таблице 4.38.

Данные об объемах производства металлического кремния в 1990-1999 гг. получены от исследовательской группы «Инфолайн». В 2000-2011 гг. использованы данные Росстата.

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

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

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

В кадастре выбросов 2013г. использовались данные ОК «РУСАЛ» об объемах выплавки первичного алюминия в 1990-2011 гг. по технологиям Содерберга и предварительно обожженных анодов. Данные по выплавке первичного алюминия в период 1990-2011 гг. приводятся в таблице 4.41 по данным федеральной статистики (Российский... 1998, 2004-2007; 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 Промышленность... 2005, 2012).

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

**Выбросы ПФУ.** Оценка выбросов перфторуглеродов CF<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> 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 2006-2011 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<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> от производства первичного алюминия в 2007г. снизились на 82% по сравнению с 1990г. (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 1990-2011 гг. представлена в таблице 4.43.

Снижение на 16% в 2002г. выбросов ПФУ при производстве первичного алюминия связано с оснащением в 2002г. 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	2010	2011
Доменный ферро- ромарганец	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	174,9	148,3
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	899	1031
Феррохром 60% <sup>1)</sup>	476	505	428	292	343	354	135	248	218	267	294	235	232	352	454	584	554	528	490	378	527	516
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	156,1	149,5
Ферросилико- хром 40% (то- варный)	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	54,8	59,3
Металлический кремний	48	48	48	49	49	41	37	43	28	38	63	73	67	62	61	58	56	57	57	24	50	58

<sup>1)</sup> С 2010г. Феррохром

Оценка выбросов  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_2$  выполнена по методике (IPCC, 1996) с использованием коэффициентов эмиссии по умолчанию (табл. 2-21), равных для технологии с предварительно обожженными анодами – 535 кг  $\text{CO}$ /тонну алюминия, 2,15 кг  $\text{NO}_x$ / тонну и 15,1 кг  $\text{SO}_2$ / тонну, и для технологии Содерберга – 135 кг  $\text{CO}$  /тонну алюминия, 2,15 кг  $\text{NO}_x$ / тонну и 14,2 кг  $\text{SO}_2$ / тонну.

Кроме того, специалистами компании РУСАЛ совместно с экспертом Международного Института Алюминия Джерри Марксом были проведены измерения<sup>25</sup> и расчеты выбросов ПФУ от производства алюминия на одном из крупнейших предприятий отрасли – Красноярском алюминиевом заводе (КраАЗ). Определены значения углового коэффициента для  $\text{CF}_4$  и весовое соотношение содержания  $\text{C}_2\text{F}_6/\text{CF}_4$  в выбросах для технологий, применяемых на КраАЗе. 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  $\text{CF}_4$  и около 35-50% для  $\text{C}_2\text{F}_6$ , 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 $\text{CF}_4$	Весовое соотношение содержания $\text{C}_2\text{F}_6/\text{CF}_4$
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  $\text{CF}_4$  и  $\text{C}_2\text{F}_6$  от производства алюминия на КраАЗе в 2006 – 2007 гг. по методикам уровня 2 и 3b (IPCC, 2000), Гг  $\text{CO}_2$ -экв

	$\text{CF}_4$		$\text{C}_2\text{F}_6$	
	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

<sup>25</sup> 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	2010	2011
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	98,4	99,2

Таблица 4.42

## Доля использования различных технологий в производстве первичного алюминия в России, %

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
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	61,9	62,0
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	7,3	7,8
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	2,1	2,3
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	28,7	27,9

Таблица 4.43

Выбросы перфторуглеродов на заводах России, Гг CO<sub>2</sub> экв.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
БАЗ	886	837	688	824	644	608	538	281	313	315	401	332	422	350	343	333	347	342	303	198	158	230
БрАЗ	1440	1746	1862	1587	1733	1929	1598	1374	1378	1103	1297	1280	1092	1019	1058	1153	1190	1085	913	752	813	769
ВАЗ	514	450	176	242	114	82	97	74	101	163	182	166	167	137	138	166	153	95	103	53	71	53
ВгАЗ	819	760	747	698	647	681	519	354	332	346	380	316	239	241	200	159	155	153	157	104	106	148
ИркАЗ	931	892	816	1079	790	649	598	634	846	793	751	707	564	525	440	557	366	323	345	162	94	87
КАЗ	156	180	186	169	191	180	199	137	124	156	105	108	105	98	108	100	121	102	80	81	92	114
КрАЗ	2979	2756	2680	2534	2326	2335	2262	2111	1883	1803	1658	1532	1388	1281	1145	970	747	674	662	363	615	428
НАЗ	448	363	329	271	264	255	224	141	148	137	152	110	110	93	85	101	131	114	85	81	75	102
НкАЗ	925	1143	1212	1014	789	943	851	743	591	539	528	458	400	360	344	361	380	371	368	271	308	251
САЗ	1911	2674	2012	2023	2637	1890	1448	1104	970	1231	1343	1160	633	463	634	366	183	126	132	116	96	110
УАЗ	646	594	376	344	335	450	434	458	452	402	425	357	338	297	380	322	296	238	264	137	113	88
ХАЗ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	36	73	14	15	12
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  $\text{CF}_4$  и в 6-7 раз для  $\text{C}_2\text{F}_6$ .

#### Выбросы гексафторида серы при производстве магниевых сплавов

В настоящем кадастре оценка выброса  $\text{SF}_6$  рассматривается с учетом информации, полученной на предприятиях-производителях магниевых сплавов и в отраслевых научно-исследовательских организациях. Согласно этим данным, в период 1990-2011 гг.  $\text{SF}_6$  в России в условиях производства не использовался. В настоящем кадастре для выбросов  $\text{SF}_6$  в период 1990-2011 гг. 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 2013г. был выполнен перерасчет выбросов  $\text{CO}_2$  от производства стали и ферросплавов, а также перерасчет выбросов  $\text{CH}_4$  от производства кокса в 2009г. Это связано с корректировкой данных Росстата о деятельности.

#### *Планируемые усовершенствования*

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

### **4.4.4 Оценка неопределенностей**

В субсекторе 2.C оценка неопределенностей выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CH}_4$  и составляет 25%.

*Производство ферросплавов.* Неопределенность данных Росстата об объемах производства ферросплавов составляет 3%. Неопределенности, связанные с использованием коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$ , так и для выбросов перфторуглеродных соединений. По результатам расчетов неопределенность выбросов  $\text{CO}_2$  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  $\text{CF}_4$  и  $\text{C}_2\text{F}_6$  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  $\text{CF}_4$  и  $\text{C}_2\text{F}_6$  для метода уровня 2 в 2006 – 2010 гг. – 5-7%, что объясняется высокой степенью детальности исходных данных, используемых для расчета выбросов ПФУ.

Неопределенность оценки выбросов  $\text{CF}_4$  и  $\text{C}_2\text{F}_6$  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  $\text{NO}_x$ , CO и  $\text{SO}_2$  от целлюлозно-бумажной промышленности.

### 4.5.2 Методика расчетов

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

Для пищевой промышленности проводилась оценка выбросов НМЛОС от производства сахара, маргарина, мяса, птицы, рыбы, хлеба и хлебобулочных изделий. В расчетах использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию (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, 2011, 2012). Коэффициенты эмиссии НМЛОС в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.45. Данные Росстата об объемах производства в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.46.

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, 2011, 2012).

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	2010	2011
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	112,5	135,7
Производство алкогольных напитков	210,9	234,0	230,0	237,3	189,2	185,8	107,2	126,0	132,3	203,3	187,2	199,8	213,7	206,8	207,2	203,2	186,3	203,9	191,1	178,3	166,1	147,7
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	17,7	18,2
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	296,2	301,6

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 России

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Сахар-песок и сахар-рафинад/с 2010г. сахар белый свекловичный и тростниковый в твердом состоянии, тыс. т</i>																					
4835	4311	4670	4361	2950	3281	3421	3917	4845	6877	6148	6664	6227	5911	4881	5643	5869	6169	5937	5087	4750	7124
<i>Товарная пищевая рыбная продукция, включая консервы рыбные/с 2010г. рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные, млн. т</i>																					
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	3,5	3,6
<i>Мясо, включая субпродукты 1 категории/с 2010г. мясо и субпродукты пищевые убойных животных и домашней птицы, тыс. т</i>																					
6484	5700	4686	3970	3224	2370	1900	1510	1315	1113	1194	1284	1456	1677	1776	1857	2185	2561	2899	3380	3931	4228
<i>Колбасные изделия, тыс. т</i>																					
2283	2077	1547	1493	1545	1293	1296	1147	1087	948	1052	1224	1468	1700	1865	2014	2198	2411	2454	2238	2388	2455
<i>Мясные полуфабрикаты/с 2010г. полуфабрикаты мясные (мясосодержащие) охлажденные, подмороженные и замороженные, тыс. т</i>																					
1075	873	390	393	352	268	255	226	219	198	244	338	409	599	772	987	1093	1254	1451	1538	1614	1927
<i>Консервы мясные и мясорастительные/с 2010г. консервы мясные (мясосодержащие) и мясорастительные., млн. усл. банок (1 усл. банка = 353 мл)</i>																					
545	478	558	488	352	348	380	326	344	560	508	542	555	513	523	674	648	675	718	732	652	651
<i>Маргариновая продукция, тыс. т</i>																					
808	627	560	438	278	198	200	222	239	379	462	515	536	542	560	642	664	752	762	693	437	433
<i>Хлеб и хлебобулочные изделия, млн. т</i>																					
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	7,1	7,0

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 1990-2011 гг. приводятся в таблице 4.47.

*Выбросы НМЛОС NO<sub>x</sub>, CO и SO<sub>2</sub> от целлюлозно-бумажной промышленности(2.D.1)*

Оценка выбросов НМЛОС, NO<sub>x</sub>, CO и SO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>/тонну сухой целлюлозы, 3,7 кг НМЛОС/ тонну сухой целлюлозы, 5,6 кг CO/ тонну сухой целлюлозы и 7 кг SO<sub>2</sub>/ тонну сухой целлюлозы для сульфатного способа варки целлюлозы. Для сульфитного процесса коэффициент эмиссии SO<sub>2</sub> 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 2013г. 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 2011г. выбросы от этого субсектора составили 3792 Гг CO<sub>2</sub> – эквивалента, что составляет 12,8% уровня выбросов от этого субсектора в 1990г. В 2011г. был достигнут минимальный уровень выбросов от этого субсектора благодаря существенному сокращению попутных выбросов ГФУ-23 от производства ГХФУ-22 – основного источника выбросов в данном субсекторе. Его доля в 2011г. составила 91,7% суммарного выброса парниковых газов от субсектора. Следующим по значимости источником выбросов в субсекторе является производство гексафторида серы (7,9% суммарного выброса от субсектора в 2011г.).

В период с 1 января 2008 года и 1 апреля 2008 года по 31 декабря 2010 года, на предприятиях ОАО «Галополимер Пермь» и ООО «Галополимер Кирово-Чепецк» соответственно, реализованы проекты совместного осуществления по сокращению выбросов гексафторида серы и ГФУ-23 в атмосферу.

#### **4.6.2 Методика расчетов**

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

В кадастре 2013г. 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.

Производство алкогольных напитков в России, млн. декалитров

Таблица 4.47

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Пиво <sup>1)</sup>	336	333	279	247	218	213	208	261	336	445	516	638	703	755	838	910	1001	1147	1140	1091	983	994
Вина <sup>2)</sup>	84,0	72,6	50,0	41,0	38,1	31,0	26,9	27,5	25,6	29,7	33,7	38,6	44,0	48,5	55,4	48,8	65,8	76,3	75,1	73,7	79,1	71,0
Коньяки <sup>3)</sup>	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	9,0	8,1
Водка и лике- роводочные изделия	138	154	152	157	125	123	70,6	83,0	87,0	134	123	131	140	135	135	132	120	131	122	113	106	93,9

<sup>1)</sup> с 2010г. пиво, кроме отходов пивоварения

<sup>2)</sup> до 2009г. вина виноградные, плодовые, шампанские и игристые

<sup>3)</sup> с 2010г. коньяк

Производство целлюлозы в России, тыс. т

Таблица 4.48

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего	7525	6400	5676	4403	3314	4197	3075	3164	3210	4225	4960	5272	5579	5764	5922	6001	6008	5973	5913	5487	5711 <sup>1)</sup>	5912
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	4772 <sup>2)</sup>	4908

<sup>1)</sup> с 2010г. целлюлоза древесная и целлюлоза из прочих волокнистых материалов без массы древесной (термомеханической и прочей)

<sup>2)</sup> с 2010г. целлюлоза древесная натронная или сульфатная, кроме растворимых сортов

В Российской Федерации ГХФУ-22 производится на трех химических комбинатах: ОАО «Галополимер Пермь», ООО «Галополимер Кирово-Чепецк», 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 ООО «Галополимер Кирово-Чепецк» в 1990 – 2001 гг. и для ВОАО «Химпром» – в 2001 – 2002 гг.. Для оценки выбросов для этого периода времени использовались коэффициенты выбросов, рассчитанные для ООО «Галополимер Кирово-Чепецк» в 2002г. и для ВОАО «Химпром» в 2003г.

Для 2011г. отсутствуют данные о сборе и улавливании попутного ГФУ-23, а также данные о выходе ГХФУ-22 по углероду и фтору на химических комбинатах ОАО «Галополимер Пермь», ООО «Галополимер Кирово-Чепецк». В расчетах эти параметры принимаются по 2010г..

Данные об объемах производства ГХФУ-22, сбора и улавливания ГФУ-23 в Российской Федерации приводятся в таблице 4.49.

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

В период 1990-2010 гг. на предприятиях России производились следующие фторированные соединения:

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

- ПФУ: 1. тетрафторметан (CF<sub>4</sub>)  
2. октафторпропан (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>)  
3. октафторциклобутан (с-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)

Производился также гексафторид серы (SF<sub>6</sub>).

Таблица 4.49

Производство ГХФУ-22, сбор и улавливание попутного ГФУ-23, т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Производство ГХФУ-22 <sup>1)</sup>	37054	36107	26515	15991	14411	16591	14447	18624	21841	23882	29888
Сбор и улавливание ГФУ-23	217	204	123	80	56	72	56	71	77	88	127
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство ГХФУ-22 <sup>1) 2)</sup>	29113	21085	19737	28167	30203	28971	31145	31284	18773	28382	32475
Сбор и улавливание ГФУ-23	132	93	109	136	190	172	361	476	281	753	1354

<sup>1)</sup>Данные Министерства промышленности и торговли РФ, с 2007г. – данные Росстата.

<sup>2)</sup>с 2010г. дифторхлорметан (хладон-22)

Данные по объемам производства ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990-2010 гг. собраны на предприятиях-производителях Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и представлены в таблице 4.50.

Для 2011г. нет данных об объемах производства ГФУ и ПФУ, поэтому объемы производства ГФУ и ПФУ в расчетах фугитивных выбросов приняты равными объемам производства в 2010г.

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

Гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ) повышенной чистоты в России производится на двух предприятиях: ООО «Галополимер Кирово-Чепецк» и ОАО «Галополимер Пермь». В кадастре выбросов парниковых газов 2013г. расчет фугитивных выбросов  $\text{SF}_6$  проводился с использованием данных предприятий-производителей об объемах производства гексафторида серы и удельных выбросах гексафторида серы в атмосферу. Данные получены для всего временного ряда за исключением 2011г., для которого отсутствуют данные об удельных выбросах на предприятиях. В расчетах фугитивных выбросов удельные выбросы на предприятиях в 2011г. приняты равными удельным выбросам в 2010г.

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	2000
ГФУ-23	0	0	0	0	0	0,04	1,00	2,00	0,21	0	0
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	1,06	21,37	63,52	92,66	189,00
ГФУ-152a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227ea	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	4,58	0
$\text{CF}_4$	31,56	30,36	17,97	12,75	42,40	72,24	138,56	86,90	82,56	242,74	372,87
$\text{C}_3\text{F}_8$	5,75	9,55	8,59	9,67	6,02	0,51	0	8,00	2,00	0	17,00
c- $\text{C}_4\text{F}_8$	46,92	37,56	12,78	0,55	6,10	1,70	4,01	47,92	72,68	71,84	62,20
$\text{SF}_6$	244,71	240,60	81,88	37,11	20,32	90,26	255,82	264,27	118,02	132,30	162,76
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ГФУ-23	12,14	22,05	19,04	32,58	28,61	29,69	15,48	20,27	4,18	4,89	3,14
ГФУ-125	245,44	343,81	640,40	1041,71	1222,70	577,53	363,76	815,27	815,27	234,82	401,46
ГФУ-152a	6,00	3,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227ea	3,00	6,76	10,45	23,49	15,40	4,97	0	27,95	27,95	0	0
$\text{CF}_4$	453,26	150,96	99,18	157,06	246,60	257,32	394,56	332,02	132,02	65,05	85,84
$\text{C}_3\text{F}_8$	37,00	50,00	116,54	66,51	16,20	15,20	18,09	54,70	64,00	87,80	72,40
c- $\text{C}_4\text{F}_8$	48,22	55,22	69,19	197,83	114,96	133,93	143,97	112,47	89,41	4,63	65,76
$\text{SF}_6$	257,60	336,65	405,07	514,48	849,58	1247,8	881,89	929,15	831,63	933,46	1122,67

Таблица 4.51

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Попутные выбросы ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22</i>																						
ГФУ-23	28410	27060	22284	14441	12216	12195	10735	14184	17178	17822	20869	19652	14806	10868	13492	14121	12077	10859	11015	6513	6479	3478
<i>Фугитивные выбросы при производстве галоидоуглеводородов и гексафторида серы</i>																						
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	0,29	0,18
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	3,29	5,62
ГФУ-152a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,07	0	0,04	0,10	0,15	0,34	0,22	0,07	0	0,41	0,41	0	0
ПФУ-14	1,03	0,99	0,58	0,41	1,38	2,35	4,50	2,82	2,68	7,89	12,12	14,73	4,91	3,22	5,10	8,01	8,36	12,82	10,79	4,29	2,11	2,79
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	3,07	2,53
ПФУ-318	2,04	1,63	0,56	0,02	0,27	0,07	0,17	2,08	3,16	3,13	2,71	2,10	2,40	3,01	8,61	5,00	5,83	6,26	4,89	3,89	0,20	2,86
SF <sub>6</sub>	1193	1081	341	154	84	397	1033	1030	820	654	667	836	906	1057	1184	1247	1253	1266	693	650	507	300
Итого	29606	28144	22626	14596	12303	12594	11773	15219	18005	18488	21554	20510	15727	11946	14709	15401	13355	12151	11738	7185	6995	3792

Таблица 4.52

Удельные выбросы при производстве гексафторида серы по данным предприятий-производителей, %

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>ОАО «Галополимер Пермь»</i>																					
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	2,9	1,2
<i>ООО «Галополимер Кирово-Чепецк»</i>																					
–	–	–	–	–	–	–	–	0,9	1	0,9	2	3,2	7,2	7,4	7,6	8,3	14,6	2,2	4,8	1,2	1,0

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	2010	2011
<b>ОАО «Галополимер Пермь»</b>																						
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	94,7	93,8
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	88,8	87,6
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	0,054	0,059
<b>ООО «Галополимер Кирово-Чепецк»</b>																						
Выход ГХФУ-22 по углероду, %													93,2	94,2	96,4	97,1	97,8	97,6	96,8	97,4	97,0	97,0
Выход ГХФУ-22 по фтору, %													83	88,3	90,4	88,8	90,2	90,8	90,5	89,9	91,0	91,0
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	0,073	0,055	0,041	0,042	0,035	0,035	0,039	0,038	0,036
<b>ВОО «Химпром»</b>																						
Выход ГХФУ-22 по углероду, %														85,1	83,2	84,7	86	85,6	83,2	68,5	77,5	82,1
Выход ГХФУ-22 по фтору, %														78,4	76,1	78,9	79,9	78,5	79,9	65,9	68,8	73,4
Коэффициент выбросов ГФУ-23												0,119	0,119	0,119	0,133	0,119	0,111	0,116	0,122	0,220	0,175	0,144

#### **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 2012г. перерасчеты не проводились.

##### *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<sub>6</sub> 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 2011г. составили 6012 Гг CO<sub>2</sub>-эквивалента, что в 186 раз больше выбросов в этом субсекторе в 1990г. Основным источником выбросов является «Кондиционирование воздуха и охлаждение» (2.F.1). Его доля в 2011г. составила 82,2% 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<sub>6</sub> в электротехническом оборудовании, с долей выбросов в 2011г. 6,5%, 4,2% и 3,5% соответственно.

На долю ГФУ приходится 94,1% выбросов от субсектора. Доля выбросов ПФУ и SF<sub>6</sub> составляет 2,4% и 3,5% соответственно.



Таблица 4.54

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
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	222,36	232,00
ГФУ-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,04	0,32	0,80	1,83	3,84	8,03	12,10	22,67	32,01	38,78	43,78	55,25	117,09
ГФУ-125	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,56	1,36	4,25	10,49	24,06	52,05	110,64	191,44	319,81	479,18	602,56	645,36	818,89	1263,92
ГФУ-134а	0	0	4,63	14,15	20,50	25,76	37,01	60,27	80,53	89,61	105,81	132,43	171,12	222,30	347,12	502,42	702,55	1013,86	1397,68	1545,86	1752,16	2119,37
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	0,021	0,018
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	933,26	1206,18
Итого ГФУ	0	0	4,63	14,15	20,50	25,76	37,01	60,73	82,72	93,50	115,55	168,17	254,30	389,91	678,59	1070,69	1591,42	2268,87	2922,46	3155,83	3781,94	4938,59
ПФУ-218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,62
Пенообразователи																						
ГФУ-227еа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,13	3,80
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	155,56	184,83
Итого ГФУ	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	163,69	188,63
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	208,00	256,60
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	16,92	21,11
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	224,92	277,71
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	87,18	98,38	100,69	110,66
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	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	18,95	43,60
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	70,04	91,82
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	205,98	252,42
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	0,83	1,01
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	1,33	0
ПФУ-218	0	0	0	0	0	1,29	0,00	15,12	1,18	0,00	8,10	29,27	0,00	56,20	0,00	11,13	0	0,73	63,42	7,38	2,87	0
ПФУ-318с	16,48	12,96	3,65	0,21	1,14	0,64	0,00	11,23	15,98	20,05	14,36	2,67	16,05	6,67	40,39	20,81	15,08	28,46	26,62	33,29	11,00	30,81
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	119,47	44,10	15,21	30,81
Использование в электротехническом оборудовании																						
SF <sub>6</sub>	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	160,38	209,12
Итого от использования ГФУ, ПФУ и гексафторида серы.																						
	32,29	35,68	34,18	42,07	51,55	60,19	70,65	144,79	171,76	205,27	255,56	355,44	450,77	706,73	1019,50	1505,05	2113,29	2907,25	3738,79	3904,39	4653,65	6011,57

#### 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 1996-2010 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 промышленных и коммерческих холодильных систем и оборудования для кондиционирования воздуха. Исключением являются автомобильные системы кондиционирования воздуха, средний срок службы которых составляет 12 лет (IPCC, 2006). Поэтому в 2004-2011 гг. учитываются выбросы от утилизации автомобильных систем кондиционирования воздуха. С 2009г. учитываются выбросы, связанные с утилизацией бытовых холодильников, средний срок службы которых – 15 лет и автономных систем коммерческого охлаждения со сроком службы – 13 лет (IPCC, 2006).

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

В кадастре 2013г. 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, ГФУ-413a и др., а также выбросы от используемых в системах промышленного и коммерческого охлаждения хладагентов – ГФУ-23, ГФУ-143a.

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 и 100% ГФУ-143a потребляемого в РФ. Для расчета выбросов предполагалось, что структура потребления гидрофторуглеводородов оставалась постоянной с 2005г.

Таблица 4.55

Производство, экспорт и импорт ГФУ, ПФУ и гексафторида серы, т

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
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	4,89	3,14
экспорт							4,00	0	3,90	17,26	4,8	0	2,54	0	0	0,04	0	0	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	62,85	37,69
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	234,82	401,46
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	168,77	16,28
импорт							0	0	1,17	0	0	0	0	0	0	135,08	74,70	73,21	131,43	353,06	413,71	556,98
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	0	0
экспорт							0	0	0	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00	0	10,56	260,08	362,78
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	0	0
экспорт								1,00	9,35	4,00	2,12	0	0	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	113,11	113,06
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	65,05	85,84
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	43,87	77,10
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	4,59	12,49
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	87,80	72,40
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	92,23	80,69
импорт							0	0	0,01	0	0,40	0	0	0	0	0,48	0	0	0	1,13	5,57	0,50
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	4,63	65,76
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	63,68	124,39
импорт							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	65,81	44,09	56,42	32,33	140,60
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	933,46	1122,67
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	879,04	1053,78
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	151,08	214,69

Таблица 4.56

## Импорт и экспорт ГФУ и хладоновых смесей, т

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ГФУ-134a																
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	1,05	0,94
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	2333,49	2761,00
ГФУ-143a																
экспорт	0	0	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	0	0
R-401a																
экспорт	0	0	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	0	0
R-401b																
экспорт	0	0	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	0	0
R-402a																
экспорт	0	0	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	0	0
R-402b																
экспорт	0	0	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	0	0
R-404a																
экспорт	0	0	0	0	0,41	0,04	0	0	0	1,72	0	0,20	1,13	0	0	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	1707,61	1490,50
R-407a																
экспорт	0	0	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	0	0
R-407b																
экспорт	0	0	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	0	0
R-407c																
экспорт	0	0	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	80,50	134,39
R-408a																
экспорт	0	0	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	0	0
R-410a																
экспорт	0	0	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	186,83	256,08
R-413a																
экспорт	0	0	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	0	0	0	0	27,69
R-507																
экспорт	0	0	0	0,55	0	0	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	165,01	362,09
R-510																
экспорт	0	0	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	0	0
Смесь ГФУ-365mcf и ГФУ-227ea																
экспорт	0	0	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	0	0	0	285,12	54,72
Смесь ГФУ-134a и ГФУ-152a																
экспорт	0	0	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	0	0,03
Смесь ГФУ-134a и ГФУ-125																
экспорт	0	0	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	0	0
готовые смеси для холодильной техники																
экспорт	0	0	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	0	0
Сжиженный газ для холодильной техники (без наименования)																
экспорт	0	0	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	919,51	701,73	0	1064,51	1499,28	

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 1995г.

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 2009г.), «СЭПО-ЗЭМ» г.Саратов, «Айсберг» г.Смоленск, «Океан» г.Уссурийск, «Московский завод домашних холодильников» г.Москва и с 2008г. «LG Electronics RUS» Московская область (ГФУ-134а не используется с 2010г.).

В настоящее время нет информации о хладагентах, использовавшихся для производства для 2-15% (в разные годы) бытовых холодильников в период 1996-2011 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.

Таблица 4.57

*Производство бытовых холодильников и морозильников в России, тыс. шт.*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Производство бытовых холодильников и морозильников <sup>1)</sup>	3773,8	3710,2	3184,1	3481	2662,4	1788,6	1063,6	1186,2	1042,7	1172,7	1326,8
В том числе с использованием ГФУ-134а <sup>2)</sup>	0	0	0	0	0	7,4	310,1	639,7	838,9	817,4	806,0
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134а <sup>2)</sup>	0	0	0	0	0	0	13,7	27,8	43,9	56,2	81,0
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Производство бытовых холодильников и морозильников <sup>1)</sup>	1719,4	1938,4	2217,9	2589,2	2778,5	2994,7	3539,2	3728,0	2811,1	3557,1	4098,9
В том числе с использованием ГФУ-134а <sup>2)</sup>	1117,1	1222,9	1318,0	1557,4	1579,7	1709,4	1871,5	1888,3	1313,9	1836,8	703,4
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134а <sup>2)</sup>	122,1	186,9	189,8	279,8	354,8	498,1	506,9	424,5	291,1	103,8	31,7

<sup>1)</sup> Данные Росстата

<sup>2)</sup> 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, 0,3% – ежегодные выбросы от накопленного в бытовых холодильниках банка ГФУ-134а и 80% от первоначальной заправки – выбросы при утилизации.

В кадастре 2013г. 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 2013г. 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 1997г. С 2001г. 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 6% – ежегодные выбросы от накопленного в климатическом оборудовании банка хладагентов. Для чиллеров использовался ежегодный коэффициент выбросов по умолчанию (IPCC, 2006), равный 9% от накопленного банка хладагентов. Для ГФУ-407с использовались более высокие значения коэффициентов выбросов (15% – для чиллеров и 9% – для остального оборудования), т.к. эта смесь является неазеотропной и при дозаправке оборудования необходимо сначала удалить весь газ, а затем заправить оборудование новым хладагентом. (IPCC, 2006) 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 2011 гг. Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а оценивался на основе данных ФТС и Росстата об импорте новых и подержанных автомобилей, а также на основе данных Росстата 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 1992г., 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 2012г. 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, %*

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Мобильные моноблоки</b>												
ГФУ-410а	–	–	–	–	–	–	2,0	6,0	21,2	45,3	58,0	62,9
ГФУ-407с	–	3,0	21,0	42,0	61,0	74,6	87,0	82,8	66,6	44,7	37,0	26,0
ГХФУ-22	100,0	97,0	79,0	58,0	39,0	25,4	11,0	11,2	12,2	10,0	5,0	11,1
<b>Бытовые сплит-системы</b>												
ГФУ-410а	5,8	10,2	8,0	7,9	11,0	11,6	10,5	8,4	6,5	5,9	7,0	87,3
ГФУ-407с	–	–	0,1	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,01	0,01	0,0	0,0
ГХФУ-22	94,2	89,8	92,0	92,0	88,5	88,4	89,5	91,5	93,5	94,1	93,0	12,7
<b>Полупромышленные сплит-системы</b>												
ГФУ-410а	–	–	0,6	2,0	5,6	7,5	7,6	7,9	21,7	26,2	13,3	71,2
ГФУ-407с	–	–	0,4	0,7	2,4	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ГХФУ-22	100,0	100,0	99,0	97,3	92,0	91,8	92,1	92,1	78,3	73,8	86,7	28,8
<b>Мультисплит-системы</b>												
ГФУ-410а	–	–	2,0	7,0	11,3	23,1	53,8	52,0	60,5	86,5	86,5	88,0
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	13,5	12,0
<b>Мини-VRF</b>												
ГФУ-410а	–	–	–	–	55,0	84,2	91,4	88,6	85,7	84,0	84,0	88,0
ГФУ-407с	–	–	–	–	37,5	4,8	0,4	–	–	–	–	–
ГХФУ-22	–	–	–	–	7,5	11,0	8,2	11,4	14,3	16,0	16,0	12,0
<b>Компрессорно-конденсаторные агрегаты</b>												
ГФУ-410а	–	–	–	–	–	–	2,0	11,0	3,0	12,0	27,0	39,0
ГФУ-407с	10,0	35,0	60,0	75,0	83,0	86,0	87,0	82,0	91,0	82,0	71,0	58,0
ГХФУ-22	90,0	65,0	40,0	25,0	17,0	14,0	11,0	7,0	6,0	6,0	2,0	3,0
<b>Чиллеры</b>												
ГФУ-410а	–	–	–	0,1	0,5	0,4	2,3	6,9	7,5	10,0	25,9	25,9
ГФУ-407с	10,0	21,0	35,0	52,0	66,7	59,6	57,3	38,1	27,2	25,5	21,7	18,9
ГФУ-134а	25,0	22,0	20,0	19,0	22,7	30,8	31,7	47,5	63,2	61,6	51,1	54,7
ГХФУ-22	65,0	57,0	45,0	28,9	10,1	9,1	8,7	7,5	2,2	2,9	1,3	0,5

Таблица 4.59

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

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а, тыс. шт.	26,38	79,03	111,30	137,53	174,45	272,27	354,47	389,52	441,76	532,37
Объем затрат ГФУ-134а для обслуживания автомобильных кондиционеров, т	0,00	3,78	11,31	15,93	19,68	24,96	38,96	50,72	57,77	69,25
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134а, тыс. шт.	646,41	832,65	1253,53	1851,74	2743,25	4149,80	5933,73	6392,18	7271,37	8791,90
Объем затрат ГФУ-134а для обслуживания автомобильных кондиционеров, т	86,23	117,06	172,15	250,40	399,19	621,72	914,75	1010,76	1328,61	1752,43

Таблица 4.60

*Использование различных хладагентов в разных типах коммерческого и промышленного холодильного оборудования, %*

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Автономное коммерческое холодильное оборудование российского производства									
ГФУ-404а						1	2	3	5
ГФУ-134а					1	4	9	12	15
ГХФУ-22	100	100	100	100	99	94	89	85	80
Импортное автономное коммерческое холодильное оборудование									
ГФУ-404а								0,9	3,1
ГФУ-134а			0,6	2,0	6,7	13,4	26,8	41,2	54,9
ГХФУ-22	100	100	99,4	98,0	93,3	86,6	73,2	57,9	42,0
ГФУ-507									
Промышленные системы с выносным холодом									
ГФУ-404а				0,5	0,9	1,8	3,6	7,3	14,5
ГФУ-134а	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	19,0	24,0
ГФУ-507									
ГХФУ-22	98,0	96,0	94,0	91,5	89,1	86,2	80,4	73,7	61,5
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Автономное коммерческое холодильное оборудование российского производства									
ГФУ-404а	8	12	17	21	24	29	37	42	58
ГФУ-134а	19	21	23	26	27	28	30	33	37



Продолжение таблицы 4.60

ГХФУ-22	73	67	60	53	50	43	33	25	5
Импортное автономное коммерческое холодильное оборудование									
ГФУ-404a	7,8	13,0	18,6	23,2	25,8	31,0	38,0	42,0	45,0
ГФУ-134a	64,6	71,8	75,6	74,1	72,6	68,0	62,0	56,0	52,0
ГХФУ-22	27,2	14,4	4,9	1,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
ГФУ-507	0,4	0,7	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	2,0	3,0
Промышленные системы с выносным холодом									
ГФУ-404a	24,2	37,3	48,5	57,0	60,0	63,0	66	72	71
ГФУ-134a	22,0	18,0	14,0	12,0	10,0	9,0	6	4	3
ГФУ-507		0,2	1,0	3,0	6,0	7,0	8,5	15,5	26
ГХФУ-22	53,8	44,5	36,6	28,0	24,0	21,0	19	15	0

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-134a (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007). Предполагается, что использование ГФУ-134a в качестве пенообразователя началось в 2000г.

С 2010г. для производства вспененных пластиков с закрытыми порами используется смесь хладонов ГФУ-365mfc ГФУ-227ea (93%/7%). Выбросы ГФУ-227ea от использования этой смеси учитываются в кадастре с 2012г.

#### Выбросы от использования ГФУ и ПФУ для противопожарной защиты (2.F.3)

В России ГФУ-125, ГФУ-227ea 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-227ea 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-152a и 28% потребляемого ГФУ-227ea (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007)

В кадастре выбросов парниковых газов с 2012г. 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 2010г. 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 2008-2010 гг.. Больные используют один дозированный ингалятор объемом 10мл в месяц. Такой дозированный ингалятор содержит 15г 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 SF<sub>6</sub>, накопленного в существующем электротехническом оборудовании.

Использование элегазового оборудования в электрических сетях РАО «ЕЭС России» началось в 1989г. Данные по общему количеству SF<sub>6</sub> в оборудовании, собранные Министерством промышленности и энергетики РФ (2001-2006 гг.), Министерством энергетики в 2007-2012 гг., полученные в результате интерполяции (1990-2000 гг.) приводятся в таблице 4.61.

В кадастре учтено использование SF<sub>6</sub> 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<sub>6</sub> в электротехническом оборудовании, т

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Электросети РАО «ЕЭС России»	4,2	8,3	12,5	16,7	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5	41,7	45,8
ОЭМК	15,5	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	0,1

Продолжение таблицы 4.61

Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Электросети РАО «ЕЭС России»	50,0	55,8	75,8	91,0	177,0	207,3	243,6	265,4	267,9	297,4	387,1
ОЭМК	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	16,9
АЭС ОАО «Концерн Энергоатом»	0,1	0,4	0,5	1,5	1,6	2,4	4,2	7,9 <sup>1)</sup>	11,7	22,6 <sup>1)</sup>	33,5

<sup>1)</sup> Оценка выполнена методом интерполяции

#### 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 2013г. были выполнены следующие перерасчеты:

- ✓ Уточнены данные об использовании гексафторида серы в электротехническом оборудовании концерна Росэнергоатом в 2010 гг.(использован метод интерполяции вместо оценки по тренду), что привело к уточнению выбросов SF<sub>6</sub> (2.F.8);
- ✓ В расчетах выбросов ГФУ-227ea в 2010г. исправлена ошибка в расчетах выбросов от использования хладона для противопожарной защиты (2.F.3), в аэрозолях (2.F.4) и в других видах деятельности (2.F.6)

#### Планируемые усовершенствования

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

## 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», №6, 2002, с. 10-13.
6. Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2003 год.
7. Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2004 год.
8. Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2005 год.
9. ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой).
10. ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусовой и молотый).
11. Жмай Л. (ООО «Азотэкон») Аммиачная селитра в России и в мире. Современная ситуация и перспективы. Доклад на конференции «Современное состояние и проблемы производства аммиачной селитры», г.Москва, 26 февраля 2004.
12. Жмай Л. (ООО «Азотэкон») Перспективы внутреннего рынка удобрений в России. Доклад на I 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 стекольной 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 2001г.
21. Прокопов И.В. Состояние и перспективы алюминиевой промышленности России. [www.aluminium-union.ru](http://www.aluminium-union.ru), 2005.
22. Промышленность России 1995 Статистический сборник, Госкомстат РФ, –М.: 1996.
23. Промышленность России 1998 Статистический сборник, Госкомстат РФ, –М.: 1999.
24. Промышленность России 2000 Статистический сборник, Росстат, –М.: 2001.
25. Промышленность России 2002 Статистический сборник, Росстат, –М.: 2003.
26. Промышленность России 2005 Статистический сборник, Росстат, –М.: 2006.
27. Промышленность России 2011 Статистический сборник, Росстат, –М.: 2012.
28. Российский статистический ежегодник 1998. Статистический сборник, Госкомстат РФ, –М.: 1998.
29. Российский статистический ежегодник 2004. Статистический сборник, Госкомстат РФ, –М.: 2004.
30. Российский статистический ежегодник 2005. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2006.
31. Российский статистический ежегодник 2007. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2008.
32. Российский статистический ежегодник 2008. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2009.
33. Российский статистический ежегодник 2010. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2011.
34. Российский статистический ежегодник 2011. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2012.
35. Сементовский Ю.В., Минеральное сырье. Известняк. Справочник. Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1999.

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

## **5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И ДРУГОЙ ПРОДУКЦИИ (СЕКТОР 3 ОФД)**

### **5.1 Обзор по сектору**

Использование растворителей и другой продукции вносит незначительный вклад в общий выброс парниковых газов Российской Федерации (0,03% в 2011г.) Единственным источником выбросов газов с непосредственным парниковым эффектом в этом секторе является использование  $N_2O$  в промышленности, медицине и других областях применения (субсектор 3.D ОФД «Прочие»). В России  $N_2O$  используется в медицине как средство для ингаляционного наркоза.

В субсекторах ОФД 3.A (использование красителей), 3.B (обезжиривание и сухая чистка), 3.C (химическая продукция, производство и обработка) оценивались выбросы неметановых летучих органических соединений. В субсекторе ОФД 3.D «Прочие» – выбросы  $N_2O$  от использования  $N_2O$  в медицине для анестезии. Результаты расчетов представлены в таблицах 5.1 и 5.2.

В период 1990-2011 гг. выбросы  $N_2O$  в целом изменялись незначительно, обнаруживая слабую тенденцию к уменьшению до 1997г. и тенденцию к возрастанию в период 1997-2011 гг. Что касается выбросов НМЛОС, выполненные оценки являются приблизительными и не позволяют делать выводы о тенденциях изменения выбросов во времени.

### **5.2 Использование красителей (3.A)**

Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования красителей в промышленности, строительстве и домашнем хозяйстве оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2005). В этом методе используется средний коэффициент выбросов неметановых летучих органических соединений на душу населения, рассчитанный для европейских стран. Для оценки выбросов НМЛОС от использования красителей использовался коэффициент выбросов, равный 4,5кг НМЛОС /на душу населения/ в год (табл. 8.1.1 руководства ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2005) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2011 гг. (табл. 5.3).

### **5.3 Обезжиривание и химическая чистка (3.B)**

Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования растворителей для обезжиривания и химической чистки оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве ЕМЕП/CORINAIR (EEA, 2005). В этом методе используется средний коэффициент выбросов неметановых летучих органических соединений на душу населения, рассчитанный для европейских стран. Для оценки выбросов НМЛОС от использования растворителей для обезжиривания и химической чистки использовался коэффициент выбросов, равный 0,85 кг НМЛОС /на душу населения/ в год (табл. 8.1.1 руководства ЕМЕП/CORINAIR) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2011 гг. (табл. 5.3).

Таблица 5.1

Выбросы  $N_2O$  в секторе «Использование растворителей и другой продукции», 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	2010	2011
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	564,9	570,9

Таблица 5.2

Выбросы НМЛОС в секторе «Использование растворителей и другой продукции», Гг

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Использование красителей	665	667	668	669	668	668	667	666	665	664	661	658	655	653	649	647	645	643	643	642	643	643
Обезжиривание и химическая чистка	126	126	126	126	126	126	126	126	126	125	125	124	124	123	123	122	122	121	121	121	121	121
Прочие	982	986	988	988	987	988	986	984	983	981	977	973	968	964	960	956	953	950	949	949	950	950
Всего	1772	1780	1782	1783	1781	1782	1780	1776	1774	1770	1763	1756	1747	1740	1732	1726	1719	1714	1713	1713	1714	1714

Таблица 5.3

Численность населения России (на начало года)<sup>1)</sup>, млн. чел.

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
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	144,3	143,8	143,2	142,8	142,8	142,7	142,8	142,9

<sup>1)</sup> С учетом итогов Всероссийской переписи населения 2010г.

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	2010	2011
Полиграфическая промышленность	96	96	97	97	96	97	96	96	96	96	95	95	94	94	94	93	93	93	93	93	93	93
Использование клеев и адгезивов	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	88	88	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86
Бытовое использование растворителей	266	267	267	267	267	267	267	266	266	266	264	263	261	261	260	259	258	257	257	257	257	257
Прочие применения	532	534	535	535	534	535	534	533	532	531	529	527	523	522	519	518	516	514	514	514	514	514

Таблица 5.6

*Количество хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах, в Российской Федерации, тыс. операций*

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Количество операций	9223	8685	8563	8386	8472	8403	8386	8346	8496	8465	8587	8751	8729	8747	8782	8735	8736	8891	8928	9157	9277	10082



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

Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования растворителей в полиграфической промышленности, применения клеев и адгезивов, бытового использования растворителей (исключая использование красителей в быту) и прочих применений растворителей оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (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<sub>2</sub>O в этом субсекторе относятся к источнику 3.D.1 – использование N<sub>2</sub>O для анестезии.

Выбросы оценивались исходя из предположения, что весь использованный в медицине N<sub>2</sub>O выделяется в атмосферу в ходе проведения наркоза. Таким образом, выброс N<sub>2</sub>O равен его потреблению. Данные об использовании N<sub>2</sub>O не собираются российской статистикой, поэтому для проведения оценки, использовались данные о ежегодной потребности медицинских учреждений в N<sub>2</sub>O, предоставленные Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации для 1997-2000 гг.. Для тех лет, для которых эти данные отсутствуют, потребность в N<sub>2</sub>O оценивалась исходя из количества сделанных в этом году хирургических операций (принималось, что потребность в N<sub>2</sub>O пропорциональна общему числу хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах (Здравоохранение, 1996, 2001, 2006)). Число операций приведено в табл. 5.6. Число операций за 2005 – 2011 гг. получено из базы данных Росстата.

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

Таблица 5.4

Коэффициенты выбросов НМЛОС, кг/на душу населения/год

Область использования	Коэффициент выброса
Полиграфическая промышленность	0,65
Использование клеев и адгезивов	0,6
Бытовое использование растворителей	1,8
Прочие применения	3,6

#### 5.6 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 секторе 3 в 2013г. был выполнен перерасчет выбросов НМЛОС в 2002 – 2010 гг. в связи с уточнением данных Росстата о численности населения Российской Федерации после Всероссийской переписи населения 2010г.

*Планируемые усовершенствования*

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

**Литература и источники данных**

1. Здоровоохранение в Российской Федерации: Стат. сб./ Госкомстат России, –М., 1996. – 101 с.
2. Здоровоохранение в России: Стат. сб./ Госкомстат России, –М., 2001. – 356 с.
3. Здоровоохранение в России 2005: Стат. сб./Росстат, –М., 2006. – 390 с.
4. ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2005).

## 6. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО (СЕКТОР 4 ОФД)

### 6.1 Обзор по сектору

В 2011 году суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора Российской Федерации составили 144 044 Гг  $\text{CO}_2$ -экв., что соответствует 45,3% уровня 1990 года (318 118 Гг  $\text{CO}_2$ -экв.). В 2011 году вклад закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) в общие сельскохозяйственные выбросы был более чем в два раза выше (69,7%) вклада метана ( $\text{CH}_4$ ) – 30,3%. К наиболее значимым источникам в аграрном секторе РФ относятся прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (59 376 Гг  $\text{CO}_2$ -экв.) и выбросы  $\text{CH}_4$  при внутренней ферментации домашних животных (37 812 Гг  $\text{CO}_2$ -экв.). В течение периода 1990-2011 гг. прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель сократился на 41,9%, а выброс метана от процессов внутренней ферментации животных на 61,9%.

Снижение выбросов парниковых газов связано с уменьшением поголовья сельскохозяйственных животных 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 целом поголовье скота сократилось на 59,2% и птицы – на 31,3% по сравнению с уровнем 1990 года. Площадь культивируемых земель в России за период с 1990 по 2011 год уменьшилась на 31,2% или 41,3 млн. га. Внесение минеральных азотных удобрений сократилось на 69,4%, что соответствует снижению поступления азота в сельскохозяйственные почвы на 2,6 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  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  и методологий их оценки за 2011 год в аграрном секторе Российской Федерации от следующих источников:

- ✓ внутренняя ферментация домашних животных (категория 4А МГЭИК);
- ✓ системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (категории 4Вa и 4Вb);
- ✓ рисовые поля (категория 4С);
- ✓ прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (категория 4D1);
- ✓ навоз пастбищ и выпасов (категория 4D2);
- ✓ косвенный выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель (категория 4D3).

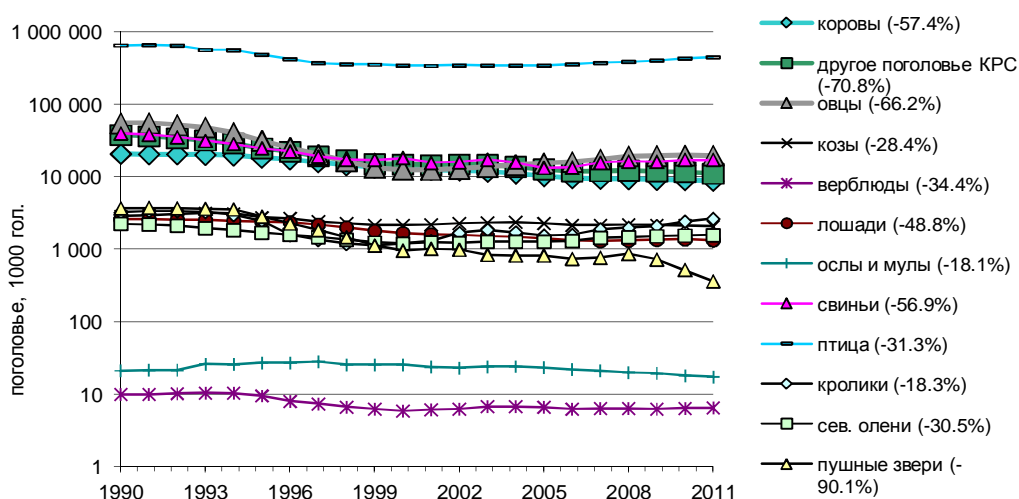


Рис. 6.1. Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий (на 1 января), тыс. голов. Изменение поголовья указано в процентах к 1990 году

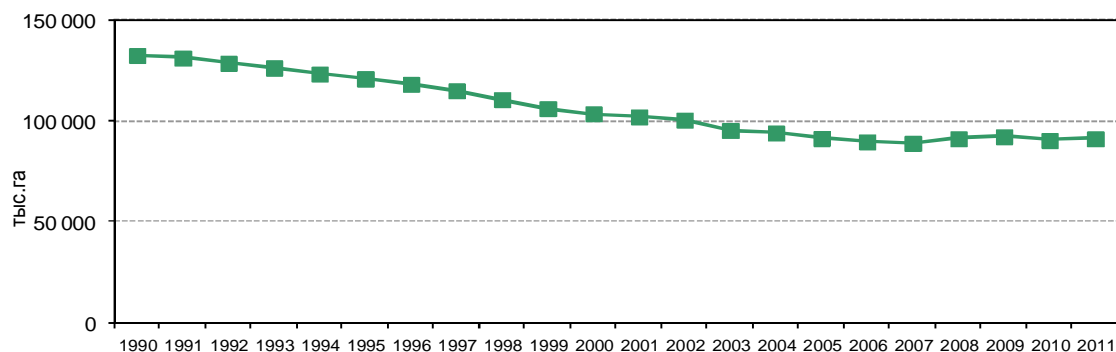


Рис. 6.2. Культивируемые земли в России (посевные площади, пар и многолетние насаждения)

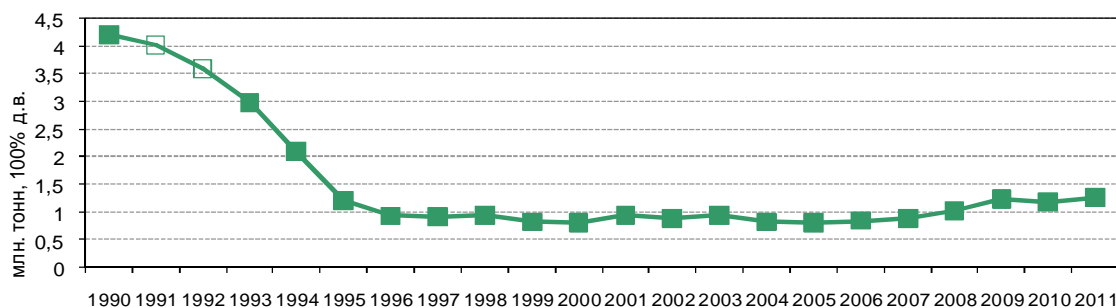


Рис. 6.3. Внесение минеральных азотных удобрений в почвы

Результаты оценок выбросов в секторе «Сельское хозяйство» для периода 1990-2011 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 4Е (Контролируемое сжигание саванн) и 4F (Сжигание растительных остатков на полях) не производился. Для остальных категорий сельского хозяйства оценка выбросов парниковых газов выполнена по методике Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 1997г. (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) и коэффициентов Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006г.

Ведение сельскохозяйственной деятельности может сопровождаться изменениями запаса почвенного углерода, а, следовательно, и выбросами (абсорбцией) углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ). В соответствии с рекомендациями МГЭИК выбросы  $\text{CO}_2$  от сельскохозяйственных почв могут рассматриваться как в инвентаризации аграрного сектора, так и сектора землепользования, изменения в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ). В настоящем кадастре антропогенный поток  $\text{CO}_2$  от культивируемых почв рассмотрен в секторе ЗИЗЛХ и включен в главу 7 настоящего доклада.

Таблица 6.1

Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве по источникам (Гг CO<sub>2</sub>-экв.)

Годы	Источники							Всего
	Внутренняя ферментация, CH <sub>4</sub>	Системы сбора и хранения навоза, CH <sub>4</sub>	Системы сбора и хранения навоза, N <sub>2</sub> O	Рисовые поля, CH <sub>4</sub>	Прямой выброс от почв, N <sub>2</sub> O	Навоз пастбищ и выпасов, N <sub>2</sub> O	Косвенный выброс от почв, N <sub>2</sub> O	
1990	99338,9	13802,8	43374,9	1627,3	102187,1	10342,5	47444,2	318117,8
1991	96474,4	13414,6	42353,1	1513,9	96126,3	10022,0	44355,1	304259,4
1992	88940,6	11975,0	39093,6	1446,9	89770,8	9589,3	39370,7	280186,8
1993	84683,2	11020,8	36893,8	1425,1	82563,2	9219,8	34373,3	260179,1
1994	79253,7	10057,6	34577,1	1053,8	74142,8	8422,3	28705,5	236212,6
1995	71337,2	8838,3	30616,4	933,7	68487,7	7765,0	24850,6	212828,8
1996	63925,3	7743,5	26938,1	939,1	65575,5	7236,3	22370,3	194728,1
1997	57772,2	6752,2	24213,3	824,5	64873,3	6458,9	20532,3	181426,7
1998	51654,0	6099,2	22024,8	766,5	57191,1	5729,5	18368,6	161833,7
1999	45374,8	5578,1	19758,4	908,3	55947,6	5443,1	16315,8	149326,0
2000	45548,9	5481,5	19677,1	918,8	58386,7	5542,3	17424,9	152980,2
2001	46517,6	5355,2	20103,9	803,3	58836,0	5459,5	17242,8	154318,2
2002	45548,8	5244,7	20174,2	777,0	59076,8	5213,2	17473,1	153507,7
2003	44289,5	5293,9	19968,0	786,2	57027,4	5245,3	16920,1	149530,5
2004	43429,0	4988,8	19651,0	665,3	56838,5	5199,8	16587,4	147359,8
2005	40848,5	4427,3	18875,6	725,8	55974,4	4890,2	15939,2	141680,9
2006	39765,5	4394,4	18631,6	821,5	56089,3	4820,6	16051,5	140574,5
2007	39833,1	4679,7	19164,5	816,5	56927,2	4871,0	16941,7	143233,6
2008	40236,6	4780,3	19695,7	826,6	59657,8	4858,0	17970,3	148025,3
2009	40107,5	4634,8	19734,9	921,9	59164,3	4745,6	18015,7	147324,7
2010	38582,1	4621,9	19425,6	1024,5	56061,3	4522,4	17615,9	141853,5
2011	37812,0	4775,0	18821,4	1063,6	59375,6	4547,9	17648,4	144043,8

## 6.2 Методология сбора данных о деятельности по сектору сельского хозяйства

Сбор данных о деятельности в сельскохозяйственном секторе выполняет Федеральная служба государственной статистики (Росстат) ([www.gks.ru](http://www.gks.ru)).

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

1. Сельскохозяйственные организации, среди которых примерно 8,6 тыс. организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства. В расчете на каждое из них приходится 4,1 тыс. га посевных площадей, 756 головы крупного рогатого скота, 1162 голов свиней, 177 голов 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 хозяйства несельскохозяйственных организаций.
2. Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели, осуществляющие сельскохозяйственную деятельность, число которых по данным Всероссий-

ской сельскохозяйственной переписи 2006г. 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 0,07 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, индивидуальных предпринимателей и хозяйств населения организуется на основании форм статистического наблюдения с использованием выборочного метода обследования.

В 2006 году Росстат провел в стране общую сельскохозяйственную перепись. Предыдущая полная сельскохозяйственная перепись в России состоялась в 1913г. Результаты переписи 2006 года использованы при подготовке настоящего кадастра выбросов парниковых газов в сельскохозяйственном секторе.

### **6.3 Выбросы $\text{CH}_4$ при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (4А)**

Выбросы метана при внутренней ферментации оценивались для основных видов сельскохозяйственных животных, включая крупный рогатый скот, свиней, овец, коз, мулов, ослов, лошадей, верблюдов, кроликов, северных оленей, лис, песцов, норок, нутрий и разных видов птицы. Исходные данные о поголовье скота и птицы за период с 1990 по 2011 гг., взяты из отчетных материалов, официальных статистических изданий Росстата и официальных данных статистики, приведенных на веб-сайте Росстата (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009, 2011; Российский статистический ежегодник, 2005-2012; интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)). 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 2011г. 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. Для 2011 года поправочные коэффициенты равны соответственно 1,033; 1,006; 1,043 и 1,055. Полученные значения были использованы для перевода данных о поголовье указанных видов сельскохозяйственных животных по состоянию на 1 января, ежегодно публикуемые Росстатом, в среднегодовое поголовье в соответствии с требованиями руководств МГЭИК. Учитывая, что для остальных категорий сельскохозяйственных животных размножение не носит сезонного характера (птица, кролики) или не происходит забивки молодняка до 1 года (лошади, ослы, мулы, верблюды и др.) было принято, что поголовье по состоянию на 1 января соответствует среднегодовому поголовью.

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 (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997), что 1 кг сухого вещества кормов содержит около 18,45 МДж валовой энергии. Таким образом, используя полученные пересчетные коэффициенты, были рассчитаны значения валовой энергии для коров и другого поголовья КРС.

$$GE = \sum_i (R \cdot (fod_i / totalfod) \cdot FU_i \cdot 18,45), \quad (6.1)$$

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 кормов и 0,84±0,13 для других видов кормов); 18,45 – коэффициент преобразования сухого вещества кормов в МДж (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Следует отметить, что в настоящем кадастре были выполнены пересчеты для всех лет периода 1990-2010 по выбросам метана от внутренней ферментации КРС, коров и свиней в связи с уточнением коэффициента преобразования сухого вещества корма в энергетические единицы (МДж). До настоящего кадастра в расчетах использовалось усредненное значение, равное 18,4 МДж/кг сух. в-ва, в то время как значение коэффициента по умолчанию равно 18,45 МДж/кг сух. в-ва (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчеты выполнены в соответствии с рекомендациями группы экспертов по рецензированию Национального кадастра РФ в 2012г.

Коэффициенты выбросов метана при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС для лет 2002-2011 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 2002-2011 гг. Для достижения согласованности оценок выбросов в течение всего отчетного периода коэффициенты выбросов для предыдущих лет (1990-2001) получены как средние отношения между коэффициентами, рассчитанных по общенациональным данным и по региональной статистике за известные годы. 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 2001г. Соответственно, были рассчитаны выбросы 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 2011 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 2011г.<sup>1</sup>

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикормов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на коров в 2011г., тыс. тонн корм. ед.	33953,1	6123,5	3012,3	10114,2	7620	7083,1
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе коров, %	100,0	18,04	8,9	29,8	22,4	20,9
Расход кормовых единиц на 1 голову коров в 2011г.	3884,0	700,5	344,6	1157,0	871,7	810,3
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества <sup>2)</sup>		1,13	0,98	0,55	0,81	0,84
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг		619,9	351,6	2103,6	1076,1	964,6
Валовая энергия в 1 кг сухого вещества, МДж		18,45	18,45	18,45	18,45	18,45
Валовая энергия в расчете на 1 голову в год, МДж	94388,0	11437,1	6487,4	38811,9	19854,8	17796,7
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, МДж	258,6					
Коэффициент выбросов CH <sub>4</sub> при внутренней ферментации, кг CH <sub>4</sub> /гол./год	101,8					
Коэффициент перевариваемости кормов, DE %		80,29	84,37	61,68	66,30	66,12
Средневзвешенное значение коэффициента перевариваемости кормов, DE %	69,01					

<sup>1)</sup> По общенациональным данным – в качестве справочной информации. В кадастре использованы региональные расчеты.

<sup>2)</sup> См. приложение 3.1, таблица П.3.1.1.



Таблица 6.3

Расчет валовой энергии КРС (без коров) за 2011г.<sup>1</sup>

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикор- мов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на КРС (без коров) в 2011г., тыс. тонн корм. ед.	23281,9	3751,4	1514,8	7080,3	4499,4	6436,0
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе, %	100,0	16,1	6,5	30,4	19,3	27,6
Расход кормовых единиц на 1 голову в 2011г.	2070,0	333,5	134,7	629,5	400,0	572,2
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества <sup>2)</sup>		1,13	0,98	0,55	0,81	0,84
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг		295,2	137,4	1144,6	493,9	681,2
Валовая энергия в 1 кг сухого вещества, МДж		18,45	18,45	18,45	18,45	18,45
Валовая энергия в расчете на 1 голову в год, МДж	50779,3	5445,8	2535,6	21117,2	9112,1	12568,5
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, МДж	139,1					
Коэффициент выбросов CH <sub>4</sub> при внутренней ферментации, кг CH <sub>4</sub> /гол./год	54,7					
Коэффициент перевариваемости кормов, DE %		80,29	84,37	61,68	66,30	66,12
Средневзвешенное значение коэффициента перевариваемости кормов, DE %	68,28					

<sup>1)</sup> По общенациональным данным – в качестве справочной информации. В кадастре использованы региональные расчеты.

<sup>2)</sup> См. приложение 3.1, таблица П.3.1.1.

Коэффициент преобразования метана ( $Y_m$ ) для КРС использован по умолчанию для развитых стран (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000) и равен 0,06. Таким образом, на основании полученных результатов валовой энергии рассчитаны значения коэффициентов выбросов метана при внутренней ферментации у коров и другого поголовья КРС в соответствии с уравнением 4.14 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000).

В таблице 6.4 приведены результаты расчета региональных коэффициентов выбросов  $CH_4$  при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС по субъектам РФ в 2011 г., а также средневзвешенные значения этих коэффициентов для страны в целом, использованные в настоящем кадастре.

Как следует из данных таблицы 6.4, наблюдается широкая вариабельность в коэффициентах выброса и значениях валовой энергии потребляемого корма для КРС и коров между различными регионами страны. Это объясняется значительной разницей в условиях содержания и кормления животных в северных и южных регионах, временем пастбищного содержания, а также соотношением крупных сельскохозяйственных организаций и частных хозяйств в регионе: крупные хозяйства, как правило, закупают больше комбикормов и концентратов, в то время как в небольших хозяйствах практикуется кормление пастбищными, сочными и грубыми кормами с низкой степенью перевариваемости и более высоким коэффициентом выброса  $CH_4$ . Кроме того, структура стада также может различаться между регионами страны. Так, например, в Дагестане, где получены низкие коэффициенты выброса, оценочная доля молодняка до 1 года составляет до 70% от общего поголовья (36% в среднем по РФ).

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 °C (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 2011 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 бо-реальной 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 коэф-

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 (Руководящие принципы..., 2006) стр. 10.26, для животных, по которым отсутствуют разработанные коэффициенты выброса. При этом используется соотношение средней живой массы этого вида животных и вида, для которого разработан соответствующий коэффициент выброса метана при внутренней ферментации, при условии общего сходства пищеварительных систем у данных видов животных.

Так, коэффициент выброса для пушных зверей рассчитывался по данным свиней:  $EF = [(масса\ норки, кг) / (масса\ свиньи, кг)]^{0,75} \cdot EF_{свиней}$ . А коэффициент для кроликов рассчитывался по данным ослов. Средний вес животных определен на основании (Балакирев и Кузнецов, 2006) и равен: для кроликов 3 кг, 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 2011 год приведены в таблице 6.5.

Сравнение полученных национальных коэффициентов для коров в течение периода с 1990 по 2011 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 2011 гг. (коэффициент корреляции за период равен 0,88) – рисунок 6.4. Следует отметить наметившуюся в течение последних лет (с 2001г.) тенденцию увеличения эффективности использования энергии корма и, соответственно, получение более высоких надоев молока, без значительного увеличения выбросов метана. С 2006г. практически наблюдается стабилизация коэффициента выброса метана при продолжающемся увеличении среднегодовых надоев.

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 2011г.

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	125690,22	135,52	71,19	53504,95	57,69	71,04
Брянская область	93552,32	100,87	67,70	53956,27	58,17	67,95
Владимирская область	132839,93	143,22	71,63	48401,59	52,18	71,19
Воронежская область	101756,62	109,71	70,09	43897,47	47,33	70,17
Ивановская область	115548,75	124,58	70,59	41413,02	44,65	69,52
Калужская область	125767,41	135,60	69,65	55020,50	59,32	68,52
Костромская область	110629,69	119,28	67,77	50518,29	54,47	67,41
Курская область	105225,45	113,45	68,48	51015,51	55,00	68,60
Липецкая область	87016,62	93,82	71,13	43645,40	47,06	71,59
Московская область	146942,41	158,43	73,25	58364,25	62,93	71,52
Орловская область	102577,00	110,60	69,16	50784,07	54,75	70,11
Рязанская область	119626,66	128,98	69,13	46896,40	50,56	68,60
Смоленская область	100238,95	108,07	67,69	53243,31	57,41	68,27
Тамбовская область	107583,62	115,99	66,01	88409,35	95,32	66,22
Тверская область	109285,84	117,83	69,10	48893,22	52,72	69,16
Тульская область	101346,14	109,27	70,09	55426,34	59,76	70,03
Ярославская обл.	112063,86	120,82	73,15	47282,90	50,98	70,82
Республика Карелия	108828,05	117,33	74,93	40026,61	43,16	72,50
Республика Коми	108225,76	116,69	68,94	69890,78	75,35	67,80
Архангельская область	107215,65	115,60	70,27	47670,74	51,40	69,12
Вологодская область	106151,81	114,45	72,94	45588,87	49,15	70,66
Калининградская область	135521,59	146,11	67,92	60332,53	65,05	66,70
Ленинградская область	128636,32	138,69	75,96	52017,81	56,08	74,76
Мурманская область	123189,72	132,82	77,45	46504,90	50,14	77,23
Новгородская область	122135,58	131,68	69,16	61367,09	66,16	68,19

Продолжение таблицы 6.4

Регион	Коровы			Другое поголовье КРС		
	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг СН <sub>4</sub> /гол. в год	Коэффициент пе- ревариваемости кормов, DE%	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг СН <sub>4</sub> /гол. в год	Коэффициент пе- ревариваемости кормов, DE%
Псковская область	107481,05	115,88	70,04	51089,97	55,08	68,45
Республика Адыгея	56243,00	60,64	68,70	38174,56	41,16	70,14
Республика Дагестан	49700,32	53,59	67,41	56458,45	60,87	67,43
Ингушская Республика	122985,30	132,60	69,01	67001,88	72,24	70,72
Кабардино-Балкарская Республика	107730,89	116,15	67,35	56733,11	61,17	67,45
Республика Калмыкия	25169,83	27,14	66,31	42243,91	45,55	66,75
Карачаево-Черкесская Республика	76650,01	82,64	66,57	36470,07	39,32	66,86
Республика Северная Осетия	75141,26	81,01	68,68	42252,24	45,55	69,50
Чеченская Республика	75749,61	81,67	69,57	76138,41	82,09	69,30
Краснодарский край	134041,58	144,52	72,57	55967,27	60,34	72,43
Ставропольский край	123254,37	132,89	67,95	52284,47	56,37	67,07
Астраханская область	98498,21	106,20	64,90	77288,79	83,33	64,43
Волгоградская область	79637,61	85,86	65,31	49462,96	53,33	66,21
Ростовская область	115741,45	124,79	67,37	45589,04	49,15	66,17
Республика Башкортостан	71434,17	77,02	67,39	38316,49	41,31	67,56
Республика Марий-Эл.	119734,40	129,09	68,79	65112,51	70,20	69,44
Республика Мордовия.	108845,91	117,35	70,01	42824,32	46,17	70,24
Республика Татарстан	123920,02	133,61	69,00	56439,10	60,85	69,21
Удмуртская Республика	103566,63	111,66	69,90	40201,44	43,34	68,91
Чувашская Республика	105443,94	113,69	67,11	48824,89	52,64	68,00
Пермский край	118675,39	127,95	69,34	53921,72	58,14	69,16
Кировская область	126840,10	136,75	69,84	48374,88	52,16	70,01
Нижегородская область	120584,75	130,01	69,99	47476,97	51,19	70,00
Оренбургская область	69794,20	75,25	68,37	41338,38	44,57	68,25
Пензенская область	99889,17	107,70	67,11	56383,89	60,79	67,60
Самарская область	113850,81	122,75	68,72	71969,35	77,59	68,16
Саратовская область	70928,72	76,47	68,82	42214,30	45,51	67,96
Ульяновская область	56821,27	61,26	69,81	38654,15	41,68	69,68
Курганская область	115846,79	124,90	68,54	61160,05	65,94	69,40

Продолжение таблицы 6.4

Регион	Коровы			Другое поголовье КРС		
	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг СН <sub>4</sub> /гол. в год	Коэффициент пе- ревариваемости кормов, DE%	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг СН <sub>4</sub> /гол. в год	Коэффициент пе- ревариваемости кормов, DE%
Свердловская область	124140,88	133,84	70,33	49995,17	53,90	69,07
Тюменская область	108317,00	116,78	69,39	59525,67	64,18	68,23
Челябинская область	83032,88	89,52	68,75	49281,16	53,13	67,51
Республика Алтай	60322,44	65,04	66,83	47145,11	50,83	65,53
Республика Бурятия	43700,66	47,12	65,37	34267,52	36,95	65,63
Республика Тыва	72337,76	77,99	66,09	37648,63	40,59	65,62
Республика Хакасия	77603,04	83,67	66,22	39942,22	43,06	66,12
Алтайский край	74398,45	80,21	70,13	50147,44	54,07	69,08
Красноярский край	104889,86	113,09	68,98	61752,32	66,58	68,40
Иркутская область	60031,98	64,72	68,36	42560,27	45,89	66,98
Кемеровская область	132874,90	143,26	66,60	68253,43	73,59	66,65
Новосибирская область	108447,06	116,92	68,47	54979,83	59,28	67,42
Омская область	123814,78	133,49	67,50	57136,32	61,60	66,86
Томская область	146974,40	158,46	67,52	70683,83	76,21	66,95
Читинская область	84313,79	90,90	66,08	54457,39	58,71	65,26
Республика Саха(Якутия)	83505,17	90,03	65,41	60095,52	64,79	65,64
Камчатский край	132158,13	142,49	67,67	80632,86	86,94	67,81
Приморский край	95080,06	102,51	66,96	59954,12	64,64	66,22
Хабаровский край	81193,72	87,54	69,39	47993,63	51,75	68,48
Амурская область	67638,72	72,93	67,84	41048,75	44,26	66,79
Магаданская область	94512,38	101,90	70,12	35778,52	38,58	69,43
Сахалинская область	134788,86	145,32	69,05	59696,06	64,36	68,11
Еврейская автономная обл.	107861,26	116,29	69,75	62234,65	67,10	67,75
Чукотский автономный округ	80693,78	87,00	64,60	64420,48	69,46	67,05
Средневзвешенное	<b>94701,7288</b>	<b>102,10</b>	<b>68,58</b>	<b>50860,7473</b>	<b>54,84</b>	<b>68,34</b>

Таблица 6.5

Поголовье скота в РФ, пересчетные коэффициенты и выбросы  $\text{CH}_4$   
от внутренней ферментации в 2011г.

Категория сельскохозяйственных животных	Поголовье животных (на 1 января 2011г.), тыс. голов	Среднегодовое поголовье животных, тыс. голов	Коэффициент выбросов при внутренней ферментации, кг $\text{CH}_4$ /гол.*год	Выбросы $\text{CH}_4$ при внутренней ферментации, Гг
Коровы	8843,476	8896,537	102,10	908,37
КРС (без коров)	11124,443	11491,550	54,84	630,16
Овцы	19761,337	20848,211	8	166,79
Козы	2058,542	2171,762	5	10,86
Лошади	1340,601	1340,601	18	24,13
Свиньи	17217,859	17958,227	1,5	26,94
Мулы	0,169	0,169	10	0,0017
Ослы	17,189	17,189	10	0,17
Верблюды	6,497	6,497	46	0,30
Северные олени	1570,994	1570,994	19,9	31,26
Кролики	2653,1	2653,1	0,59	1,57
Лисицы	18,841	18,841	0,3	0,006
Песцы	7,609	7,609	0,27	0,002
Норки	338,140	338,140	0,06	0,02
Нутрии	0,414	0,414	0,35	0,0001
Всего			1 800,57	

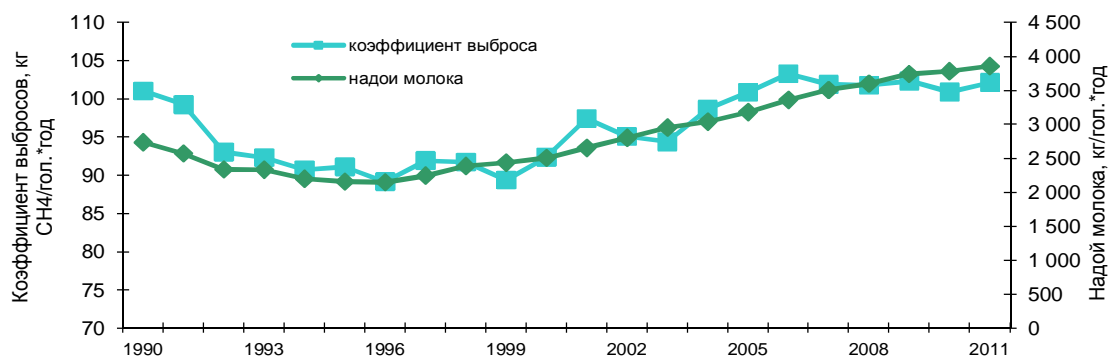


Рис. 6.4. Коэффициенты выбросов метана при внутренней ферментации у коров и надой молока

#### 6.4 Выбросы CH<sub>4</sub> от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Ba)

При расчете выбросов метана от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета используются те же данные о поголовье скота из отчетных материалов, официальных статистических изданий Росстата и официальных данных статистики, приведенных на веб-сайте Росстата (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009, 21011; Российский статистический ежегодник, 2005-2012; интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)), как и для категории 4А. Для расчета среднегодовых популяций коров, другого поголовья КРС, свиней, овец и коз использованы поправочные коэффициенты (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 2011г.

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%).

$$VS = (GE \cdot (1-DE\% / 100) + UE \cdot GE) \cdot (1-ASH) / 18,45, \quad (6.2)$$

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 2011 года оценивали коэффициенты перевариваемости кормов для каждой области РФ (величины 2011 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 выполнены корректирующие пересчеты для согласованности методологий и оценок в течение всего рассматриваемого периода в соответствии с рекомендациями группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра в 2010г. При этом применена та же методика, как для коэффициентов выбросов от внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС (см. раздел 6.3). 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 использованы для коррекции коэффициентов перевариваемости кормов коров и другого поголовья КРС для всех лет с 1990 по 2001г. Соответственно, были рассчитаны выбросы 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 2011 год.

Следует отметить, что в настоящем кадастре были выполнены пересчеты для всех лет периода 1990-2010 по выбросам метана от навоза КРС (без коров), коров и свиней в связи с уточнением коэффициента преобразования сухого вещества корма в энергетические единицы (МДж). До настоящего кадастра в расчетах использовалось усредненное значение, равное 18,4 МДж/кг сух. в-ва, в то время как значение коэффициента по умолчанию равно 18,45 МДж/кг сух. в-ва (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчеты выполнены в соответствии с рекомендациями группы экспертов по рецензированию Национального кадастра РФ в 2012г.

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. (Руководящие принципы МГЭИК..., 2006). Результаты расчетов для 2011 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  $\text{CH}_4$ /гол. • год. По-видимому, эта разница, прежде всего, обусловлена преобладанием в России систем хранения навоза в сухом виде при содержании коров молочного направления (табл. 6.11), которые характеризуются более слабыми выбросами метана по сравнению с анаэробными и жидкими системами хранения.

Распределения выбросов  $\text{CH}_4$  от внутренней ферментации и от систем сбора, хранения и использования отходов жизнедеятельности по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2011 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 2011 годах очень близки. Исключение составляют выбросы от поголовья крупного рогатого скота без коров, вклад которого заметно сократился (более чем на 6%) за исследуемый период. Это связано с более сильным снижением численности этих животных, чем поголовья коров, за период 1990-2011 гг.

Таблица 6.6

Расчет валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2011г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикормов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Животные корма
Расход кормов в 2011г., тыс. тонн корм. ед.	13371,5	3975,3	7370,2	41,6	1276,0	708,4
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе свиней, %	100,0	29,7	55,1	0,3	9,5	5,3
Расход кормовых единиц на 1 голову свиней в 2011г.	767,0	228,2	422,8	2,4	73,2	40,6
Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества <sup>1)</sup>		1,16	1,12	0,58	0,86	1,70
Потребление сухого вещества на 1 голову в год, кг	687,35	196,76	377,46	4,11	85,11	23,90
Валовая энергия в 1 кг сухого вещества, МДж		18,45	18,45	18,45	18,45	18,45
Валовая энергия в расчете на 1 голову в год, МДж	12681,6	3630,2	6964,2	75,9	1570,2	441,0
Коэффициент перевариваемости, %	74,36	75,20	77,02	40,27	48,36	90,84

<sup>1)</sup> См. приложение 3.1, таблица П.3.1.2.

Таблица 6.7

Пересчетные коэффициенты и выбросы  $\text{CH}_4$  от систем сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности скота и птицы в 2011г.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Коэффициент выбросов для навоза и птичьего помета, $\text{кгCH}_4/\text{гол.}\cdot\text{год}$	Выбросы $\text{CH}_4$ от навоза и помета, Гг
Коровы	4,82	42,86
КРС (без коров)	4,46	51,30
Овцы	0,19	3,96
Козы	0,12	0,26
Верблюды	1,59	0,01
Лошади	1,39	1,86
Мулы	0,76	0,00
Ослы	0,76	0,01
Свиньи	6,43	115,54
Птица	–	–
мясные куры, пегухи	0,02	0,11
куры-несушки	0,03	4,08
цыплята	0,02	5,92
гуси	0,02	0,01
гусята	0,02	0,001
другая взрослая птица	0,045	0,34
молодняк другой птицы	0,02	0,08
Северные олени	0,369	0,58
Кролики	0,08	0,21
Лисицы	0,68	0,013
Песцы	0,68	0,005
Норки	0,68	0,23
Нутрии	0,68	0,0003
<b>Всего</b>		<b>227,38</b>

Таблица 6.8

Распределение выброса  $\text{CH}_4$  по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2011 гг.

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Выбросы $\text{CH}_4$ , %					
	Внутренняя ферментация		Системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета		Суммарные выбросы	
	1990	2011	1990	2011	1990	2011
Коровы	45,25	50,45	15,53	18,85	41,63	46,91
КРС (без коров)	40,87	35,00	35,62	22,56	40,23	33,60
Овцы	10,19	9,26	1,74	1,74	9,15	8,42
Козы	0,33	0,60	0,06	0,12	0,30	0,55
Верблюды	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02
Лошади	1,00	1,34	0,55	0,82	0,94	1,28
Мулы	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00
Ослы	0,004	0,01	0,002	0,01	0,004	0,01
Свиньи	1,35	1,50	43,61	50,81	6,51	7,03
Птица						
мясные куры, петухи	0,00	0,00	0,02	0,05	0,002	0,005
куры-несушки	0,00	0,00	0,99	1,80	0,12	0,20
цыплята	0,00	0,00	1,21	2,60	0,15	0,29
гуси	0,00	0,00	0,01	0,005	0,001	0,001
гусята	0,00	0,00	0,002	0,001	0,000	0,000
другая взрослая птица	0,00	0,00	0,02	0,15	0,002	0,017
молодняк другой птицы	0,00	0,00	0,09	0,03	0,01	0,004
Северные олени	0,95	1,73	0,13	0,25	0,85	1,57
Кролики	0,04	0,09	0,04	0,09	0,04	0,09
Пушные звери (лисицы, песцы, норки, нутрии)	0,007	0,002	0,38	0,11	0,05	0,01
<b>Всего</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

### 6.5 Выбросы $\text{N}_2\text{O}$ от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (4Bb)

Оценка выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  при сборе, хранении и использовании продуктов жизнедеятельности животных и птицы выполнена в соответствии с Уровнем 1 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000) с использованием уточненных национальных коэффициентов по экскреции азота, целесообразность определения которых отмечается в руководствах МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Выход азота навоза крупного рогатого скота (без коров), коров 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 ( $N_{\text{intake}}$ , кг) и фракция удерживаемого азота в теле животного ( $N_{\text{retention}}$ ). Поглощение азота рассчитывалось на основе уравнения 6.3:

$$N_{\text{intake}} = GE / 18.45 \cdot (CP\% / 100) / 6.25, \quad (6.3)$$

где:  $CP\%$  – содержание сырого протеина в корме, %.

Средние значения СР 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 СР% определялись для каждого года кадастра отдельно в зависимости от конкретного соотношения разных видов кормов, израсходованных на коров, другое поголовье КРС и свиней. Рассчитанные значения СР% для 2011 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 (без коров) и свиней соответственно. Расчет экскретируемого азота ( $N_{ex}$ ) для этих животных выполнялся по уравнению 6.4:

$$N_{ex} = N_{intake} \cdot (1 - N_{retention}) \cdot 365. \quad (6.4)$$

Следует отметить, что в настоящем кадастре были выполнены пересчеты для всех лет периода 1990-2010 по значениям  $N_{intake}$  и соответствующим выбросам закиси азота от навоза КРС (без коров), коров и свиней в связи с уточнением коэффициента преобразования сухого вещества корма в энергетические единицы (МДж). До настоящего кадастра в расчетах использовалось усредненное значение, равное 18,4 МДж/кг сух. в-ва, в то время как значение коэффициента по умолчанию равно 18,45 МДж/кг сух. в-ва (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчеты выполнены в соответствии с рекомендациями группы экспертов по рецензированию Национального кадастра РФ в 2012г.

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 (Руководящие принципы..., 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 (Руководящие принципы..., 2006)). Коэффициенты экскреции азота для КРС, свиней, птицы, оленей, кроликов и пушных зверей представлены в таблице 6.10.

Полученные значения экскретируемого азота для поголовья КРС (без коров) 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 Руководя-

щих 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». В сельскохозяйственных и фермерских организациях практикуется постоянное клеточное содержание птицы и сбор и хранение помета в твердом виде. Учитывая соотношение частных и государственных хозяйств в стране и численность в них птицы, была рассчитана доля помета, которая остается на местах выгула птицы (6,5%).

Таблица 6.9

*Средневзвешенные значения содержания сырого протеина (СР)  
в сухом веществе кормов КРС и свиней в 2011г., %*

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	20,1	16,12	20,7		
Сочные корма	12,32	29,8	12,32	27,7	13,78	8,2
Грубые корма	13,83	25,8	13,83	27,6	13,83	0,7
Концентраты (без комбикормов)	11,61	16,7	11,61	16,1	23,51	40,8
Комбикорма	23,57	7,6	23,57	7,9	31,14	41,1
Животные корма					41,73	9,2
Средневзвешенное значение СР, %	14,21		14,29		27,46	

Таблица 6.10

*Экскреция азота сельскохозяйственными животными и птицей в 2011г., кг/гол. • год*

Категории сельскохозяйственных животных и птицы	Экскреция азота, кг N/год. • год
Коровы	94,82
КРС (без коров)	59,26
Свиньи	19,76
Птица	
мясные куры и пегухи	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

Продолжение таблицы 6.10

Категории сельскохозяйственных животных и птицы	Экскреция азота, кг N/год. • год
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 ответ на замечания группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра парниковых газов РФ 2010 года, 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 1990г. до 41% в 2004-2005 гг. В 2011г. эта величина составляла 57%. Для другого поголовья КРС (без коров) диапазон изменений составлял от 26% (1990г.) до 14% (2010г.), а в 2011 доля систем жидкостного хранения равна 14,5%. Изменения обусловлены динамикой численности животных, находящихся на откорме, в течение рассматриваемого периода. В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра в 2011г. ежегодные данные по системам сбора и хранения навоза свиней и КРС (без коров) приведены в таблице 6.11.

Таблица 6.11

Соотношение основных типов систем сбора, хранения и использования навоза свиней и крупного рогатого скота (без коров) в течение периода 1990-2011, %

Годы	Тип системы хранения навоза КРС (без коров)			Тип системы хранения навоза свиней	
	Жидкостные	В твердом виде	Пастбища и выпасы	Жидкостные	В твердом виде
1990	26,07	53,23	20,70	66,04	33,96
1991	26,07	53,23	20,70	66,04	33,96
1992	25,46	52,54	22,00	63,15	36,85
1993	24,84	53,16	22,00	60,27	39,73
1994	24,23	53,57	22,20	57,39	42,61
1995	23,62	52,78	23,60	54,51	45,49
1996	23,10	52,00	24,90	52,01	47,99
1997	22,57	52,73	24,70	49,51	50,49
1998	22,05	53,35	24,60	47,01	52,99
1999	21,51	51,19	27,30	45,76	54,24
2000	20,96	51,64	27,40	44,52	55,48
2001	20,42	53,28	26,30	43,28	56,72
2002	19,88	53,72	26,40	42,03	57,97
2003	19,29	53,31	27,40	41,76	58,24
2004	18,38	54,02	27,60	40,77	59,23
2005	15,33	57,27	27,40	41,42	58,58

<b>2006</b>	16,03	56,49	27,48	42,90	57,10
<b>2007</b>	16,06	56,11	27,84	43,86	56,14
<b>2008</b>	15,73	56,89	27,37	45,21	54,79
<b>2009</b>	14,44	58,57	26,99	47,68	52,32
<b>2010</b>	14,00	59,32	26,68	51,76	48,24
<b>2011</b>	14,50	57,86	27,64	56,72	43,28

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 2011г. представлены в таблице 6.12.

Таблица 6.12

*Соотношение основных типов систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета для разных категорий сельскохозяйственных животных и птицы в 2011г., %*

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Тип системы хранения навоза (помета)		
	Жидкостные	В твердом виде	Пастбища и выпасы
Коровы	0,0	79,1	20,9
КРС (без коров)	14,5	57,9	27,6
Птица	0,0	93,5	6,5
Овцы	0,0	81,6	18,4
Козы	0,0	81,6	18,4
Свиньи	56,7	43,3	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; хра-



нение 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 2011 году выбросы  $N_2O$  от систем хранения в твердом виде составили 60,24 Гг, а от жидкостных систем – только 0,47 Гг.

## 6.6 Рисоводство (4C)

В России рисовые чеки занимают относительно небольшую площадь пахотных угодий (менее 0,3%). 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 2011 гг. включительно взята из официальных статистических публикаций Росстата, приведенных на веб-сайте Росстата (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009, 2011; Российский статистический ежегодник, 2005-2012; интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)). 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 корректирующие 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 2011 году эта величина соответствовала около 64%, что связано 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, а в 2011 году под площадь 135,0 тыс. га внесли 26,0 тыс. тонн органики. Таким образом, среднее внесение органических добавок составляло около 0,5 и 0,2 тонн/га в 1990 и 2007-2011 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 г. и 0,5 тонн/га для 2007 г. и последующих лет. На основе графического представления данных таблицы 4.21 Руководящих указаний по эффективной практике... (2000) мы получили значения соответствующих корректирующих 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 2003-2007 гг. (и далее) – 1,2.

Результаты расчета выброса  $CH_4$  с рисовых полей за период с 1990 по 2011 гг. представлены в таблице 6.13.

Выбросы метана из рисовых полей в среднем оцениваются около 2,4% 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.

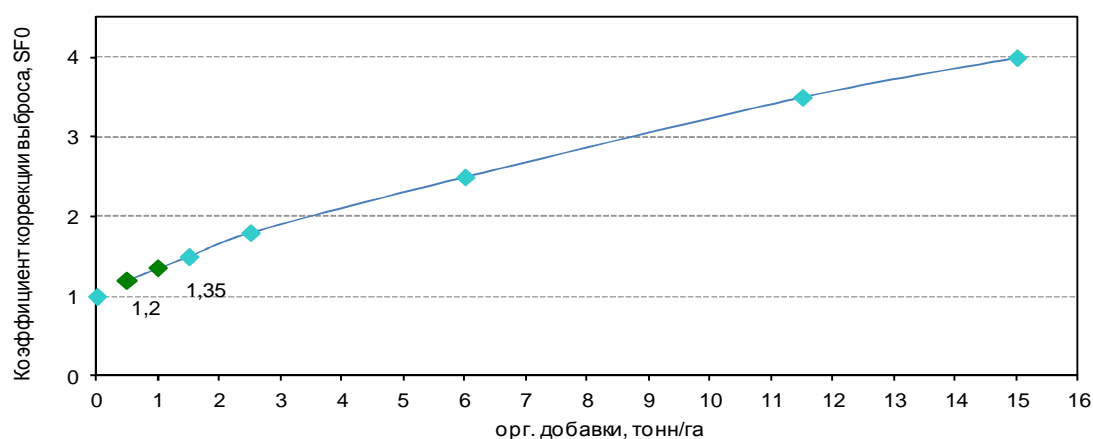


Рис. 6.5. Зависимость корректирующего коэффициента выброса метана при внесении органических добавок под посевы риса (по данным табл.4.21 Руководящих указаний по эффективной практике..., 2000)

Таблица 6.13

Выбросы  $\text{CH}_4$  при выращивании риса, Гг

Годы	Выброс $\text{CH}_4$ , 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
2010	48,8
2011	50,6

## 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 69%) 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 2003-2011 гг., были получены из отчетных материалов Росстата и данных статистики на интернет-сайте Росстата (<http://www.gks.ru>). Внесение азотсодержащих 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 2011г. эта величина соответствовала 64,1%).

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

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

Расчет прямого выброса закиси азота от внесенных азотных удобрений на черноземах и дерново-подзолистых почвах выполнялся с использованием уточненных национальных коэффициентов (Romanovskaya et al., 2002), которые были получены на основе анализа данных литературы по определению газообразных потерь азота в виде  $N_2O$  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 пере-

счетные коэффициенты и соответствующий выброс  $N_2O$  для 2011 года приведены в таблице 6.14.

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 обуславливать 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  $N-NH_3$ ,  $N-NO_x$ /кг  $N$  удобрений) (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Следует отметить, что в настоящем кадастре были выполнены пересчеты для всех лет периода 1990-2010 по соответствующим выбросам закиси азота от навоза КРС (без коров), коров и свиней в связи с уточнением коэффициента преобразования сухого вещества корма в энергетические единицы (МДж). До настоящего кадастра в расчетах использовалось усредненное значение, равное 18,4 МДж/кг сух. в-ва, в то время как значение коэффициента по умолчанию равно 18,45 МДж/кг сух. в-ва (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчеты выполнены в соответствии с рекомендациями группы экспертов по рецензированию Национального кадастра РФ в 2012г.

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 6.14

*Внесение минеральных азотных удобрений, коэффициенты выброса и выброс  $N_2O$  от минеральных азотных удобрений в 2011г.*

	Черноземы	Дерново-подзолистые почвы	Другие типы почв
Внесение минеральных азотных удобрений <sup>1)</sup> , тыс. тонн $N$	728,52	167,07	240,95
Коэффициенты выброса, кг $N-N_2O$ /кг $N$ внесенных удобрений	0,0126 <sup>2)</sup>	0,0238 <sup>3)</sup>	0,0125 <sup>2)</sup>
Выбросы $N-N_2O$ , Гг	9,18	3,98	3,01

<sup>1)</sup> Данные по внесению минеральных удобрений приведены без учета потерь  $N$  с эмиссиями аммиака и окислов азота.

<sup>2)</sup> Национальные коэффициенты (Романовская, 2000; Romanovskaya et al., 2002).

<sup>3)</sup> Коэффициент, рекомендованный МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

Во-вторых, данная методика учитывает летнее поступление отмирающей биомассы растений, которое по некоторым оценкам составляет от 60 до 80% общего количества не утилизируемой мортмассы (Чупрова, 1997). Ниже представлен общий вид уравнений, используемых в расчетах:

$$Ab \text{ или } Un = \sum_i ((a_i Y_i + b_i) \cdot N_i) \cdot S_i, \quad (6.5)$$

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 6.15. Точность расчетов по этим данным составляет  $\pm 10\%$ .

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, рапса и горчицы – по однолетним травам, сои – по гороху.

Исходные данные по урожайности и посевным площадям культурных растений взяты из официальных статистических изданий Росстата и официальных данных статистики, приведенных на веб-сайте Росстата (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009, 2011; Российский статистический ежегодник, 2005-2012; интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)). В настоящем кадастре выполнены пересчеты выброса закиси азота от растительным остатков за период с 2005 по 2010 год в связи с уточнением статистических данных по валовому сбору кукурузы на силос (2010 г.) и сена естественных сенокосов (2005-2010 гг.). 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 органомных почв в стране отсутствуют. Поэтому их площадь определена расчетным путем на основании общей ежегодной культивируемой площади в стране (сумма посевных площадей, пара и многолетних насаждений) и доле органомных почв. Для 1990 года доля органомных почв определена по суммарной площади торфянистых и торфяных почв в сельскохозяйственных угодьях России по состоянию на 1980г., которая составляет около 1,5% (Распределение земельного фонда..., 1980). Для лет периода 2006 -2011 ежегодная доля органомных почв культивируемых угодий рассчитана по статистическим данным площадей осушенных земель пашен и многолетних насаждений (Земельный фонд России, 2007-2012) и составляет 2,7-2,9%. Между 1990 и 2006 годами доли органомных почв определены методом интерполяции. Таким образом, площади культивируемых органомных почв в настоящем кадастре пересчитаны для лет 1991-2010 в связи с уточнением статистических данных. Соответствующие пересчеты также выполнены в секторе ЗИЗЛХ, категория Пахотные угодья (см. главу 7). Используемый коэффициент выброса закиси азота соответствует 8 кг  $N_2O-N$ /га/год (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Рассчитанные площади органомных почв и соответствующий выброс  $N_2O$  с них приведены в таблице 6.16.

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 1990-2011 гг.

При резком снижении объемов вносимых минеральных удобрений и сокращении поголовья сельскохозяйственных животных минерализация растительных (пожнивных и корневых) остатков обуславливает от 41 (в 1990г.) до 55% (в 1999г.) ежегодного поступления антропогенного азота в сельскохозяйственные земли и является ведущим источником выброса закиси азота в аграрном секторе России. Для 2011 год вклад растительных остатков составляет 52% прямого выброса  $N_2O$ . В 1990г. использование азотных удобрений определило поступление в атмосферу около 83 Гг  $N_2O$ . В 2011г. эта величина составила 30,6% от уровня 1990г. (25,4 Гг) и доля минеральных удобрений в прямых выбросах  $N_2O$  сократилась от 25 до 13% за период с 1990 по 2011г. Вклад органических удобрений (навоза и помета) в течение исследуемого периода изменялся от 27% (в 1990г.) до 18% (в 2011г.), а вклад органогенных земель от 8% (в 1990г.) до 16,5% (в 2011г.) общего прямого выброса  $N_2O$  от сельскохозяйственных земель страны соответственно.

Таблица 6.15

Уравнения для расчета количества азота, поступающего в почвы  
с растительными остатками

Культура	Урожайность, ц/га	Азот, поступающий с	
		поверхностными остатками ( $Ab$ )	корнями ( $Un$ )
озимая рожь	10-25 26-40	$= (0,3 \cdot Y + 3,2) \cdot 0,45/100$ $= (0,2 \cdot Y + 6,3) \cdot 0,45/100$	$= (0,6 \cdot Y + 8,9) \cdot 0,75/100$ $= (0,6 \cdot Y + 13,9) \cdot 0,75/100$
озимая пшеница	10-25 26-40	$= (0,4 \cdot Y + 2,6) \cdot 0,45/100$ $= (0,1 \cdot Y + 8,9) \cdot 0,45/100$	$= (0,9 \cdot Y + 5,8) \cdot 0,75/100$ $= (0,7 \cdot Y + 10) \cdot 0,75/100$
яровая пшеница	10-20 21-30	$= (0,4 \cdot Y + 1,8) \cdot 0,65/100$ $= (0,2 \cdot Y + 5,4) \cdot 0,65/100$	$= (0,7 \cdot Y + 10,2) \cdot 0,8/100$ $= (0,8 \cdot Y + 6) \cdot 0,8/100$
ячмень	10-20 21-35	$= (0,4 \cdot Y + 1,8) \cdot 0,5/100$ $= (0,09 \cdot Y + 7,6) \cdot 0,5/100$	$= (0,8 \cdot Y + 6,5) \cdot 1,2/100$ $= (0,4 \cdot Y + 13,45) \cdot 1,2/100$
овес	10-20 21-35	$= (0,3 \cdot Y + 3,2) \cdot 0,6/100$ $= (0,15 \cdot Y + 6,12) \cdot 0,6/100$	$= (1 \cdot Y + 2) \cdot 0,75/100$ $= (0,4 \cdot Y + 16) \cdot 0,75/100$
просо	5-20 21-30	$= (0,2 \cdot Y + 5) \cdot 0,5/100$ $= (0,3 \cdot Y + 3,3) \cdot 0,5/100$	$= (0,8 \cdot Y + 7) \cdot 0,75/100$ $= (0,56 \cdot Y + 11,2) \cdot 0,75/100$
кукуруза на зерно	10-35	$= (0,23 \cdot Y + 3,5) \cdot 0,75/100$	$= (0,8 \cdot Y + 5,8) \cdot 1/100$
горох	5-20 21-30	$= (0,14 \cdot Y + 3,5) \cdot 1,25/100$ $= (0,2 \cdot Y + 1,7) \cdot 1,25/100$	$= (0,66 \cdot Y + 7,5) \cdot 1,7/100$ $= (0,37 \cdot Y + 12,9) \cdot 1,7/100$
гречиха	5-15 16-30	$= (0,25 \cdot Y + 4,3) \cdot 0,8/100$ $= (0,2 \cdot Y + 5,2) \cdot 0,8/100$	$= (1,1 \cdot Y + 5,3) \cdot 0,85/100$ $= (0,54 \cdot Y + 14,1) \cdot 0,85/100$
подсолнечник	8-30	$= (0,4 \cdot Y + 3,1) \cdot 1,4/100$	$= (1 \cdot Y + 6,6) \cdot 1,2/100$
картофель	50-200 201-350	$= (0,04 \cdot Y + 1) \cdot 1,8/100$ $= (0,03 \cdot Y + 4,1) \cdot 1,8/100$	$= (0,08 \cdot Y + 4) \cdot 1,2/100$ $= (0,06 \cdot Y + 8,6) \cdot 1,2/100$
сахарная свекла	100-200 201-400	$= (0,003 \cdot Y + 2,5) \cdot 1,4/100$ $= (0,02 \cdot Y + 0,8) \cdot 1,4/100$	$= (0,06 \cdot Y + 5,45) \cdot 1,2/100$ $= (0,07 \cdot Y + 3,5) \cdot 1,2/100$
овощи	50-200 201-400	$= (0,02 \cdot Y + 1,5) \cdot 0,35/100$ $= (0,006 \cdot Y + 3,6) \cdot 0,35/100$	$= (0,06 \cdot Y + 5) \cdot 1/100$ $= (0,04 \cdot Y + 6) \cdot 1/100$
кормовые корнеплоды	50-200 201-400	$= (0,003 \cdot Y + 2,4) \cdot 1,3/100$ $= (0,01 \cdot Y + 1) \cdot 1,3/100$	$= (0,05 \cdot Y + 5,2) \cdot 1/100$ $= (0,05 \cdot Y + 5,5) \cdot 1/100$
лен	3-10	$= (1,3 \cdot Y + 9,4) \cdot 0,8/100$	

Продолжение таблицы 6.15

Культура	Урожайность, ц/га	Азот, поступающий с	
		поверхностными остат- ками ( $A_b$ )	корнями ( $U_n$ )
конопля	3-10	$= (2.2 \cdot Y + 9.1) \cdot 0.5/100$	
силосные	100-200	$= (0.03 \cdot Y + 3.6) \cdot 0.8/100$	$= (0.12 \cdot Y + 8.7) \cdot 1.2/100$
кукуруза на силос	100-200	$= (0.03 \cdot Y + 3.6) \cdot 0.8/100$	$= (0.12 \cdot Y + 8.7) \cdot 1.2/100$
	201-350	$= (0.02 \cdot Y + 5) \cdot 0.8/100$	$= (0.08 \cdot Y + 16.2) \cdot 1.2/100$
однолетние травы	10-40	$= (0.13 \cdot Y + 6) \cdot 1.1/100$	$= (0.7 \cdot Y + 7.5) \cdot 1.2/100$
многолетние травы	10-35	$= (0.2 \cdot Y + 6) \cdot 1.9/100$	$= (0.8 \cdot Y + 11) \cdot 2.1/100$
	36-60	$= (0.1 \cdot Y + 10) \cdot 1.9/100$	$= (1 \cdot Y + 15) \cdot 2.1/100$

Таблица 6.16

Площади органогенных почв и выброс  $N_2O$  с их территории, Гг

Годы	Сумма посевных площа- дей, пара и многолетних насаждений, тыс. га	Доля органоген- ных почв в об- щей площади культивируемых земель, %	Площадь органо- генных почв, га	Выброс $N_2O$ , Гг
1990	132532,4	1,50	1987986	24,99
1991	131210,6	1,59	2081135	26,16
1992	128630,6	1,67	2150969	27,04
1993	126339,4	1,76	2221437	27,93
1994	123324,5	1,84	2274612	28,60
1995	120962,4	1,93	2335197	29,36
1996	118247,1	2,02	2384592	29,98
1997	114999,5	2,10	2418118	30,40
1998	110696,3	2,19	2422947	30,46
1999	106192,6	2,27	2415804	30,37
2000	103554,3	2,36	2444948	30,74
2001	102116,6	2,45	2498929	31,42
2002	100547,4	2,53	2547102	32,02
2003	95373,1	2,62	2498144	31,41
2004	94039,2	2,71	2544175	31,98
2005	91402,9	2,79	2551553	32,08
2006	89752,0	2,88	2582740	32,47
2007	88974,1	2,87	2556700	32,14
2008	91256,7	2,80	2552800	32,09
2009	92374,1	2,77	2555200	32,12
2010	90430,5	2,80	2528800	31,79
2011	91232,4	2,75	2513100	31,59



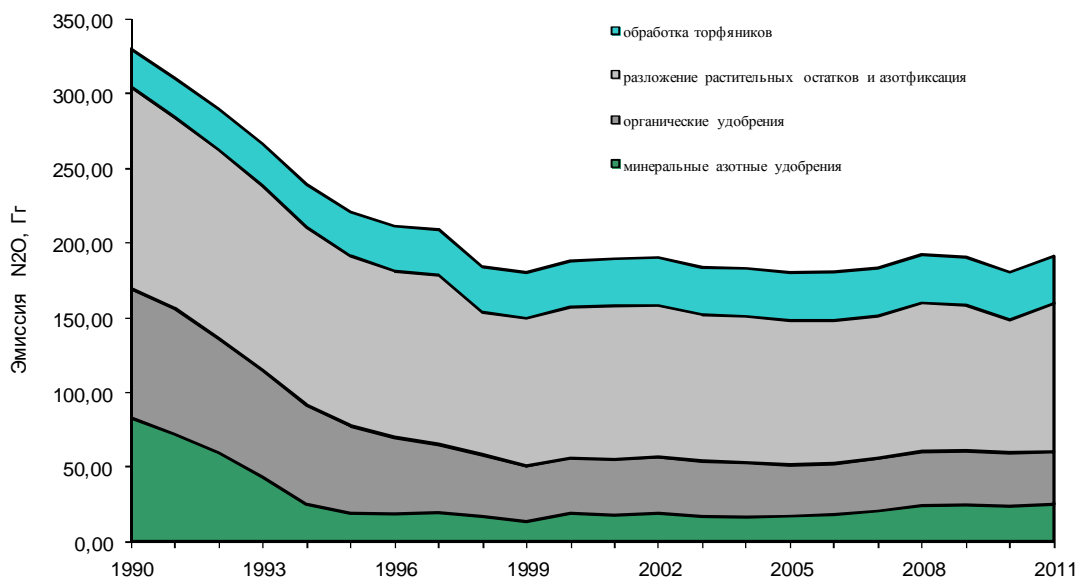


Рис. 6.6. Прямой выброс  $N_2O$  от сельскохозяйственных земель РФ

## 6.8 Навоз пастбищ и огороженных выпасов (4D2)

Расчет выбросов закиси азота при содержании сельскохозяйственных животных на пастбищах и в огороженных выпасах выполнен на основе данных по суммарной массе азота, произведенного животными при выпасе и птицей за год, определенных в категории 4Bb. Следует отметить, что в настоящем кадастре были выполнены пересчеты для всех лет периода 1990-2010 по соответствующим выбросам закиси азота от навоза КРС (без коров) и коров на пастбищах в связи с уточнением коэффициента преобразования сухого вещества корма в энергетические единицы (МДж). До настоящего кадастра в расчетах использовалось усредненное значение, равное 18,4 МДж/кг сух. в-ва, в то время как значение коэффициента по умолчанию равно 18,45 МДж/кг сух. в-ва (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчеты выполнены в соответствии с рекомендациями группы экспертов по рецензированию Национального кадастра РФ в 2012г.

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 2011 году выброс  $N_2O$  с территории пастбищ и огороженных выпасов составил 14,67 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, кате-



гория 4Bb). Следует отметить, что в настоящем кадастре были выполнены пересчеты для всех лет периода 1990-2010 гг. по соответствующим косвенным выбросам закиси азота от навоза КРС (без коров), коров и свиней в связи с уточнением коэффициента преобразования сухого вещества корма в энергетические единицы (МДж). До настоящего кадастра в расчетах использовалось усредненное значение, равное 18,4 МДж/кг сух. в-ва, в то время как значение коэффициента по умолчанию равно 18,45 МДж/кг сух. в-ва (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчеты выполнены в соответствии с рекомендациями группы экспертов по рецензированию Национального кадастра РФ в 2012г.

Средние значения коэффициентов выброса  $N_2O$ , образующегося в результате вторичных превращений антропогенных азотных соединений, взяты из Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК – 0,01 кг  $N-N_2O$ /кг N эмиссий  $NH_3$  и  $NO_x$  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 2011 году составляют 10,42 Гг  $N_2O$  от атмосферных выпадений и 46,51 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 6.17. 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. (Руководящие принципы..., 2006; Mangino et al., 2001; Moller et al., 2004; Zeeman, 1994; Safley et al., 1992; Amon et al., 1998). Точность определения соотношения разных систем сбора, хранения и использования навоза и помета в стране принята равной  $\pm 10\%$ . Для разработанных уточненных значений доли жидкостных систем хранения навоза использовано меньшее значение неопределенности, равное  $\pm 8\%$ . Для коэффициентов, взятых из данных кадастров 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 2006г. (Руководящие принципы..., 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 для 1990-2005 гг. экспертно оценивается как достаточно высокая и находится в пределах  $\pm 50\%$ . Для последних лет с 2006 года и далее эта величина составляет около  $\pm 30\%$ . 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 2011 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. Разработка региональных оценок позволила сократить неопределенность оценки выброса метана от внутренней ферментации 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, использовали метод Уровня 1 в результате изменения метода оценки по сравнению с кадастром 2004 года. В результате выполненных пересчетов неопределенность выбросов от систем сбора и хранения навоза (категория 4В) 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  $\pm 40\%$  до  $\pm 25\%$ .

В результате уточнения площадей используемых органогенных почв в настоящем кадастре их площадь увеличилась почти в 2 раза для последних лет (на 86,4% для 2010г.) и их неопределенность сократилась от 50% до 30%. Однако, несмотря на снижение неопределенности оценки площадей, крайне высокая неопределенность коэффициента по выбросу закиси азота от культивируемых органогенных почв привела к увеличению общей неопределенности оценок в секторе (см. табл. 6.17). Общая неопределенность инвентаризации в секторе сельского хозяйства определена на основании уравнения 6.4 Уровня 1 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000) (см. табл. 6.17).

Величина неопределенности данных инвентаризации оценивается 95% доверительным интервалом, а не стандартным отклонением (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Поэтому на основании данных таблицы 6.17 для величины суммарных выбросов от сельского хозяйства был рассчитан доверительный интервал, который составляет  $\pm 57\,951$  Гг  $CO_2$ -экв. или 40,2%. Таким образом, можно считать, что неопределенность полученных оценок по инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве в 2011 году составляет 40%.

Увеличение общей неопределенности в секторе сельского хозяйства по сравнению с оценками, приведенными в кадастрах предыдущих лет (28%), объясняются уточнением площадей используемых органогенных почв (увеличение почти в 2 раза) и соответственным увеличением вклада выбросов от данной категории (коэффициент выбросов закиси азота от культивируемых органогенных почв имеет высокую степень неопределенности – см. выше).

Таблица 6.17

Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов  
в сельском хозяйстве России в 2011г.

Категория источника	Выброс парниковых газов, CO <sub>2</sub> -экв., Гг	Стандартное отклонение	
		%	CO <sub>2</sub> -экв., Гг
4А Внутренняя ферментация	37811,99		
КРС	32309,12	1,8 <sup>2)</sup>	591,26
остальные категории	5502,87	6,6 <sup>1)</sup>	363,19
4В Системы сбора, хранения и утилизации навоза и помета	23596,36		
4Ва выбросы CH <sub>4</sub>	4774,96		
другое поголовье КРС и свиньи	4403,68	5,8 <sup>2)</sup>	256,78
остальные категории	371,27	6,8 <sup>1)</sup>	25,25
4Вb выбросы N <sub>2</sub> O	18821,40		
жидкие системы хранения	146,15	9,4 <sup>2)</sup>	13,79
остальные системы хранения (твердые)	18675,25	25,4 <sup>1)</sup>	4743,51
4С Рисоводство	1063,57	25,5 <sup>2)</sup>	271,16
4D1 Прямые выбросы N <sub>2</sub> O от почв	59375,56		
4D1.1 Минеральные удобрения	7875,87	25,4 <sup>1)</sup>	2000,47
4D1.2 Органические удобрения	10799,16	31,6 <sup>1)</sup>	3412,54
4D1.4 Растительные остатки	30906,65	29,5 <sup>1)</sup>	9117,46
4D1.5 Обработка органогенных почв	9793,91	276,6 <sup>2)</sup>	27093,04
4D2 Навоз пастбищ и выпасов	4547,90	27,1 <sup>1)</sup>	1232,48
4D3 Косвенный выброс N <sub>2</sub> O	17648,43	29,5 <sup>1)</sup>	5206,29
Всего	144043,85	20,65 <sup>2)</sup>	29741,48

<sup>1)</sup> Стандартное отклонение принято равным рассчитанному по методу Монте-Карло для кадастра 2004 года.

<sup>2)</sup> 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 выбо-

рочного 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 1999-2010 гг. в расчете на 100% действующего вещества. Для 2011 года были использованы статистические данные, находящиеся на официальном интернет-сайте Росстата (<http://www.gks.ru>). 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 1990-2011 гг. была рассчитана следующая величина в расчете на 100% действующего вещества:

$$Bal = \text{Производство удобрений} - \text{экспорт удобрений} + \text{импорт удобрений} \quad (6.6)$$

Так, производство минеральных удобрений в 2011г. составляло 18,828 млн. тонн действующего в-ва, а экспорт – 13,602 млн. тонн д. в-ва (27,367 млн.т. в физическом весе) (Российский статистический ежегодник, 2012). 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».

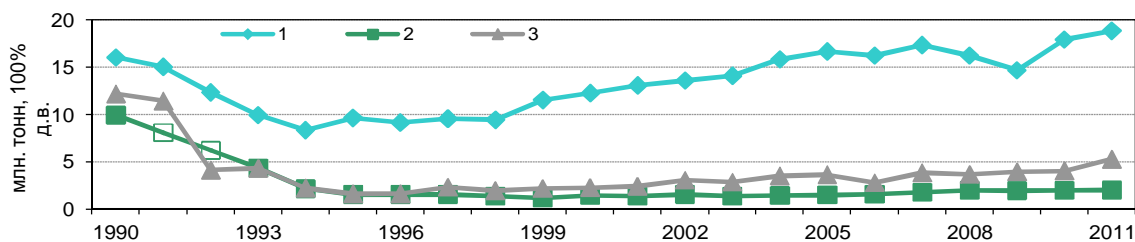


Рис. 6.7. Производство, внесение и продажи минеральных удобрений на внутреннем рынке РФ, где 1 – производство удобрений; 2 – внесение удобрений под посевы; 3 – величина «Bal» (отражает продажи удобрений на внутреннем рынке РФ)

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  $\text{KOH}$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KClO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$  из  $\text{KCl}$ ; 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  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  для производства различных видов смол (карбамидоформальдегидная смола КФМТ-15) и клеев. Кроме того карбамид входит в состав пищевой добавки Е927b, используемой 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 6.18. Данные таблицы 6.18 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. В 2010 году по данным статистики железнодорожных перевозок ОАО «Российские Железные Дороги» закупки аммиачной селитры промышленным сектором выросли на 18% – до 1,08 млн. тонн, а потребление карбамида увеличилось на 22% – до 414 тыс. тонн. В дальнейшем рост потребления прогнозируется на уровне 11% ежегодно. Промышленные потребители остаются наиболее привлекательным сектором на внутреннем азотном рынке, предлагающим более высокие цены и стабильный спрос вне зависимости от сезона.

Таблица 6.18

*Использование продуктов синтеза минеральных удобрений в качестве промышленного сырья*

Годы	Производство, тонн		
	Карбамидные смолы (в пересчете на содержание сухого вещества) <sup>1)</sup>	Карбамидно-фурановые смолы <sup>2)</sup>	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
2010	631890	7993	н/д
2011	734483	8003	н/д

<sup>1)</sup> С 2010г. смолы карбамидоформальдегидные в первичных формах.

<sup>2)</sup> С 2010г. смолы карбамиднофурановые в виде прессовочных масс и прочих первичных материалов.

н/д – нет данных

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 6.19 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.

Таблица 6.19

*Продажи минеральных удобрений сельхозорганизациям и внесение удобрений в пахотные почвы*

Годы	Продажа минеральных удобрений сельхозорганизациям, млн.т. действ. в-ва	Внесение минеральных удобрений в пахотные почвы <sup>1)</sup> , млн.т. 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	н/д	1,3
1999	н/д	1,1
2000	н/д	1,4
2001	н/д	1,3
2002	н/д	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	1,50	1,9
2010	1,83	1,9
2011	2,30 <sup>2)</sup>	2,0

<sup>1)</sup> Внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях

<sup>2)</sup> Соответствует оптовым продажам в физическом весе 4,9 млн. тонн  
([http://www.gks.ru/bgd/regl/b12\\_11/IssWWW.exe/Stg/d2/21-17.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_11/IssWWW.exe/Stg/d2/21-17.htm))

В ходе углубленной проверки Национального кадастра парниковых газов в 2012 году были обсуждены причины расхождения национальных данных о внесении минеральных удобрений в России и данными ФАО. Сравнительная оценка статистики приведена в таблице 6.20. Как следует из данных этой таблицы, разница между национальными данными и данными ФАО более 5% наблюдается для тех лет, по которым ФАО не имеет официальной информации от Российской Федерации и выполняла собственные расчеты на основе балансовой оценки, что указано на их сайте. Таким образом, эти оценки не являются официальными данными. Для лет 1999 и 2001 ФАО не указало, что величины вносимых азотных удобрений получены расчетным путем, однако, учитывая большую разницу с официальными статистическими данными Росстата, эти значения также являются оценочными. В национальном кадастре РФ для расчетов использованы только официальные статистические данные (за исключением 1991 и 1992 гг., в течение которых статистика по удобрениям не разрабатывалась).

Таблица 6.20

*Сравнение данных национальной статистики и данных ФАО по потреблению минеральных азотных удобрений*

Годы	Азотные удобрения, тыс. т действ. в-ва		Разница, %
	Данные национального кадастра	Данные ФАО	
<b>1990</b>	4131,30	—	
<b>1991</b>	3589,70	—	
<b>1992</b>	2974,40	2622,0*	11,8
<b>1993</b>	2160,00	2051,0*	5,0
<b>1994</b>	1253,00	900,0*	28,2
<b>1995</b>	959,90	1000,0*	-4,2
<b>1996</b>	945,60	984,0*	-4,1
<b>1997</b>	983,60	950,0*	3,4
<b>1998</b>	848,40	831,0*	2,1
<b>1999</b>	682,00	959,0	-40,6
<b>2000</b>	959,00	960,0	-0,1
<b>2001</b>	889,00	1090,5	-22,7
<b>2002</b>	965,26	950,0*	1,6
<b>2003</b>	846,33	846,33	0,0
<b>2004</b>	838,27	838,27	0,0
<b>2005</b>	863,24	863,24	0,0
<b>2006</b>	914,66	914,66	0,0
<b>2007</b>	1033,39	1043,75	-1,0
<b>2008</b>	1209,76	1209,76	0,0
<b>2009</b>	1236,767	1236,77	0,0
<b>2010</b>	1192,676	1192,68	0,0
<b>2011</b>	1262,820	1262,820	0,0

\*неофициальные данные ФАО, полученные в результате выполненных в ФАО балансовых расчетов

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 сравни-

тельно 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.

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 6.21). Таким образом, дозы удобрений, использованных под зерновые, имеют растущую тенденцию и могут в определенной степени объяснять увеличение их урожайности.

Таблица 6.21

*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	467,46	16,0	27,9
1996	486,12	17,0	27,8
1997	558,19	19,0	31,5
1998	489,08	17,0	28,4
1999	462,54	16,0	27,8
2000	568,13	20,0	32,3
2001	562,17	22,0	34,0
2002	628,04	25,0	37,0
2003	517,28	24,0	35,2
2004	538,65	26,0	38,7
2005	580,3	29,0	40,1
2006	590,08	31,0	41,3
2007	674,41	35,0	46,7
2008	831,0	40,0	51,9
2009	843,38	40,0	51,8
2010	764,49	41,0	49,7
2011	804,16	42,0	53,1

*Растительные остатки.* В настоящем кадастре для оценки количества азота растительных остатков, который является ведущим источником прямой эмиссии N<sub>2</sub>O от почв, разработан национальная методика (раздел 6.7). Для контроля качества выполненных расчетов нами было проведено сравнение с оценками, выполненными в соответствии с методикой по умолчанию МГЭИК 1997г. (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997) и методикой МГЭИК 2006 года (Руководящие принципы..., 2006). Результаты расчетов приведены на рисунке 6.8.

Как следует из рисунка 6.8, оценки выброса N<sub>2</sub>O от азота растительных остатков, выполненные по национальной методологии для 1990г., 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 1990-2011 гг. (на 42,4%) соответствует тренду сокращения общего сбора валовой продукции в стране



(43,4%). Эта тенденция видна также при сравнении выбросов в 2010 г. и 2011 г., когда увеличение площадей посевов и урожайности культур привели к росту общего валового сбора (см. рис. 6.8). Оценки, выполненные в соответствии с национальной методикой, показывают поступление в почвы более стабильного количества растительных остатков в течение рассматриваемого периода.

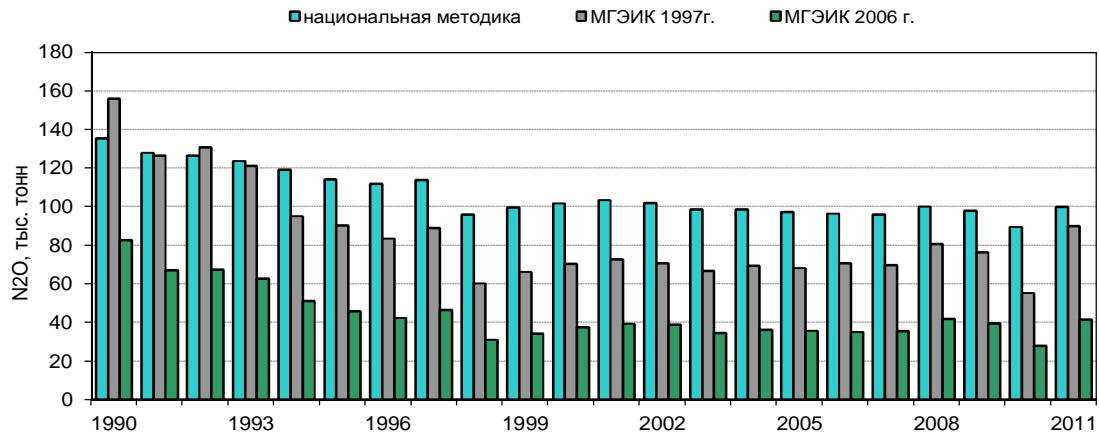


Рис. 6.8. Сравнение оценок выброса  $N_2O$  от азота растительных остатков по методике МГЭИК 1997 года, по Уровню 2 методики МГЭИК 2006 года и по национальной методологии

С 1990 по 2011 гг. площади пахотных земель в стране сократились на 12,5%, в то время как посевные площади сократились на 34,9%. Расчетный выброс  $N_2O$  по национальной методике упал за этот период на 26,3%, 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 2006г. 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 2006г. 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 1997г. оценки растительных остатков проводятся только по двум группам культурных растений: азотфиксирующим и не фиксирующим азот растениям. В методике 2006г. 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 выбросов парниковых газов от сельского хозяйства за период 1990-2010 гг. в связи с уточнением коэффициента преобразования сухого вещества корма крупного рогатого скота и свиней в энергетические единицы (МДж). До настоящего кадастра в расчетах использовалось усредненное значение, равное 18,4 МДж/кг сух. в-ва, в то время как значение коэффициента по умолчанию равно 18,45 МДж/кг сух. в-ва (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Пересчеты выполнены в соответствии с рекомендациями группы экспертов по рецензированию Национального кадастра РФ в 2012г. Уточнение коэффициента привело к пересчету следующих выбросов:

- ✓ выбросы  $\text{CH}_4$  от внутренней ферментации (коровы, крупный рогатый скот (без коров));
- ✓ выбросы  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  в системах сбора и хранения навоза и помета (коровы, крупный рогатый скот (без коров) и свиньи);
- ✓ выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от сельскохозяйственных земель (прямой выброс при внесении органических удобрений; эмиссии от пастбищ и выпасов и косвенный выброс от сельскохозяйственных земель).

Кроме того, в настоящем кадастре уточнены данные по площадям культивируемых органомных почв для всех лет периода 1990-2010г. Для лет 2006-2011 используются статистические данные по доле осушенных земель пашни и многолетних насаждений (см. раздел 6.7). Для остальных лет доля органомных почв получена методом интерполяции между данными для 1990 и 2006г. Выполненные пересчеты привели к увеличению прямого выброса  $\text{N}_2\text{O}$  от культивируемых органомных почв для 2010г. на 86,5%.

В связи с уточнением статистических данных по валовому сбору кукурузы на силос за 2010 г. и сена естественных сенокосов за период 2005-2010 гг. выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от азота растительных остатков для этих лет были пересчитаны.

Выполненные пересчеты привели к следующим изменениям оценок выбросов по сравнению с НДК 2012 года:

1. Выбросы  $\text{CH}_4$  от процессов внутренней ферментации увеличились для 1990г. на 0,79% (779,1 Гг  $\text{CO}_2$  экв) и для 2010 года – на 0,75% (286,3 Гг  $\text{CO}_2$  экв).
2. Выбросы  $\text{CH}_4$  в системах сбора и хранения навоза и помета увеличились для 1990г. на 0,32% (43,9 Гг  $\text{CO}_2$  экв) и для 2010 года – на 1,10% (50,5 Гг  $\text{CO}_2$  экв).

3. Выбросы  $N_2O$  в системах сбора и хранения навоза и помета увеличились для 2010 года на 0,32% (62,3 Гг  $CO_2$  экв).
4. Прямой выброс  $N_2O$  от сельскохозяйственных земель увеличился для 1990г. на 0,008% (8,2 Гг  $CO_2$  экв) и для 2010 года – на 8,91% (4587,6 Гг  $CO_2$  экв).
5. Выбросы  $N_2O$  от навоза пастбищ и выпасов увеличились для 2010 года на 0,51% (23,0 Гг  $CO_2$  экв).
6. Косвенный выброс  $N_2O$  от сельскохозяйственных земель увеличился для 2010 года на 0,25% (44,5 Гг  $CO_2$  экв).
7. В целом выбросы для 1990г. увеличились для 1990г. на 0,26% (831,3 Гг  $CO_2$  экв) и для 2010 года – на 3,69% (5054,0 Гг  $CO_2$  экв).

В ответ на рекомендации группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра выбросов парниковых газов РФ в 2010 году были проведены уточнения расчетов выброса закиси азота от культивируемых органогенных почв (см. выше).

В ответ на рекомендации группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра выбросов парниковых газов РФ в 2011 году в настоящем кадастре помимо пересчетов выполнены следующие улучшения отчетности:

- ✓ исправлены условные обозначения в таблицах ОФД 4F (обозначение для валового сбора культур – вместо «NO» (не происходит) использовано «IE» (включено в таблицах Приложения 3 к настоящему Докладу);
- ✓ исправлены условные обозначения в таблицах ОФД 4E (фракции окисления при сжигании и фракция углерода в сгоревшей биомассе обозначены как “NA” – «не применимо» вместо «NE» (не оценивалось));
- ✓ в тексте главы 6 даны дополнительные объяснения и данные (например, таблица 6.11 по соотношению жидкостных систем хранения навоза и других систем для навоза крупного рогатого скота (без коров) и свиней).

Учитывая, что на момент подготовки настоящего кадастра отчет группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра выбросов парниковых газов РФ в 2012 году был не доступен, усовершенствования были основаны на вопросах экспертов, полученных в ходе проверки. В частности, были улучшены объяснения региональных различий в валовой энергии и коэффициентах выброса метана при внутренней ферментации коров и крупного рогатого скота (без коров), представленных в таблице 6.4. Кроме того, в разделе 6.11 дополнительно приведена сравнительная оценка национальных данных о внесении минеральных удобрений в России и данных ФАО, разница более 5% объяснена в тексте. Также, в настоящем докладе более четко прописаны планируемые усовершенствования в секторе (см. ниже).

В соответствии с планом усовершенствований Российского национального кадастра парниковых газов, в сельскохозяйственном секторе предусматривается следующая работа:

- ✓ проверка изменений, уточнений и исправлений во всей используемой в расчетах статистической информации. При выявлении изменений – выполнение пересчетов;
- ✓ проведение анализа новой научно-исследовательской и справочной литературы, поиск усовершенствованных и/или новых данных, коэффициентов, параметров для уточнения расчетов выбросов в секторе;
- ✓ проведение анализа и выполнение рекомендаций группы экспертов по ежегодной проверке Национального кадастра выбросов парниковых газов РФ;
- ✓ анализ доступности необходимых исходных данных для перехода на методику Руководящих принципов МГЭИК 2006 года (подготовка к отчетности после 2014г.).

## Литература и источники данных

1. Агропромышленный комплекс России: ресурсы, продукция, экономика. Стат. сборник, Новосибирск, РАСХН, 1995, т.1, –260 с.
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 с.
4. Внесение минеральных и органических удобрений под урожай 1994 года. Москва. Госкомстат России, 1995, – 66 с.
5. Внесение удобрений под урожай 1995 года и проведение работ по химической мелиорации земель. Москва, Госкомстат России, 1996, –80 с.
6. Внесение удобрений под урожай 1998 года и проведение работ по химической мелиорации земель. Москва, Госкомстат России, 1999, –81 с.
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. Земельный фонд России на 1 января (2007-2012). Минэкономразвития РФ, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), Москва, 2007-2012.
9. Кормовые нормы и состав кормов: Справочное пособие. Под ред. А.П. Шпакова, В.К. Назарова, И.Л. Певзнера и др. Минск, Ураджай, 1991, –384 с.
10. Куракова Н.Г., Умаров М.М. Роль денитрификации в азотном балансе почв. Агрохимия, 1984, 5, с.118-129.
11. Левин Ф.И. Вопросы окультуривания, деградации и повышения плодородия пахотных почв. –М., МГУ, 1983, –93 с.
12. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. Агрохимия, 1977, № 8, с. 36-42.
13. Ломако, 1992а. Ломако Е.И. К методике оценки хозяйственного баланса азота в посевах многолетних трав. В сб.: Материалы юбилейной научной конференции Казанского сельскохозяйственного института, 1 часть, Казань, Татарское книжное издание, 1992, с. 91-94.
14. Ломако, 1992б. Ломако Е.И. Определение количества растительных остатков в посевах полевых культур по урожаю основной продукции. В сб.: Материалы юбилейной научной конференции Казанского сельскохозяйственного института, 1 часть, Казань, Татарское книжное издание, 1992, с. 89-91.
15. Макаров Б.Н. Влияние некоторых факторов на выделение азота из почвы. Агрохимия, 1967, 10, с.85-90.
16. Макаров Б.Н. Газообразные потери азота почвы и удобрений и приемы их снижения. Агрохимия, 1994, 1, с. 101-114.
17. ОНТП 17-81. Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (ОНТП 17-81). Москва, Колос, 1983, –32 с.
18. Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. IPCC-OECD-IEA, Париж, 1997.
19. Примерные технологические карты по возделыванию сельскохозяйственных культур. Ленинград, Лениздат, 1965, –228 с.
20. Пятое национальное сообщение Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2009.
21. Распределение земельного фонда с.х. угодий РСФСР по группам почв. –М.: Минсельхоз РСФСР, Россельхозхимия, Главное управление землепользования и землеустройства, ВНИ и проектно-технологический институт химизации с.х., 1980, –107с.

22. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. –М.: РАСХН, 1998, –375 с.
23. Романовская А.А. Антропогенная эмиссия закиси азота сельскохозяйственными землями России. Автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Москва, 2000, –19 с.
24. Романовская А.А. Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России. В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2007 (в печати).
25. Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Оценка эмиссии  $N_2O$  от не утилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. //В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. –СПб: Гидрометеиздат, 2002, т.18. с. 276-286.
26. Российский статистический ежегодник. Стат. сборник, Москва, Росстат РФ, 2005-2012, –786 с.
27. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006г. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК-ИГЭС-ОЭСР-МЭА, ИГЕС, Япония, 2006.
28. Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК-ИГЭС-ОЭСР-МЭА, 2000.
29. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1995, – 503с.
30. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1998, – 448с.
31. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 2000, – 414с.
32. Сельское хозяйство в России. Стат. Сборник, Москва, Госкомстат России, 2002, – 448с.
33. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник, Москва, Росстат, 2004, – 478 с.
34. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. Стат. сборник, Москва, Росстат, 2011, – 446 с.
35. Смирнов В.А. Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур. Основные сельскохозяйственные культуры и кормовые угодья. –Л.: ВНИИ кибернетики МСХ СССР, Сев.–Зап. НИИ с/х МСХ РСФСР, 1972, –246 с.
36. 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.
37. Степанов А.Л. Микробная трансформация закиси азота в почвах. Москва, автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, 2000, – 49 с.
38. Торговля в России. Стат. Сборник, Москва, Росстат, 2011, –519 с.
39. Третье национальное сообщение Российской Федерации. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, Москва, 2002, – 158 с.
40. Умаров М.М., Шабаев В.П., Степанов А.Л., Большева Т.Н. Азотфиксирующая и денитрифицирующая активность серой лесной почвы и трансформация азота при внесении азотных удобрений. Агрохимия, 1996, 2, с. 3-10.
41. 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.
42. Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. Красноярск, Красноярский Государственный Университет, 1997, –165 с.
43. 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
44. Christensen S. N<sub>2</sub>O-formation during soil cropping /Denitrification in the nitrogen cycle, New York and London, Plenum press, 1985, pp.135-144.
  45. 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.
  46. 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.
  47. 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.
  48. 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, v.7, 1, pp. 31-43.
  49. Romanovskaya A.A., Gytarsky M.L., Karaban' R.T., Nazarov I.M. 2004. Nitrous oxide emission from residues of agricultural crops in Russia within 1990-2002. In Proceedings of 3<sup>rd</sup> International Nitrogen Conference, 12-16 October 2004, Nanjing, China, pp.740-743.
  50. 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.
  51. Svensson B.H., Klemetsson L., Rosswall T. Preliminary field denitrification studies on nitrate- fertilized and nitrogen- fixing crops. Denitrification in the nitrogen cycle, New York and London, Plenum press, 1985, pp.157-170.
  52. 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 разделе приведены исходные данные и результаты расчетов выбросов и стока парниковых газов в результате антропогенной деятельности при землепользовании, изменении землепользования и в лесном хозяйстве (ЗИЗЛХ) с 1990 по 2011 годы включительно. Согласно Решению Девятой Конференции Сторон РКИК (13/СР.9), инвентаризация парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ 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;
- ✓ другие земли.

МГЭИК выделяет основные резервуары (пулы), изменения в которых могут сопровождаться выбросами или поглощением парниковых газов. Эти резервуары, включающие биомассу (надземный и подземный пулы), мертвое органическое вещество и почвы, должны учитываться в ежегодных национальных кадастрах парниковых газов стран, включенных в Приложение I к РКИК ООН. (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 *земельным 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 (по 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, земель запаса и водного фонда.

Таблица 7.1

Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям<sup>1)</sup>

Категории земель	Динамика площадей по годам, млн. га <sup>2)</sup>															Изменения <sup>4)</sup>	
	1990	1995	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011г. к 2010г.	2011г. к 1990г.
Земли, используемые сельскохозяйственными предприятиями и гражданами <sup>3)</sup>	639,2	656,7	642,4														
Земли сельскохозяйственного назначения			455	406,0	397,9	400,8	393,2	401,0	401,6	402,6	403,2	402,3	400	393,4	389,0	-4,4	-250,2
Земли населенных пунктов	7,5	38,7	20,9	18,7	18,8	18,9	19,1	19,1	19,1	19,1	19,2	19,4	19,5	19,6	19,7	0,1	12,2
Земли промышленности и иного специального назначения	15,9	17,6	17,6	17,3	17,2	17,1	17,0	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,8	16,8	16,9	0,1	1,0
Земли особо охраняемых территорий и объектов	17,4	28,9	31,6	32,0	34,1	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,4	34,4	34,8	34,9	36,5	1,6	19,1
Земли лесного фонда	895,4	843,8	858,9	1096,8	1102,4	1103,1	1104	1104,8	1104,9	1104,9	1105	1106,5	1108,4	1115,8	1120,9	5,1	225,5
Земли водного фонда	4,1	19,4	19,9	27,8	27,8	27,8	27,7	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	28,0	28,0	28,0	0,0	23,9
Земли запаса	130,2	104,7	118,5	111,2	111,6	107,9	114,6	106,1	105,4	104,4	103,4	102,6	102,3	101,3	98,8	-2,5	-31,4
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	0,0

<sup>1)</sup> По данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии на конец года.

<sup>2)</sup> Площади за 1991-1994, 1996-1997, 1999 гг. представлены в предыдущих НДК.

<sup>3)</sup> 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.).

<sup>4)</sup> С учетом округления до млн. га.



Площади *категорий* земель сельскохозяйственного назначения и земли запаса сократились с 1990 года на 39,1 и 24,1% соответственно. Земли водного фонда, земли населенных пунктов, земли особо охраняемых территорий и лесного фонда увеличились соответственно на 582,9; 162,7; 109,8 и 25,2%. Площади земель промышленности увеличились незначительно в течение рассматриваемого периода (увеличение на 6,3%).

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 обработанных, 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 Государственных (национальных) докладов о состоянии и использовании земель в 2003-2010 гг. с 1990г. в границах территории Российской Федерации отмечалось выбытие сельскохозяйственных угодий из оборота при сокращении общей площади пахотных угодий. В 2011г. наблюдалось небольшое увеличение площади пахотных угодий, по-видимому, за счет ранее выбывших площадей. Значительные площади бывших пахотных угодий переводились в кормовые угодья, залежь и земли запаса, а 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* в большей степени соответствуют категориям МГЭИК.

Динамика площадей *угодий* и общая площадь земельного фонда Российской Федерации за период с 1990 по 2011 гг. приведена в таблице 7.2. В 2010 г. площадь земельного фонда Российской Федерации увеличилась на 0,4 тыс. га за счет включения земель водного фонда (акватория Финского залива) в границы г. Санкт-Петербурга. Данное изменение границы города федерального значения Санкт-Петербурга утверждено Постановлением Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от 16.12.2009 №490-СФ «Об утверждении изменения границы города федерального значения Санкт-Петербурга». В соответствии с данными Росреестра площадь земельного фонда Российской Федерации по состоянию на 01.01.2012 составляет 1709824,6 тыс. га без учета внутренних морских вод и территориального моря.

В соответствии с требованиями отчетности для Сторон Приложения I РКИК и на основании рекомендаций групп экспертов по углубленной проверке Национальных кадастров РФ, поданных 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. в целом на основе доступных данных и информации, содержащейся в отчетах Росреестра и Рослесхоза. Ежегодные матрицы перевода земель за 2010 и 2011 годы составлены на основе детализированных данных Росреестра (Земельный фонд РФ, 2011; 2012). При этом учитывалось, что:

- ✓ по данным Росреестра (Государственный (национальный) доклад..., 2004-2011) преимущественный перевод пахотных угодий осуществлялся в кормовые угодья, болотные и другие земли, а также в земли населенных пунктов;
- ✓ 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, перевода 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;
- ✓ по данным Росреестра перевод земель, в частности лесных и сельскохозяйственных угодий, осуществляется под нужды промышленного и транспортного строительства, прокладки трубопроводов и другое строительство (Государственный (национальный) доклад..., 2010). Этот вид землепользования учтен в категории МГЭИК земли поселений;
- ✓ значительные площади угодий переводятся из категории или в категорию *другие* земли (в соответствии с классификацией МГЭИК).

Таблица 7.2.

Площади земельных угодий в РФ в соответствии с категориями МГЭИК за период с 01.01.1990 по 01.01.2012, тыс. га<sup>1)</sup>

Типы земельных угодий	Динамика площадей по годам, тыс. га <sup>2)</sup>													Изменения	
	1990	1995	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011 г. к 2010 г.	2011 г. к 1990 г.
<b>5.А Лесные земли (ЛЗ)</b>	<b>778537,5</b>	<b>818091,7</b>	<b>857645,8</b>	<b>873467,5</b>	<b>881378,3</b>	<b>889289,2</b>	<b>897200,0</b>	<b>897300,0</b>	<b>897300,0</b>	<b>897317,0</b>	<b>897334,0</b>	<b>897334,8</b>	<b>897499,7</b>	<b>164,9</b>	<b>118962,2</b>
5.А.1 Лесные земли, остающиеся ЛЗ	778444,5	778253,8	778114,5	778065,9	778032,6	777997,5	777962,9	777946,1	777918,4	777875,1	777835,3	777796,6	777760,3	-36,3	-684,1
– управляемые	609470,4	614795,4	614719,1	615254,7	616951,3	619447,6	620564,1	620564,1	620553,4	620929,3	664010,1	665964,2	661403,2	-4561,0	51932,8
– неуправляемые	168974,0	163458,4	163395,4	162811,2	161081,3	158549,9	157398,8	157382,0	157365,0	156945,8	113825,2	111832,4	116357,1	4524,7	-52616,9
5.А.2 Земли, переустроенные в ЛЗ	93,0	39837,9	79531,4	95401,6	103345,7	111291,7	119237,1	119353,9	119381,6	119441,9	119498,7	119538,2	119739,4	201,2	119646,3
<b>5.В Пахотные земли</b>	<b>132532,5</b>	<b>120962,4</b>	<b>103554,3</b>	<b>100547,4</b>	<b>95373,1</b>	<b>94039,2</b>	<b>91402,9</b>	<b>89752,0</b>	<b>88974,1</b>	<b>91256,7</b>	<b>92374,1</b>	<b>90430,5</b>	<b>91232,4</b>	<b>802,0</b>	<b>-41300,1</b>
<b>5.С Луговые угодья (ЛУ)</b>	<b>89106,1</b>	<b>98135,7</b>	<b>114010,9</b>	<b>115980,5</b>	<b>121001,0</b>	<b>121902,0</b>	<b>123946,8</b>	<b>124933,4</b>	<b>125127,4</b>	<b>121837,7</b>	<b>120357,1</b>	<b>122301,9</b>	<b>121541,5</b>	<b>-760,4</b>	<b>32435,4</b>
5.С.1 Луговые угодья, остающиеся ЛУ	87938,5	86692,8	87954,5	87715,3	87960,4	87826,5	87582,5	87299,8	86976,0	86333,0	86332,3	86330,2	86247,3	-83,0	-1691,2
– управляемые (сенокосы и пастбища)	80139,0	78669,0	72642,0	71577,0	71471,0	70918,0	70481,6	70053,5	70092,0	70297,0	70021,1	70103,7	70179,5	75,8	-9959,5
– неуправляемые	7799,5	8023,8	15312,5	16138,3	16489,4	16908,5	17100,9	17246,3	16884,0	16036,0	16311,2	16226,5	16067,8	-158,8	8268,3
5.С.2 Земли, переведенные в ЛУ <sup>3)</sup>	1167,6	11442,9	26056,4	28265,2	33040,6	34075,5	36364,3	37633,6	38151,4	35504,7	34024,8	35971,7	35294,2	-677,5	34126,6
<b>5.Д Водно-болотные угодья</b>	<b>179295,0</b>	<b>191307,1</b>	<b>203319,3</b>	<b>208124,1</b>	<b>210526,6</b>	<b>212929,0</b>	<b>215331,4</b>	<b>217733,9</b>	<b>220136,3</b>	<b>222538,7</b>	<b>225055,1</b>	<b>225053,3</b>	<b>225053,7</b>	<b>225068,9</b>	<b>15,2</b>
5.Д.1 Водно-болотные угодья (ВБУ), остающиеся ВБУ	177015,8	177585,6	178155,4	178383,3	178497,2	178611,2	178725,1	178839,1	178953,0	179067,0	179294,9	181572,3	181572,7	183861,2	2288,5
– управляемые ВБУ <sup>4)</sup>	316,6	309,6	261,0	246,5	235,0	228,3	223,1	222,2	218,7	215,2	211,6	208,1	208,1	204,6	-3,5
– неуправляемые ВБУ	176699,2	177276,0	177894,3	178136,8	178262,2	178382,9	178502,0	178616,9	178734,4	178851,8	179083,3	181364,2	181364,6	183656,6	2292,0
5.Д.2 Земли, переведенные в ВБУ	2279,2	13721,6	25163,9	29740,9	32029,3	34317,8	36606,3	38894,8	41183,2	43471,7	45760,2	43481,0	43481,0	41207,7	-2273,3
<b>5.Е Поселения (П)</b>	<b>9152,7</b>	<b>10377,4</b>	<b>11535,6</b>	<b>11999,9</b>	<b>12230,6</b>	<b>12463,1</b>	<b>12695,1</b>	<b>12930,4</b>	<b>13166,1</b>	<b>13406,9</b>	<b>13644,0</b>	<b>13682,7</b>	<b>13718,8</b>	<b>36,1</b>	<b>4566,1</b>
5.Е.1 Поселения, остающиеся П	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9152,7	9401,9	249,1	321,5
5.Е.2 Земли, переустроенные в П	72,4	1297,0	2455,3	2919,5	3150,2	3382,7	3614,7	3850,0	4085,7	4326,5	4563,6	4530,0	4316,9	-213,0	4244,6
<b>5.Ф Прочие земли (ПЗ)</b>	<b>521200,4</b>	<b>470949,9</b>	<b>419758,2</b>	<b>399704,7</b>	<b>389314,6</b>	<b>379201,7</b>	<b>369248,0</b>	<b>367175,6</b>	<b>365120,2</b>	<b>363467,2</b>	<b>361060,2</b>	<b>361021,0</b>	<b>360763,3</b>	<b>-257,7</b>	<b>-160437,1</b>
5.Ф.1 Прочие земли, остающиеся ПЗ	521200,4	470492,9	418844,3	398608,0	388126,5	377922,2	367877,1	365712,3	363566,6	361822,1	359323,4	359282,8	359116,2	-166,6	-162084,1
5.Ф.2 Земли, переведенные в ПЗ	0,0	457,0	913,9	1096,7	1188,1	1279,5	1370,9	1462,3	1553,7	1645,1	1736,5	1738,3	1647,1	-91,2	1647,1
<b>Всего земель</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,2</b>	<b>1709824,6</b>	<b>1709824,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>

<sup>1)</sup> На основе данных Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии на конец года.<sup>2)</sup> данные за 1991-1994, 1996-1999, 2001 годы представлены в предыдущих национальных докладах о кадастре парниковых газов.<sup>3)</sup> суммарная площадь земель, переведенных в управляемые и неуправляемые луговые угодья.<sup>4)</sup> торфоразработки

Учитывая вышеизложенную информацию, при составлении матрицы земель РФ за период 1990-2009 мы приняли несколько условных допущений:

- ✓ неиспользуемые пахотные угодья, определяемые 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%) перешла в неуправляемые луговые угодья; еще 33% переводится в другие земли; и 2% брошенной пашни может вторично заболачиваться, т.е. перешла в водно-болотные угодья;
- ✓ 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 в целом за период с 1990 по 2009 год (см. Национальный доклад о кадастре парниковых газов РФ, 2011). Ежегодные матрицы перевода земель за 2010 и 2011 годы составлены на основе детализированных данных Росреестра (Земельный фонд РФ, 2011; 2012). Сводные данные по конверсии земель за 1990-2011 гг. включительно приведены в таблице 7.3. В таблице 7.4 приведена ежегодная матрица конверсии земель в России, разработанная для 2011 года.

При разработке ежегодных матриц конверсии земель для 1990-2009 гг. для оценки площадей, переведенных в категорию водно-болотных угодий, земель поселений и других земель был применен метод интерполяции на основе суммарной переведенной площади за этот период. Площади управляемых и неуправляемых угодий по всем типам, приведенные в соответствующих таблицах Общей формы доклада (ОФД), откорректированы в соответствии с разработанными ежегодными матрицами перевода земель, а также проверены на соответствие общей площади страны. Площади постоянных угодий категорий водно-болотных угодий, земель поселений и других земель в ОФД для 1990-2009 гг. определены как разница между их общей ежегодной площадью и значениями площадей переведенных угодий.

Матрица земельных угодий для 2011 года составлена на основе доступных статистических данных, полученных из отчетных материалов Росреестра (Земельный фонд РФ на 1 января 2012 г.), Рослесхоза и Росстата. Площади лесных земель, переведенные в земли поселений в 1990-1991 гг., были учтены в категории постоянных земель поселений, т.к. истек период конверсии, принятый по умолчанию равным 20 годам (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). В постоянные площади других земельных угодий также были включены земли, переведенные в них в 1990 г. Исключение составили пахотные земли, переведенные в лесные земли, а также пахотные земли, переведенные в кормовые угодья, для которых принят национальный период конверсии – 50 лет (см. раздел 7.4.3.2).

В соответствии с требованиями методических руководств МГЭИК, в частности (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), в национальных кадастрах Сторон Приложения I РКИК оцениваются только антропогенные выбросы и поглощение парниковых газов, т.е. оценки производятся только для категорий управляемых земель, а также земель, переведенных в них при условии антропогенного характера изменений.

Таблица 7.3

Перевод площадей земель по категориям МГЭИК в РФ за период с 01.01.1990 по 01.01.2012, тыс. га

Типы земельных угодий	Было на 01.01.1990	Изменение площадей								Итого измене-ние <sup>5)</sup>	Стало на 01.01.2012
		Лесные земли		Пахот-ные зем-ли (управл.)	Луговые угодья		Водно-болотные угодья	Земли поселе-ний	Другие земли		
		управл.	неуправл.		управл. (сенокосы и пастбища)	не-управл.					
Лесные земли – управляемые <sup>1)</sup>	609563,5		52404,7	565,9	0,0	0,0	0,0	-565,0	0,0	52405,6	661969,1
– неуправляемые	168974,0	-52404,7		0,0	0,0	2768,1	0,0	-322,5	116515,6	66556,6	235530,6
Пахотные земли (управляемые)	132532,5	-565,9	0,0		-29433,7	-5709,4	-176,0	-3678,8	-1736,2	-41300,1	91232,4
Луговые угодья – управляемые (се-нокосы и пастби-ща) <sup>2)</sup>	81306,6	0,0	0,0	29433,7		-11047,7	0,0	0,0	0,0	18386,1	99692,7
– неуправляемые <sup>2)</sup>	7799,5	0,0	-2768,1	5709,4	11047,7		0,0	0,0	60,3	14049,3	21848,8
Водно-болотные угодья <sup>3)</sup>	179295,0	0,0	0,0	176,0	0,0	0,0		0,0	45597,5	45773,9	225068,9
Земли поселений <sup>4)</sup>	9152,7	565,0	322,5	3678,8	0,0	0,0			-0,2	4566,1	13718,8
Другие земли	521200,4	0,0	-116515,6	1736,2	0,0	-60,3	-45597,5	0,2		-160437,1	360763,3
Итого земель в Российской Фе-дерации	1709824,2	-52405,6	-66556,6	41300,1	-18386,1	-14049,3	-45773,5	-4566,1	160437,1	0,4	1709824,6

<sup>1)</sup> Площади облесения включены в общую площадь управляемых лесных земель.<sup>2)</sup> Включая земли, переведенные из пахотных угодий.<sup>3)</sup> Включая управляемые и неуправляемые водно-болотные угодья.<sup>4)</sup> Включая земли под дорогами, инфраструктурой и т.д. и земли, переведенные в поселения.<sup>5)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по строкам в результате округления

Таблица 7.4

Перевод площадей земель по категориям МГЭИК в РФ за период с 01.01.2011 по 01.01.2012, тыс. га

Типы земельных угодий	Было на 01.01.2011	Изменение площадей								Итого изменение <sup>5)</sup>	Стало на 01.01.2012
		Лесные земли		Пахотные земли (управл.)	Луговые угодья		Водно-болотные угодья	Земли поселений	Другие земли		
		управл.	неуправл.		управл. (сенокосы и пастбища)	неуправл.					
Лесные земли – управляемые <sup>1)</sup>	666524,4		-4537,6	5,7				-23,4		-4555,3	661969,1
– неуправляемые	230810,4	4537,6				4,5		-12,9	190,9	4720,2	235530,6
Пахотные земли (управляемые)	90430,5	-5,7			807,7					802,0	91232,4
Луговые угодья – управляемые (сенокосы и пастбища) <sup>2)</sup>	100346,1			-807,7		154,3				-653,4	99692,7
– неуправляемые <sup>2)</sup>	21955,8		-4,5	0,0	-154,3				51,8	-107,0	21848,8
Водно-болотные угодья <sup>3)</sup>	225053,7								15,2	15,2	225068,9
Земли поселений <sup>4)</sup>	13682,7	23,4	12,9	0,0					-0,2	36,1	13718,8
Другие земли	361021,0		-190,9	0,0	0,0	-51,8	-15,2	0,2		-257,7	360763,3
Итого земель в Российской Федерации	1709824,6	4555,3	-4720,2	-802,0	653,4	107,0	-15,2	-36,1	257,7	0,0	1709824,6

<sup>1)</sup> Площади облесения включены в общую площадь управляемых лесных земель.<sup>2)</sup> Включая земли, переведенные из пахотных угодий (кроме 1990 г.).<sup>3)</sup> Включая управляемые и неуправляемые водно-болотные угодья.<sup>4)</sup> Включая земли под дорогами, инфраструктурой и т.д.<sup>5)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по строкам в результате округления

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, изменении 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 уменьшением объема 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, управляемых водно-болотных угодий (торфоразработки) и земель переустроенных из пахотных в земли поселений, а также данные о поглощении  $CO_2$  на землях постоянных сенокосов и пастбищ и землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья (рис. 7.2).

Динамика выбросов диоксида углерода при землепользовании определяется в основном балансом углерода на пахотных землях. В 2011г. выброс  $CO_2$  от пахотных земель составил 82,25 млн. т, что значительно меньше уровня 1990г. и обусловлено сокращением площади пахотных угодий (рис. 7.1). Относительно небольшой вклад в выбросы парниковых газов вносят перевод пахотных земель в поселения, известкование, осушение органических почв и торфоразработки, которые сгруппированы на рисунке 7.1 как «прочие источники».

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 2011 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 соответствующих таблицах ОФД, сектор 5.

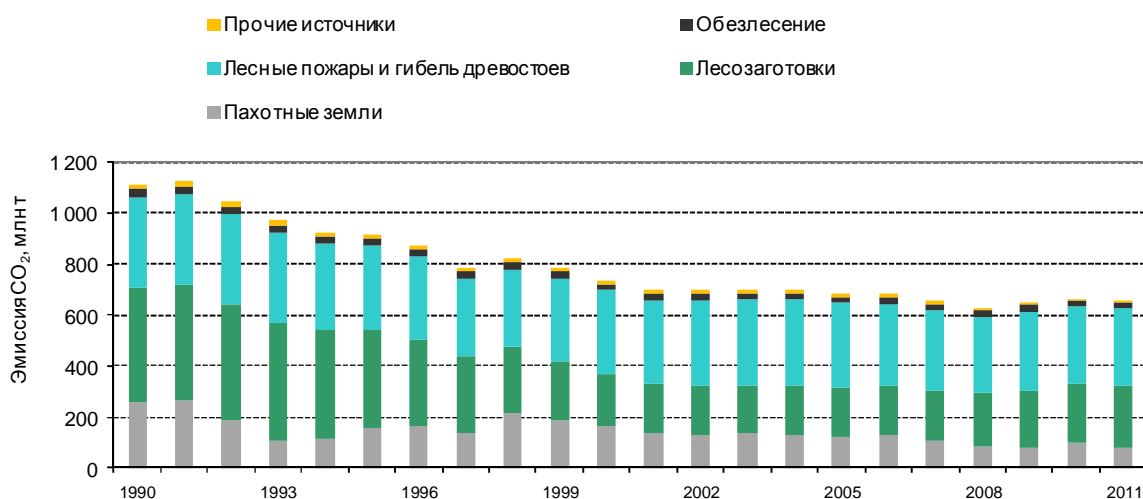


Рис. 7.1. Суммарная эмиссия парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

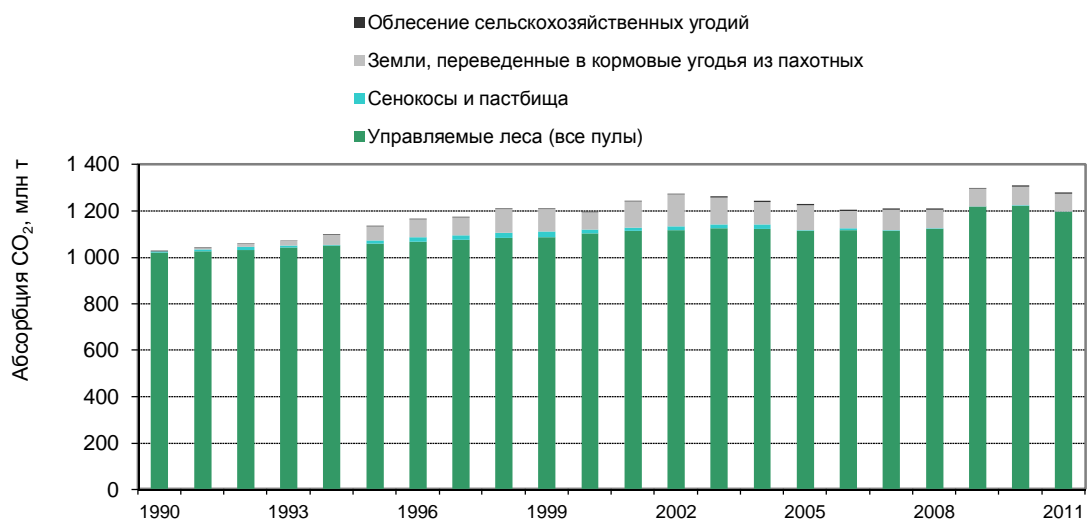


Рис. 7.2. Абсорбция  $CO_2$  в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

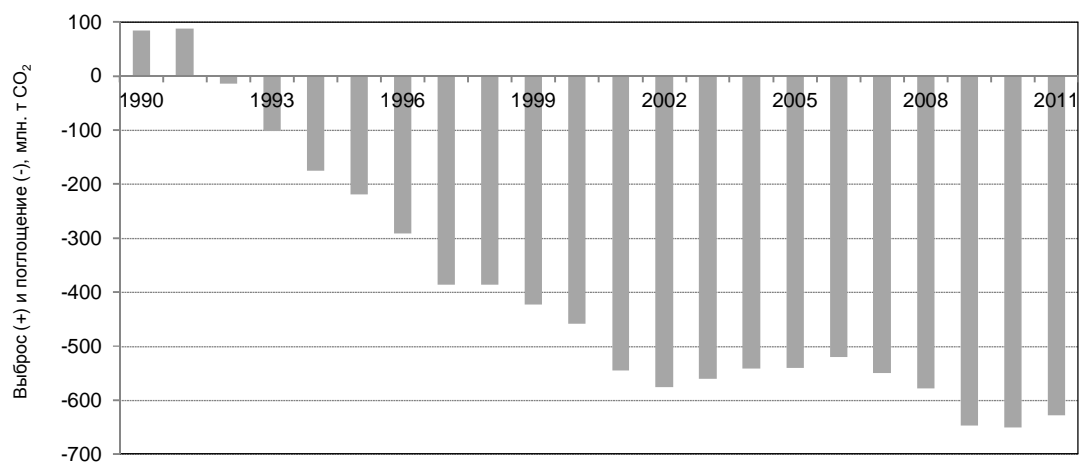


Рис. 7.3. Баланс  $CO_2$  в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»



Таблица 7.5

Выбросы (+) и абсорбция (-) парниковых газов в лесном хозяйстве, при землепользовании и изменении в землепользовании  
по источникам за 1990-2011 гг. (Гг CO<sub>2</sub>-экв.)

Годы	Источники (+)/поглотители (-)										Всего <sup>2)</sup>
	Абсорбция управляемыми лесами <sup>1)</sup>	Выброс N <sub>2</sub> O от осушения лесных почв, CO <sub>2</sub> -экв.	Облесение сельскохозяй- ственных уго- дий	Мгновенная эмис- сия CH <sub>4</sub> и N <sub>2</sub> O от пожаров, CO <sub>2</sub> - экв.	Известко- вание	Пахотные земли	Сенокосы и пастбища		Торфораз- работки	Перевод лесов и пашни в земли поселений	
							Постоянные	Перевод из пашни			
1990	-231 575	254	-203	18 576	9 671	258 901	-7 020	-412	147	36 175	84 514
1991	-235 362	254	-582	17 026	8 932	268 055	-8 102	-5 653	147	43 308	88 023
1992	-238 464	254	-1 103	17 258	7 823	184 792	-12 894	-15 711	146	43 807	-14 092
1993	-244 029	254	-1 587	17 398	5 636	106 860	-7 605	-22 795	145	43 742	-101 980
1994	-303 278	254	-2 007	16 267	3 018	117 944	-4 253	-43 612	145	40 545	-174 977
1995	-362 617	254	-2 365	15 411	1 910	161 396	-15 328	-59 529	144	41 404	-219 321
1996	-422 155	254	-2 738	19 670	1 355	168 225	-19 739	-77 176	143	40 220	-291 940
1997	-482 023	254	-3 098	15 754	1 016	138 749	-18 144	-78 934	140	39 491	-386 796
1998	-542 176	254	-3 468	25 149	708	215 358	-21 260	-99 552	129	38 253	-386 605
1999	-545 848	246	-3 690	16 591	770	189 390	-23 511	-95 412	112	38 248	-423 104
2000	-586 147	238	-3 915	18 665	862	162 962	-16 107	-73 244	121	38 638	-457 927
2001	-605 094	230	-4 139	17 968	832	134 256	-15 859	-111 005	118	37 838	-544 854
2002	-610 923	222	-4 417	20 098	765	132 862	-16 618	-135 570	115	37 393	-576 073
2003	-619 010	215	-4 657	23 143	793	134 052	-18 058	-114 246	109	36 981	-560 679
2004	-608 840	215	-4 764	16 728	726	132 560	-20 320	-95 132	106	36 826	-541 896
2005	-604 120	215	-4 855	17 859	696	122 446	-4 834	-104 558	104	36 516	-540 532
2006	-617 117	215	-4 953	20 343	721	128 078	-9 408	-74 845	103	36 563	-520 302
2007	-617 960	215	-5 121	18 117	632	107 947	-2 667	-87 513	102	36 068	-550 180
2008	-635 231	212	-5 289	20 428	710	85 072	-1 487	-79 704	100	36 728	-578 461
2009	-699 659	212	-5 253	21 743	555	77 196	-1 916	-74 985	98	35 404	-646 606
2010	-704 814	212	-5 167	19 462	631	99 447	-3 475	-80 121	97	23 115	-650 613
2011	-669 609	212	-5 083	19 452	622	82 247	-645	-77 978	95	22 254	-628 435

<sup>1)</sup> За вычетом потерь углерода от лесозаготовок и гибели лесных насаждений от деструктивных лесных пожаров и прочих причин.

<sup>2)</sup> Итоговые значения могут незначительно отличаться от сумм по строкам в результате округления

## 7.2 Характеристика источников и поглотителей парниковых газов

### 7.2.1 Лесные земли

Земли лесного фонда России – 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, в период 1988-1998 гг. проводился раз в пятилетие (1988, 1993, 1998), сопровождаясь формированием базы данных и изданием справочников (Лесной фонд СССР, 1990-1991; Лесной фонд России, 1995, 1999). В период 1999-2007 гг. государственный учет лесного фонда проводился ежегодно, сопровождаясь формированием базы данных. Последний справочник по лесному фонду был издан в 2003 году (Лесной фонд России, 2003). С 2008 года Лесным кодексом введен Государственный лесной реестр, заменивший государственный учет лесного фонда. Начиная с 2008 года данные Государственного лесного реестра ежегодно обновляются. Ведение Государственного лесного реестра и хранение архивных баз данных государственных учетов лесного фонда осуществляет ФГУП «Рослесинфорг».

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). В настоящее время основная часть земель лесного фонда находится в ведении Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз), входящего в состав Министерства природных ресурсов РФ.

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 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 ранее был 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 2007г. 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 обес-

печению 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 уход за лесом; охрана и защита лесов от пожаров и прочих причин гибели лесных насаждений; определение оптимального размера лесозаготовок (расчетная лесосека); сплошные и выборочные рубки, 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 лесных земель России приведены в таблице 7.2. По данным Росреестра и Рослесхоза по состоянию на 01.01.2011 г. лесные земли Российской Федерации охватывали 897,3 млн. га, а лесные земли, входящие в лесной фонд – 863,1 млн. га или 96,2% лесных земель страны. Запас стволовой древесины на землях лесного фонда оценивался в 79,9 млрд. м<sup>3</sup>. Площадь управляемых лесов России составила 661,4 млн. га или 73,7% лесных земель страны, а их запас – 68,4 млрд. м<sup>3</sup>, или 85,6% 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).

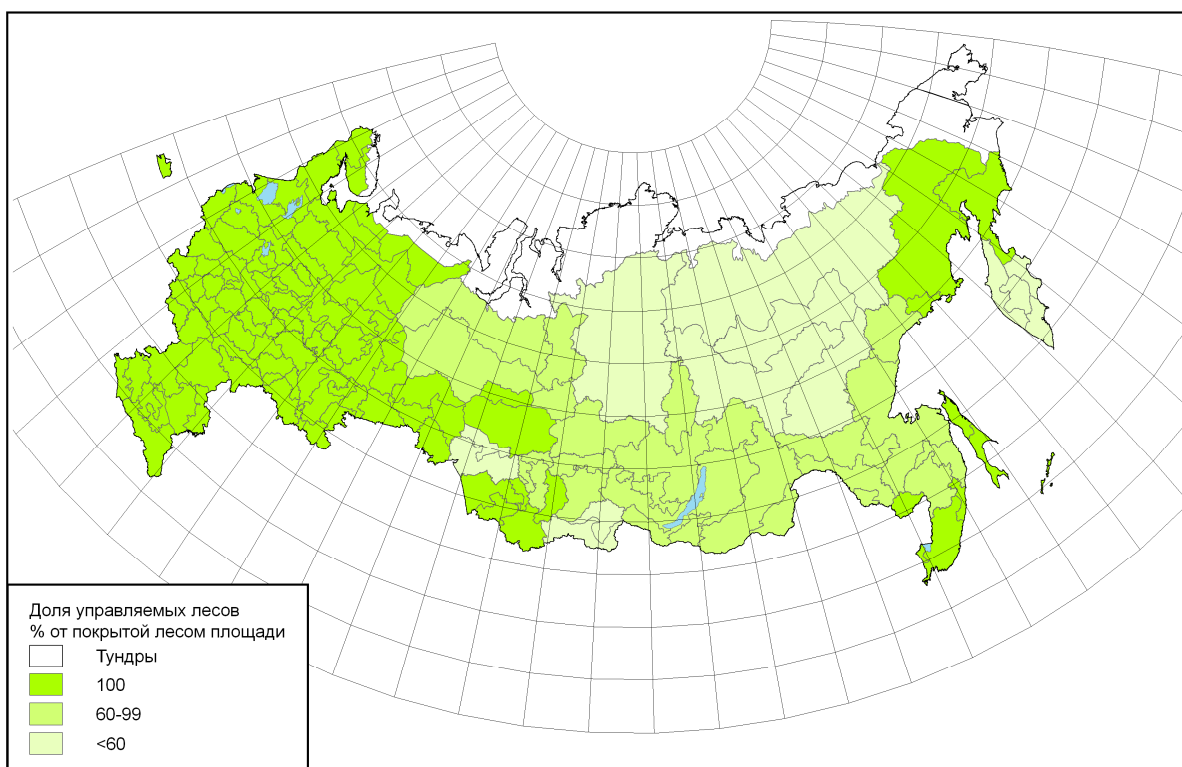
### **7.2.2 Пахотные земли**

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  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$ , причем выброс  $\text{CO}_2$  может быть обусловлен пространственно-временной динамикой биомассы сельскохозяйственных культур, дыханием почвы, внесением известняковой муки и других известковых материалов. Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  связаны с внесением удобрений и изменениями физико-химических свойств почв при их конверсии в сельскохозяйственные земли, а выбросы  $\text{CH}_4$  обусловлены культивацией торфяников (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997; Руководящие указания по эффективной практике, 2000; Руководящие указания по эффективной практике, 2003). При этом данные о выбросах парниковых газов должны представляться отдельно для постоянно обрабатываемых земель и земель, переведенных в сельскохозяйственные земли. Оценка выброса  $\text{CO}_2$  от пахотных земель приводится в разделе 7.4.2. Перевода новых земель в пахотные угодья в РФ за период с 1990 по 2010 гг. не проводилось, поэтому соответствующие таблицы ОФД заполнены стандартным указателем «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 года назад. Таким образом, возможные изменения в запасах углерода всех пулов на эти землях в связи с конверсией земель крайне незначительны и ими можно пренебречь. Согласно статистическим данным в 2011 году около 808 тыс. га пастбищных земель были вновь распаханы. При этом, так же, как и для 2008-2009 гг. было принято, что распашке подверглись недавно выведенные пахотные угодья, которые были использованы как пастбищные в течение не более 2-3х лет. За этот период значительных изменений в запасах углерода почв и других пулов, связанных с конверсией земель, не произошло. Поэтому все изменения почвенного углерода на данных площадях учтены в категории пахотные земли, остающиеся пахотными землями, а для соответствующей таблицы ОФД для 2011г. использованы стандартные указатели «оценены в другом месте» («IE»).

### **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

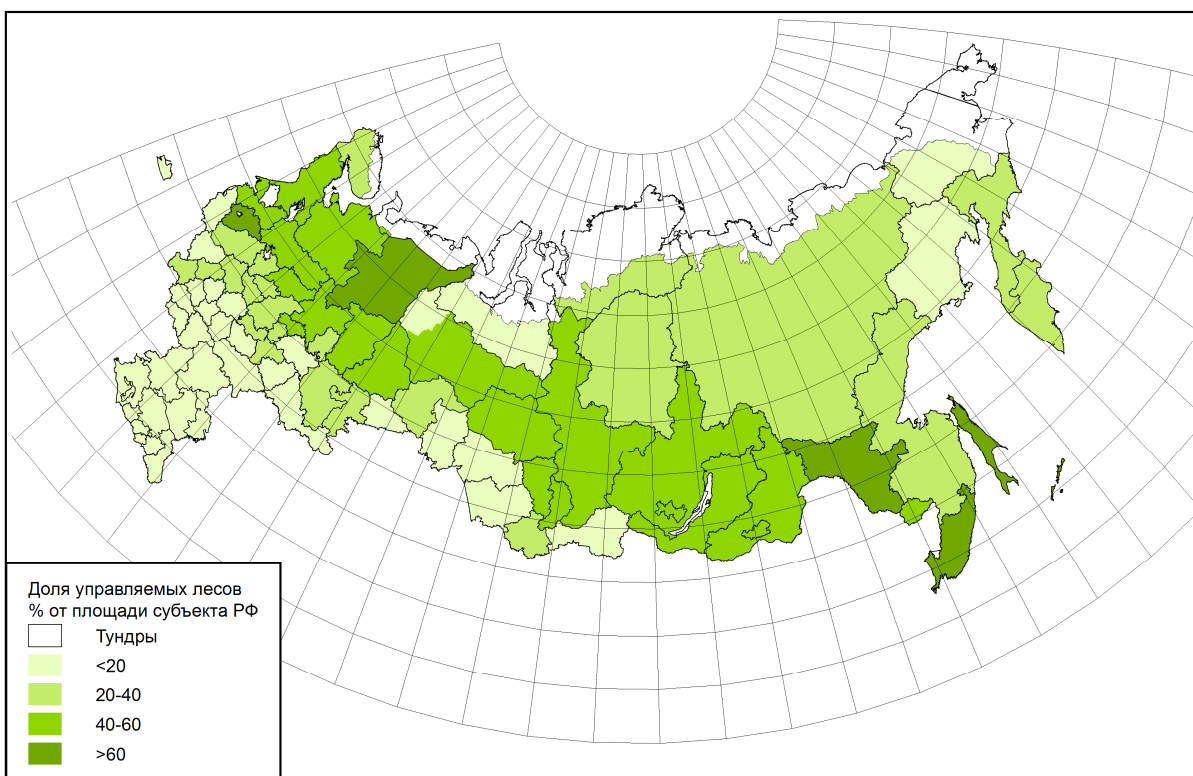


Рис. 7.4. Схема расположения управляемых лесов территории Российской Федерации: А – доля управляемых лесов от покрытых лесом земель; Б – доля управляемых лесов от площади субъекта РФ

#### **7.2.4 Земли поселений, водно-болотные угодья и другие земли. Оценка запасов углерода в изделиях из древесины и другой продукции деревообработки**

Согласно Решению Девятой Конференции Сторон РКИК (13/СР.9), расчеты по этим категориям МГЭИК не носят обязательный характер.

Однако, в Национальном кадастре РФ в категории постоянных водно-болотных угодий, управляемых земель, приведены оценки выбросов углекислого газа и закиси азота при торфоразработках (раздел 7.4.4).

Оценка запасов углерода в изделиях из древесины и другой продукции деревообработки включены в общие оценки по лесным землям на основании допущения по умолчанию о мгновенных полных потерях углерода при рубках. Поэтому в соответствующих таблицах ОФД использован стандартный указатель «включено в другом месте» («IE»).

Оценки выбросов по землям, переведенным из лесных в земли поселений в результате обезлесения приведены в разделе 7.4.5.2 и соответствующих таблицах ОФД.

Кроме того, в настоящем кадастре впервые приведены результаты расчетов изменений запасов почвенного углерода при конверсии земель пахотных угодий в земли поселений (раздел 7.4.5). Впервые проведен анализ возможного изменения запасов углерода на землях, переведенных в категорию водно-болотных угодий, а также постоянных землях поселений (см. разделы 7.4.4 и 7.4.5).

### **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 – систематизированного свода информации о лесах (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 лесного реестра и специальные формы представления

данных утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 мая 2007г. № 318.

Первичный учет лесного фонда осуществлялся при очередном лесоустройстве, которое проходило 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 проводился 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 зарастивание не покрытых лесной растительностью земель, естественный ход роста древостоев, изменение состава насаждений рубками ухода, повреждение древостоев стихийными бедствиями и т.д. Оформление первичной документации в 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.

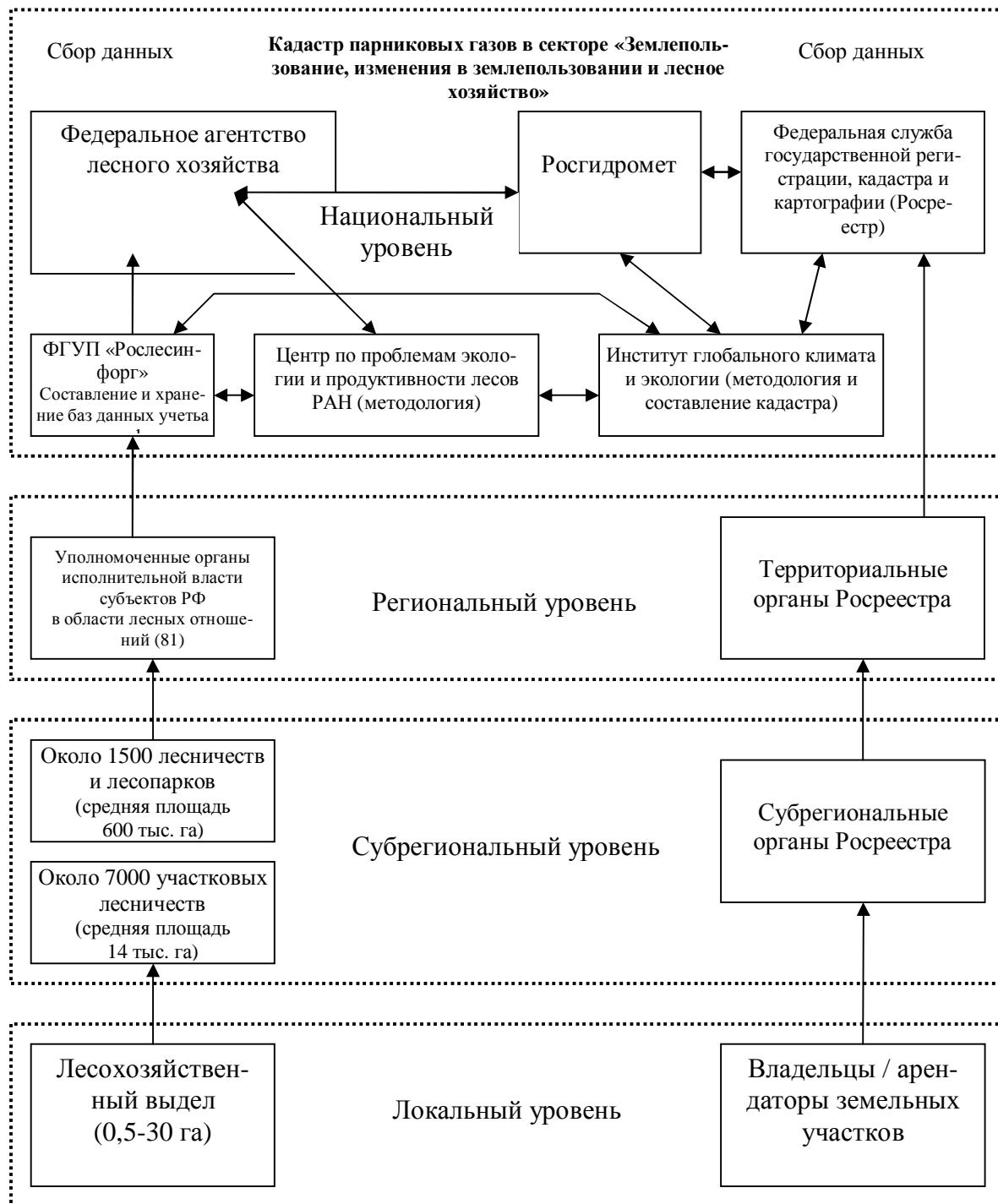


Рис. 7.5. Элементы национальной системы Российской Федерации по оценке выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение в землепользовании и лесное хозяйство», включая сбор данных о деятельности



## **7.4 Методика расчетов, данные о деятельности, параметры и величины выбросов и их верификация**

### **7.4.1 Лесные земли (раздел 5.А ОФД)**

#### **7.4.1.1 Лесные земли, остающиеся лесными землями (раздел 5.А.1 ОФД)**

##### **7.4.1.1.1 Методика расчета углеродного бюджета управляемых лесов**

Настоящий кадастр газов включает расчетные оценки выбросов и поглощения  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$ , 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, 1998-2011 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 2008г. 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 2009г. 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 2010г. были использованы методы и специальная программа для расчета выбросов и поглощения  $\text{CO}_2$  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>. Кроме того, методика была опубликована в реферируемом журнале «Лесоведение» (Замолотчиков, Грабовский, Краев, 2011). Эта методика была доработана с учетом замечаний по результатам проверки национального доклада о кадастре парниковых газов в 2009-2010г., что привело к полному перерасчету углеродного бюджета управляемых лесов в национальном докладе о кадастре, представленном в 2011г.<sup>26</sup>

Согласно методологическим рекомендациям МГЭИК, информационно-аналитическая оценка запасов и бюджета углерода проводится для следующих пулов: 1) фитомасса древесной (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,

<sup>26</sup> Доработка методики осуществлена при поддержке проекта «Совершенствование показателей запасов углерода в лесах» (ICF Consulting Ltd.).

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 (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*

<b>Зонально-региональный полигон</b>	<b>Субъекты Российской Федерации</b>
Европейско-Уральская часть, северная тайга	Архангельская область, Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Республика Коми
Европейско-Уральская часть, средняя тайга	Вологодская область, Кировская область, Пермский край, 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, Забайкальский край
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 ( $\text{т С м}^{-3}$ ) и позволяют рассчитывать массу по определяемому в хозяйственных целях объемному запасу древесины. В принятой методике в качестве базовой использована система конверсионных коэффициентов (Замолотчиков, 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):

$$\text{CP}_{ij} = V_{ij} \text{KP}_{ij} \quad (7.1)$$

где:

- $\text{CP}_{ij}$  – запас углерода в фитомассе древостоев группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ ,  $\text{т С}$ ;
- $V_{ij}$  – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ ,  $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$  (по данным ГЛР);
- $\text{KP}_{ij}$  – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в фитомассе древостоев группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ ,  $\text{т С м}^{-3}$  (приведены в таблице 7.7 и в приложении 3.2).

**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 неперенное свойство российских лесов. В настоящей методике использованы результаты детального исследования динамики запасов мертвой древесины в лесных экосистемах (Замолотчиков, 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):

$$\text{CD}_{ij} = V_{ij} \text{KD}_{ij} \quad (7.2)$$

где:

- $\text{CD}_{ij}$  – запас углерода в мертвой древесине насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ ,  $\text{т С}$ ;
- $V_{ij}$  – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ ,  $\text{м}^3$  (по данным ГЛР);
- $\text{KD}_{ij}$  – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в мертвой насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ ,  $\text{т С м}^{-3}$  (приведены в таблице 7.8).

Таблица 7.7

Конверсионные коэффициенты ( $m\ C\ m^{-3}$ ) для расчета запаса углерода в фитомассе  
древостоя по объемному запасу древесины лесного насаждения из публикации  
(Замолотчиков, Уткин, Честных, 2003)

Преобладающая порода	Зона	Группа возраста			
		Молодняки I и II классов возраста	Средне- возрастные	Приспеваю- щие	Спелые и перестой- ные
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

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
Кедровый стланик	4	3	0,0169	0,0411	0,0534	0,0459	0,0301	0,0392
	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
Прочие кустарники	4	3	0,0495	0,0609	0,1741	0,2027	0,2737	0,2869
	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 ( $\text{т С га}^{-1}$ ) в молодняках I 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 ( $\text{т С га}^{-1}$ ) 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 ( $\text{т С га}^{-1}$ ) 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):

$$CL_{ij} = S_{ij} KL_{ij} \quad (7.3)$$

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);

$KL_j$  – средний запас углерода в подстилке насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (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, Замолотчиков, Уткин, 2004; Замолотчиков, 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):

$$CS_{ij} = S_{ij} KS_{ij} \quad (7.4)$$

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 слое почвы 0-30 см под насаждениями группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup>) в молодняках I 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 ( $\text{т С га}^{-1}$ ) 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 ( $\text{т С га}^{-1}$ ) 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 годовая 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 годового 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	Средневозрастные	Приспевающие	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 высокоствольный	1	20	20	40	20	40
	2	20	20	40	20	40
	3	20	20	20	20	40
Дуб низкоствольный	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 стланник	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:

$$MCP_{ij} = CP_{ij} / S_{ij} \quad (7.5)$$

$$MAbP_{ij} = [(MCP_{ij} - MCP_{i-1j}) TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCP_{i+1j} - MCP_{ij}) TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (7.6)$$

$$AbP_{ij} = S_{ij} MAbP_{ij} \quad (7.7)$$

где:

$MCP_{ij}$  – средний запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup>;

$CP_{ij}$  – 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 годовая абсорбция углерода пулом фитомассы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>;

$MCP_{i-1j}$  – средний запас углерода фитомассы насаждений возрастной группы  $i-1$  (предшествующая возрастной группе  $i$ ) преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup>;

$TI_{ij}$  – 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<sup>-1</sup>;

$TI_{i+1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i+1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 7.15), лет;

$AbP_{ij}$  – годовая абсорбция углерода пулом фитомассы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С год<sup>-1</sup>.

**Расчет абсорбции углерода пулом мертвой древесины** аналогичен таковому для пула фитомассы и ведется по совокупности уравнений 7.8-7.10.

$$MCD_{ij} = CD_{ij} / S_{ij} \quad (7.8)$$

$$MAbD_{ij} = [(MCD_{ij} - MCD_{i-1j}) TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCD_{i+1j} - MCD_{ij}) TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (7.9)$$

$$AbD_{ij} = S_{ij} MAbD_{ij} \quad (7.10)$$

где:

$MCD_{ij}$  – средний запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup>;

$CD_{ij}$  – 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 годовая абсорбция углерода пулом мертвой древесины насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>;

$MCD_{i-1j}$  – средний запас углерода мертвой древесины насаждений возрастной группы  $i-1$  (предшествующая возрастной группе  $i$ ) преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup>;

$TI_{ij}$  – 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<sup>-1</sup>;

$TI_{i+1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i+1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 7.15), лет;

$AbD_{ij}$  – годовая абсорбция углерода пулом мертвой древесины насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С год<sup>-1</sup>.

**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 ( $\text{т С га}^{-1}$ ) 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  $\geq 20$  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<sup>-1</sup> (табл. 7.9-7.11);

$S_{ij}$  – площадь насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , га;

$MAbL_{ij}$  – средняя годовая абсорбция углерода пулом подстилки насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>;

$MCL_{i-1j}$  – средний запас углерода подстилки насаждений возрастной группы  $i-1$  (предшествующая возрастной группе  $i$ ) преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> (табл. 7.9-7.11);

$TI_{i+1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i+1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 7.15), лет;

$AbL_{ij}$  – годовая абсорбция углерода пулом подстилки насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С год<sup>-1</sup>.

$TI_{ij}$  – 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.

$$MAbS_{ij} = [(MCS_{ij} - MCS_{i-1j}) TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCS_{i+1j} - MCS_{ij}) TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (7.13)$$

при  $i-1=0$   $TI_{i-1j}=0$ ; при любых  $i+1$ , начало которых  $\geq 20$  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<sup>-1</sup> (табл. 7.12-7.14);

$S_{ij}$  – площадь насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , га;

$MAbS_{ij}$  – средняя годовая абсорбция углерода пулом почвы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>;

$MCS_{i-1j}$  – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы  $i-1$  (предшествующая возрастной группе  $i$ ) преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (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;

$MCS_{+ij}$  – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы  $i+1$  (следующая за возрастной группой  $i$ ) преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (табл. 7.12-7.14);

$TI_{i+j}$  – временной интервал возрастной группы  $i+1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 7.15), лет;

$AbS_{ij}$  – годовичная абсорбция углерода пулом почвы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С год<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>) 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 стланник	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 годовых 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 годовые 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 годовых темпов нарушений* в лесном фонде оцениваемого объекта осуществляется по уравнениям 7.15 и 7.16.

$$ASF = SB / TRB \quad (7.15)$$

где:

ASF – годовая площадь деструктивных лесных пожаров, га год<sup>-1</sup>;

SB – площадь гарей (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га;

TRB – время зарастания гарей (табл. 7.18), лет.

$$ASH = SC / TRC \quad (7.16)$$

где:

ASH – годовая площадь сплошных рубок, га год<sup>-1</sup>;

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 значения 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):

$$LsPH = ASH CP_m / S_m \quad (7.17)$$

где:

LsPH – годовые потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;

ASH – годовая площадь сплошных рубок, га год<sup>-1</sup>;

CP<sub>m</sub> – суммарный запас углерода фитомассы спелых лесов оцениваемого объекта, т С;

S<sub>m</sub> – 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):

$$LsPF = ASF CP_a / S_a \quad (7.18)$$

где:

LsPF – годовые потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при пожарах, т С год<sup>-1</sup>;

ASF – годовая площадь деструктивных лесных пожаров, га год<sup>-1</sup>;

CP<sub>a</sub> – суммарный запас углерода фитомассы на покрытых лесом землях оцениваемого объекта, т С;

S<sub>a</sub> – суммарная площадь покрытых лесом земель оцениваемого объекта (по материалам ГЛР или ГУЛФ), га.

Таблица 7.18

## Времена заращения вырубок и гарей по субъектам РФ

Субъект РФ	Время заращения, лет	
	вырубки	гари
<b>Центральный федеральный округ</b>		
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
<b>Северо-Западный федеральный округ</b>		
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
<b>Южный федеральный округ</b>		
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 заращения, лет	
	вырубки	гари
<b>Приволжский федеральный округ</b>		
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
Пермский край (Коми-Пермяцкий автономный округ)	6	13
<b>Уральский федеральный округ</b>		
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
<b>Сибирский федеральный округ</b>		
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
Забайкальский край (Читинская область)	6	11
Забайкальский край (Агинский Бурятский АО)	6	13
Таймырский (Долгано-Ненецкий) автономный округ	6	13
Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	6	13
Эвенкийский автономный округ	6	13
<b>Дальневосточный федеральный округ</b>		
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 годовичных 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:

- $LsDH$  – годовичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;  
 $ASH$  – годовичная площадь сплошных рубок, га год<sup>-1</sup>;  
 $CD_m$  – 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:

- $LsDF$  – годовичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при пожарах, т С год<sup>-1</sup>;  
 $ASF$  – годовичная площадь деструктивных лесных пожаров, га год<sup>-1</sup>;  
 $CD_a$  – 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:

- $LsLH$  – годовичные потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;  
 $ASH$  – годовичная площадь сплошных рубок, га год<sup>-1</sup>;  
 $CL_m$  – 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<sup>-1</sup>.  
 $S_m$  – 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:

- $LsLF$  – годовичные потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>;  
 $ASF$  – годовичная площадь деструктивных лесных пожаров, га год<sup>-1</sup>;  
 $CL_a$  – 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<sup>-1</sup>.  
 $S_a$  – 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:

- $LsSH$  – годовые потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;  
 $ASH$  – годовая площадь сплошных рубок, га год<sup>-1</sup>;  
 $CS_m$  – 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<sup>-1</sup>.  
 $S_m$  – 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:

- $LsSF$  – годовые потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>;  
 $ASF$  – годовая площадь деструктивных лесных пожаров, га год<sup>-1</sup>;  
 $CS_a$  – 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<sup>-1</sup>.  
 $S_a$  – 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<sup>-1</sup>;  
 $AbP$  – годовая абсорбция углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 $LsPH$  – годовые потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;

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 – годовые потери углерода пулом фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>.

$$BD = AbD - LsDH - LsDF \quad (7.26)$$

где:

BD – годовые потери углерода по пулу мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

AbD – годовая абсорбция углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

LsDH – годовые потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;

LsDF – годовые потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>.

$$BP = AbL - LsLH - LsLF \quad (7.27)$$

где:

BL – годовые потери углерода по пулу подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

AbL – годовая абсорбция углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

LsLH – годовые потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;

LsLF – годовые потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>.

$$BS = AbS - LsSH - LsSF \quad (7.28)$$

где:

BS – годовые потери углерода по слою почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

AbS – годовая абсорбция углерода слоем почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

LsSH – годовые потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;

LsSF – годовые потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>.

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 годовые потери углерода покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

BP – годовые потери углерода по пулу фитомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

BD – годовые потери углерода по пулу мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

BL – годовые потери углерода по пулу подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;

BS – годовые потери углерода по слою почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>.

Оценка прямых выбросов парниковых газов (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, NO<sub>x</sub>) от пожара проводили по формуле 7.30 (Руководящие принципы..., 2006):

$$L_{\text{пожар}} = A M_B C_f G_{\text{ef}} 10^{-3} \quad (7.30)$$



где:  $L_{\text{пожар}}$  – количество выбросов парниковых газов от пожара; тонн каждого парникового газа, например,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и т.д.,

$A$  – выжигаемая площадь, га,

$M_B$  – масса доступного для горения топлива, тонн/га. Сюда входят биомасса, подстилка и мертвая древесина. Средний запас биомассы, подстилки, 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. Используются значения 0,43 для верхового пожара и 0,15 для низового пожара в бореальных лесах (по таблице 2.6, Руководящие принципы..., 2006),

$G_{\text{ef}}$  – 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
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
2010	665 964,2	602 241,8	63 722,4	17 780,6	3 946,8
2011	661 403,2	598 192,7	63 210,5	18 100,3	4 044,0

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 2011г. 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 <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>
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
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

Таблица 7.21 (продолжение)

Год	Группа основных лесообразующих пород	Группы возраста							
		Молодняки		Средневозрастные		Приспевающие		Спелые и пере- стойные	
		Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>
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
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

Таблица 7.21 (продолжение)

Год	Группа основных лесообразующих пород	Группы возраста							
		Молодняки		Средневозрастные		Приспевающие		Спелые и перестой- ные	
		Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м <sup>3</sup>
2004	Хвойные	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
2010	Хвойные	71102,6	2740,7	92621,8	12139,1	42168,4	7181,9	187785,1	26813,9
	Твердолиственные	1699,5	69,9	4728,0	577,0	2047,5	256,0	7297,5	947,2
	Мягколиственные	22557,7	507,4	49150,5	4900,9	17490,1	2603,1	51389,8	8902,5
	Прочие породы	34,1	2,2	280,0	10,0	20,3	1,3	36,9	5,0
	Кустарники	9047,4	68,9	23039,2	477,6	6367,8	144,8	13377,6	404,4
	Итого	104441,3	3389,1	169819,5	18104,6	68094,1	10186,9	259886,9	37073,1
2011	Хвойные	71843,3	2736,5	92842,8	12119,1	42241,3	7183,5	188736,1	26839,5
	Твердолиственные	1710,4	70,5	4715,7	575,1	1932,0	246,8	6124,0	835,1
	Мягколиственные	22668,0	508,3	49155,8	4902,3	17461,7	2595,7	51651,6	8942,7
	Прочие породы	33,5	2,2	296,9	10,6	20,5	1,3	36,7	5,0
	Кустарники	9133,9	69,8	22022,8	452,0	5465,4	109,3	10100,4	218,7
	Итого	105389,1	3387,2	169034,0	18059,1	67120,9	10136,6	256648,8	36841,1

**Примечание.** Площади и запасы покрытых лесной растительностью управляемых лесных земель за 1990-1992 и 1994-1997 годы были рассчитаны методом линейной интерполяции данных государственного учета лесного фонда 1988, 1993 и 1998 годов.

**7.4.1.1.2. Результаты оценки углеродного бюджета управляемых лесов**

Общая площадь управляемых лесных земель с 1990 по 2011г. увеличилась на 51,9 млн. га за счет перевода из неуправляемых лесных земель. Площадь покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов от 1990 к 2011г. увеличилась на 63,1 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 1990г. до 9,6% в 2011г.

Покрытые лесной растительностью земли ежегодно абсорбировали от 277,8 до 332,4 Мт С год<sup>-1</sup> (в среднем – 300,1 Мт С год<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup> (в среднем – 161,8 Мт С год<sup>-1</sup>) (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 <sup>-1</sup>				
	биомасса	мертвая древесина	подстилка	почва	все пулы
1990	197 425,7	27 939,6	10 119,2	42 343,9	277 828,5
1991	198 359,9	28 370,0	10 132,9	42 821,9	279 684,7
1992	199 186,2	28 782,8	10 146,7	43 299,8	281 415,6
1993	200 752,3	29 382,7	10 160,4	43 777,8	284 073,1
1994	202 048,2	29 684,9	10 227,0	44 271,0	286 231,1
1995	203 394,0	29 995,6	10 293,6	44 764,3	288 447,5
1996	204 813,6	30 319,5	10 360,2	45 257,6	290 750,9
1997	206 329,4	30 667,2	10 426,8	45 750,8	293 174,2
1998	207 905,2	31 060,1	10 493,4	46 244,1	295 702,7
1999	208 131,6	31 297,3	10 503,8	46 401,2	296 333,8
2000	211 333,3	31 878,5	10 580,3	46 859,7	300 651,8
2001	213 415,1	32 410,6	10 546,8	47 029,8	303 402,4
2002	214 235,3	32 462,8	10 628,4	47 357,4	304 683,8
2003	216 482,5	32 734,9	10 448,0	46 979,7	306 645,1
2004	216 175,9	32 633,6	10 277,6	46 677,5	305 764,6
2005	214 443,4	32 274,8	10 107,3	46 670,4	303 495,9
2006	214 910,5	32 529,4	10 045,1	46 629,0	304 114,0
2007	215 056,9	32 528,9	9 901,6	46 147,4	303 634,8
2008	216 852,4	32 818,2	9 948,0	46 530,2	306 148,8
2009	236 738,9	36 346,0	10 273,1	48 448,1	331 806,0
2010	237 028,2	36 886,8	10 139,0	48 370,8	332 424,9
2011	231 212,1	35 594,1	10 209,5	48 692,5	325 708,1

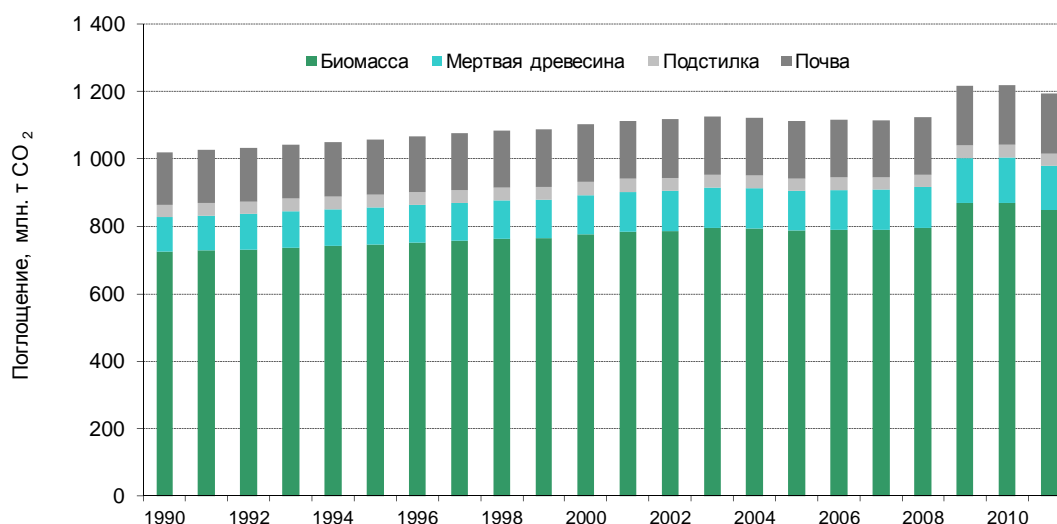


Рис. 7.6. Динамика абсорбции CO<sub>2</sub> управляемыми лесами по пулам

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
2010	76 078,2	63 812,8	312,0	140 203,0
2011	77 563,1	65 212,4	312,0	143 087,5

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; данные Рослесхоза). Приведенные на рисунке данные свидетельствуют о сокращении всех видов лесопользования за период с 1990 по 1998 гг. и некотором его повышении с 1999 по 2011 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 по субъектам РФ. Согласно рекомендациям международной группы экспертов, потери углерода от иных видов рубок, не приводящих к образованию сплошных вырубок и не являющихся деструктивными, отдельно не рассчитываются, поскольку выбранная методика расчета бюджета углерода уже учитывает эти потери.

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, 2008 и 2010 годы. Выброс  $CO_2$  от деструктивных лесных пожаров и гибели древостоев по иным причинам, включая послепожарные эмиссии, 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.

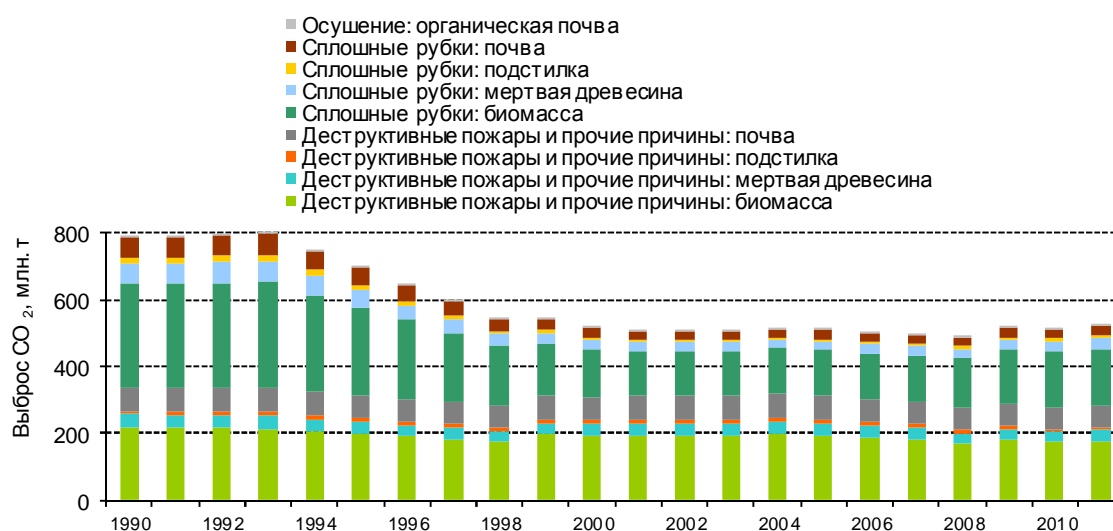


Рис. 7.7. Динамика потерь  $CO_2$  управляемыми лесами по пулам в результате хозяйственной деятельности

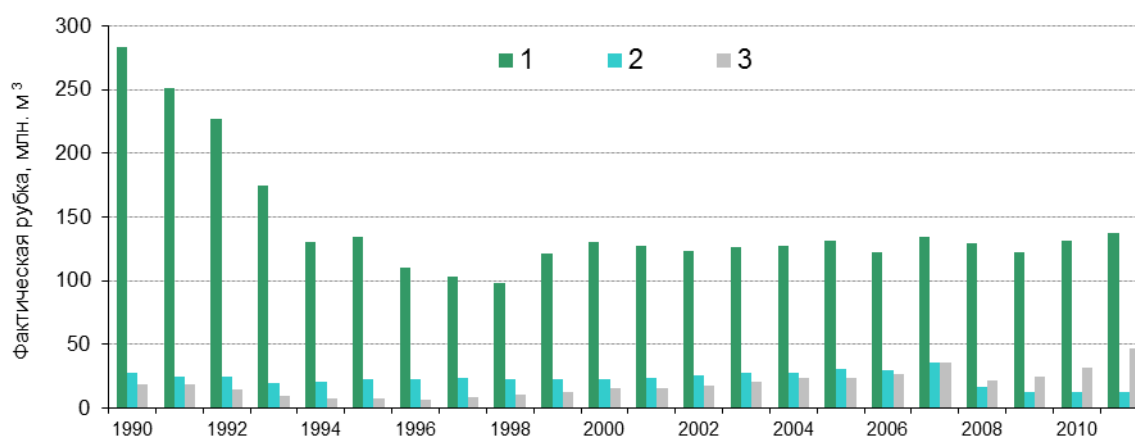


Рис. 7.8. Фактическая рубка древесины в лесах России по видам пользования: 1 – рубки спелых и перестойных насаждений; 2 – рубки ухода; 3 – санитарные рубки и прочие рубки

Помимо общих потерь углерода от деструктивных пожаров, необходимо учитывать выбросы  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$  от всех типов пожаров, которые определялись по формуле 7.30 (Руководящие принципы..., 2006). Согласно рекомендации международной группы экспертов дополнительно были рассчитаны пожарные эмиссии  $\text{CO}_2$  по аналогичной методике. Пожарные эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$  в управляемых лесах России приведены в таблице 7.24. Выбросы парниковых газов от верховых пожаров учтены в категории «деструктивные пожары», кроме того учтены выбросы от низовых пожаров, почвенных пожаров и пожаров на лесных землях, временно непокрытых лесом. Площадь последней категории лесных пожаров рассчитывалась как разность между общей площадью пожаров на лесных землях и суммарной площадью низовых, верховых и почвенных пожаров. Значительная вариация выбросов парниковых газов в таблице 7.24 обусловлена воздействием природных и антропогенных факторов, определяющих условия возникновения и характер пожаров в лесах.

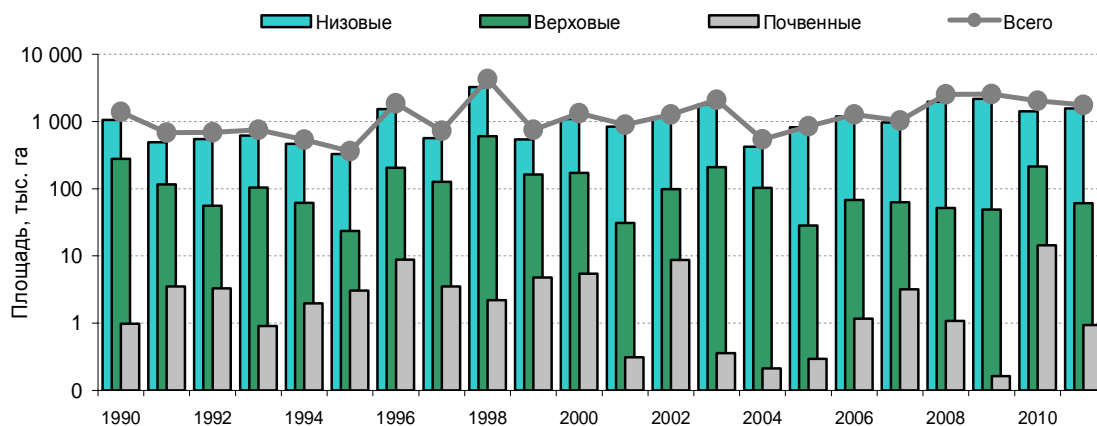


Рис. 7.9. Площади пожаров в управляемых лесах по данным Рослесхоза

Таблица 7.24

Выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$  от пожаров разных типов в управляемых лесах России (по данным Рослесхоза)

Годы	Площадь, тыс. га	Величина выброса, тыс. т				
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>
Низовые пожары						
1990	1050,1	30012,6	89,9	2046,7	5,0	57,4
1991	491,3	14041,9	42,1	957,6	2,3	26,8
1992	544,2	15554,9	46,6	1060,8	2,6	29,7
1993	618,5	17678,4	53,0	1205,6	2,9	33,8
1994	464,4	13274,0	39,8	905,2	2,2	25,4
1995	325,8	9311,2	27,9	635,0	1,5	17,8
1996	1523,4	43541,5	130,4	2969,4	7,2	83,3
1997	565,8	16171,2	48,4	1102,8	2,7	30,9
1998	3233,6	92419,8	276,8	6302,7	15,3	176,7
1999	543,0	15518,3	46,5	1058,3	2,6	29,7
2000	1093,3	31248,3	93,6	2131,0	5,2	59,7
2001	834,6	23852,7	71,5	1626,7	4,0	45,6
2002	1242,0	35498,4	106,3	2420,9	5,9	67,9
2003	2024,7	57867,8	173,3	3946,4	9,6	110,6
2004	421,9	12059,3	36,1	822,4	2,0	23,1
2005	815,5	23307,7	69,8	1589,5	3,9	44,6
2006	1442,9	41239,4	123,5	2812,4	6,8	78,9
2007	961,1	27469,1	82,3	1873,3	4,6	52,5



Продолжение таблицы 7.24

2008	1964,8	56156,2	168,2	3829,6	9,3	107,4
2009	2175,9	62188,0	186,3	4241,0	10,3	118,9
2010	1414,1	40415,4	121,1	2756,2	6,7	77,3
2011	1560,0	44587,5	133,6	3040,7	7,4	85,3
Годы	Площадь, тыс. га	Величина выброса, тыс. т				
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>
Деструктивные пожары*						
1990	1571,4	128750,1	385,7	8780,3	21,3	246,2
1991	1574,2	128976,6	386,4	8795,7	21,4	246,6
1992	1577,0	129203,0	387,0	8811,2	21,4	247,0
1993	1579,7	129429,5	387,7	8826,6	21,4	247,5
1994	1543,9	126492,4	378,9	8626,3	21,0	241,9
1995	1508,0	123555,2	370,1	8426,0	20,5	236,2
1996	1472,2	120618,0	361,3	8225,7	20,0	230,6
1997	1436,3	117680,9	352,5	8025,4	19,5	225,0
1998	1400,5	114743,7	343,7	7825,1	19,0	219,4
1999	1523,4	124814,7	373,9	8511,9	20,7	238,7
2000	1506,9	123461,3	369,8	8419,6	20,5	236,1
2001	1553,1	127250,4	381,2	8678,0	21,1	243,3
2002	1590,0	130268,6	390,2	8883,8	21,6	249,1
2003	1595,2	130699,9	391,5	8913,3	21,7	249,9
2004	1611,2	132012,8	395,4	9002,8	21,9	252,4
2005	1577,1	129214,9	387,1	8812,0	21,4	247,1
2006	1540,0	126173,3	378,0	8604,6	20,9	241,2
2007	1511,2	123815,0	370,9	8443,7	20,5	236,7
2008	1420,5	116384,4	348,6	7937,0	19,3	222,5
2009	1452,2	118984,4	356,4	8114,3	19,7	227,5
2010	1432,4	117359,5	351,6	8003,5	19,4	224,4
2011	1465,8	120097,7	359,8	8190,2	19,9	229,6
Почвенные пожары						
1990	1,0	185,1	0,6	12,6	0,0	0,4
1991	3,5	662,9	2,0	45,2	0,1	1,3
1992	3,3	618,5	1,9	42,2	0,1	1,2
1993	0,9	170,6	0,5	11,6	0,0	0,3
1994	2,0	370,0	1,1	25,2	0,1	0,7
1995	3,1	576,7	1,7	39,3	0,1	1,1
1996	8,8	1651,0	4,9	112,6	0,3	3,2
1997	3,5	662,0	2,0	45,1	0,1	1,3
1998	2,2	413,0	1,2	28,2	0,1	0,8
1999	4,8	901,1	2,7	61,5	0,1	1,7
2000	5,5	1029,7	3,1	70,2	0,2	2,0
2001	0,3	58,7	0,2	4,0	0,0	0,1
2002	9,2	1728,9	5,2	117,9	0,3	3,3
2003	0,6	104,1	0,3	7,1	0,0	0,2
2004	0,2	39,9	0,1	2,7	0,0	0,1
2005	0,3	55,6	0,2	3,8	0,0	0,1
2006	1,2	218,9	0,7	14,9	0,0	0,4
2007	3,2	602,5	1,8	41,1	0,1	1,2
2008	1,1	203,0	0,6	13,8	0,0	0,4
2009	0,2	30,7	0,1	2,1	0,0	0,1
2010	14,4	2718,7	8,1	185,4	0,5	5,2
2011	0,9	176,0	0,5	12,0	0,0	0,3

Годы	Площадь, тыс. га	Величина выброса, тыс. т				
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>
Пожары на непокрытых лесом землях						
1990	49,5	591,5	1,8	40,3	0,1	1,1
1991	71,2	851,3	2,6	58,1	0,1	1,6
1992	87,9	1051,8	3,2	71,7	0,2	2,0
1993	25,1	300,4	0,9	20,5	0,0	0,6
1994	8,9	107,0	0,3	7,3	0,0	0,2
1995	7,7	92,5	0,3	6,3	0,0	0,2
1996	116,4	1392,0	4,2	94,9	0,2	2,7
1997	30,3	362,5	1,1	24,7	0,1	0,7
1998	426,3	5098,4	15,3	347,7	0,8	9,7
1999	40,3	482,0	1,4	32,9	0,1	0,9
2000	57,5	687,9	2,1	46,9	0,1	1,3
2001	31,0	371,3	1,1	25,3	0,1	0,7
2002	16,6	198,3	0,6	13,5	0,0	0,4
2003	50,6	605,6	1,8	41,3	0,1	1,2
2004	18,2	218,1	0,7	14,9	0,0	0,4
2005	1,2	14,4	0,0	1,0	0,0	0,0
2006	14,4	172,1	0,5	11,7	0,0	0,3
2007	9,1	108,8	0,3	7,4	0,0	0,2
2008	52,5	627,7	1,9	42,8	0,1	1,2
2009	294,3	3519,9	10,5	240,0	0,6	6,7
2010	386,2	4618,7	13,8	315,0	0,8	8,8
2011	131,2	1568,9	4,7	107,0	0,3	3,0
Всего по всем типам пожаров						
1990	2672,0	159539,2	477,9	10880,0	26,4	305,0
1991	2140,2	144532,8	433,0	9856,6	24,0	276,4
1992	2212,4	146428,3	438,6	9985,9	24,3	280,0
1993	2224,3	147578,9	442,1	10064,3	24,5	282,2
1994	2019,2	140243,4	420,1	9564,1	23,2	268,2
1995	1844,6	133535,6	400,0	9106,6	22,1	255,3
1996	3120,8	167202,6	500,9	11402,6	27,7	319,7
1997	2036,0	134876,6	404,0	9198,1	22,4	257,9
1998	5062,6	212674,9	637,1	14503,6	35,2	406,6
1999	2111,4	141716,1	424,5	9664,5	23,5	271,0
2000	2663,2	156427,1	468,6	10667,8	25,9	299,1
2001	2419,0	151533,0	453,9	10334,0	25,1	289,7
2002	2857,8	167694,2	502,3	11436,1	27,8	320,6
2003	3671,1	189277,5	567,0	12908,0	31,4	361,9
2004	2051,6	144330,1	432,3	9842,8	23,9	276,0
2005	2394,1	152592,7	457,1	10406,3	25,3	291,8
2006	2998,4	167803,7	502,7	11443,6	27,8	320,8
2007	2484,6	151995,4	455,3	10365,5	25,2	290,6
2008	3438,9	173371,3	519,3	11823,3	28,7	331,5
2009	3922,6	184723,0	553,3	12597,4	30,6	353,2
2010	3247,1	165112,3	494,6	11260,1	27,4	315,7
2011	3158,0	166430,2	498,5	11349,9	27,6	318,2

\* – площади деструктивных пожаров представляют собой расчетную величину согласно формуле 7.15

Согласно рекомендациям группы по проверке в настоящий доклад включены выбросы  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$  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  $\text{EF}_{\text{drainage}} = 0,16$  (Руководящие указания..., 2003). Наблюдается сокращение выбросов от осушенных органических почв с 374,5 тыс. т С год<sup>-1</sup> в 1990 году до 312,0 тыс. т С год<sup>-1</sup> в 2011 году 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  $\text{N}_2\text{O}$  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  $\text{EF}_{\text{FFdrainage}} = 0,1$  кг  $\text{N}_2\text{O-N/га/год}$  и для богатых элементами минерального питания органических почв  $\text{EF}_{\text{FFdrainage}} = 0,6$  кг  $\text{N}_2\text{O-N/га/год}$  (Руководящие указания..., 2003). Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от осушенных органических почв сократились с 0,82 тыс.т  $\text{N}_2\text{O-N/год}$  в 1990 году до 0,68 тыс.т  $\text{N}_2\text{O-N/год}$  в 2008-2011 гг. (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 $\text{N}_2\text{O}$ от осушенных органических почв, тыс. т N/год
1990	2 340,6	374,50	0,82
1995	2 340,6	374,50	0,82
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
2010	1 950,2	312,03	0,68
2011	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 63,5 Мт С год<sup>-1</sup> в 1990г. до 182,9 Мт С год<sup>-1</sup> в 2011г. (среднее значение – 139,0 Мт С год<sup>-1</sup>). В 2011г. чистое поглощение  $\text{CO}_2$  управляемыми лесами составило 670,8 Мт год<sup>-1</sup> (рис. 7.10, табл. 7.26).

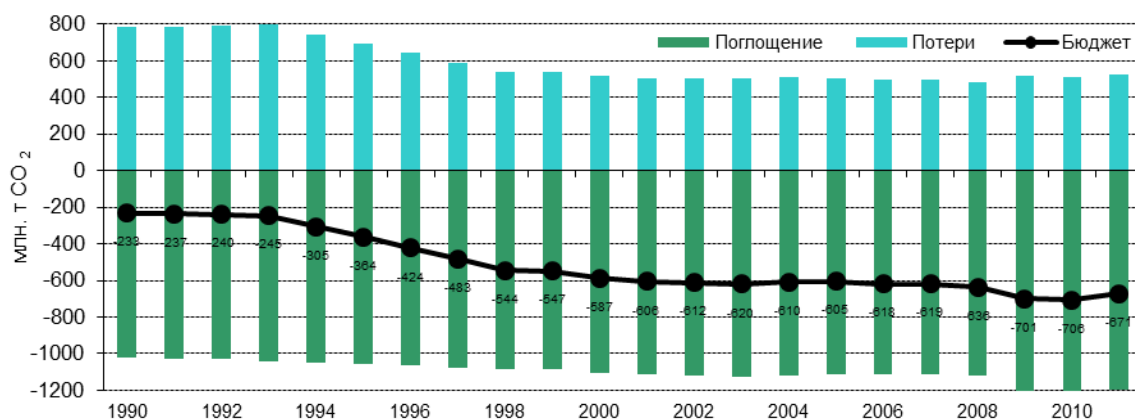


Рис. 7.10. Бюджет CO<sub>2</sub> управляемых лесов России  
(в сумме по пулам фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы)

Таблица 7.26

Годовой баланс углерода в фитомассе, мертвой древесине,  
подстилке и почве управляемых лесов РФ

Год	Бюджет углерода по пулам, млн. т С год <sup>-1</sup>				
	Биомасса	Мертвая древесина	Подстилка	Органическое вещество почвы	Всего
1990	54,6	0,3	2,6	6,0	63,5
1991	55,1	0,7	2,5	6,3	64,6
1992	55,4	1,0	2,4	6,6	65,4
1993	56,2	1,5	2,3	6,8	66,9
1994	67,1	3,9	2,9	9,2	83,1
1995	78,0	6,2	3,5	11,7	99,3
1996	88,9	8,5	4,0	14,1	115,5
1997	99,9	10,8	4,6	16,5	131,8
1998	110,9	13,1	5,2	19,0	148,2
1999	111,5	13,6	5,3	18,9	149,2
2000	119,2	15,1	5,6	20,3	160,2
2001	123,4	16,0	5,6	20,3	165,4
2002	124,7	16,2	5,7	20,4	166,9
2003	127,1	16,4	5,5	20,1	169,1
2004	125,4	16,0	5,3	19,6	166,4
2005	124,2	15,7	5,2	20,0	165,1
2006	126,6	16,3	5,2	20,5	168,6
2007	127,1	16,3	5,1	20,3	168,9
2008	130,1	16,7	5,2	21,5	173,6
2009	144,2	18,8	5,4	22,6	191,1
2010	145,1	19,5	5,3	22,6	192,5
2011	137,4	17,8	5,2	22,5	182,9
Минимум	54,6	0,3	2,3	6,0	63,5
Максимум	145,1	19,5	5,7	22,6	192,5
Среднее	106,0	11,8	4,5	16,6	139,0

Наибольшее поглощение обеспечивал пул фитомассы в объемах от 54,6 до 145,1 Мт С год<sup>-1</sup> (среднее значение – 106,0 Мт С год<sup>-1</sup>) (табл. 7.26). В среднем за 1990-2011 гг. величина стока углерода в пул мертвой древесины составляла 11,8 Мт С год<sup>-1</sup>. Наименьшие по абсолютным величинам изменения характерны для запаса углерода подстилки, в среднем пул подстилки является стоком углерода с величиной 4,5 Мт С год<sup>-1</sup>. Средняя за рассматриваемый период величина стока углерода в почву равна 16,6 Мт С год<sup>-1</sup>.

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.

#### 7.4.1.2 Земли, переустроенные в лесные земли (раздел 5.А.2 ОФД)

Согласно матрице преобразования земель, с 1990г. наблюдался перевод возделываемых земель, пастбищ и прочих земель в лесные земли. В национальный доклад о кадастре вошли абсорбция и выбросы парниковых газов, связанных только с антропогенной деятельностью по созданию противоэрозионных и полевых лесонасаждений, заложенных на возделываемых землях с 1990 года. Естественное возобновление леса на пастбищах и прочих землях не рассматривалось. 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):

$$CPA_{ijl} = SA_{jl} CPAM_{ij} \quad (7.30)$$

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):

$$CPA_{ij} = \sum_l CPA_{ijl} \quad (7.31)$$

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):

$$CPAS_{ij} = CPA_{(i+1)j} - CPA_{ij} \quad (7.32)$$

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	
	Ежегодная площадь, тыс. га год <sup>-1</sup>	Площадь нарастающим итогом, тыс. га	Ежегодная площадь, тыс. га год <sup>-1</sup>	Площадь нарастающим итогом, тыс. га
1990	62,896	62,896	30,143	30,143
1991	37,225	100,121	57,837	87,980
1992	32,506	132,627	45,880	133,860
1993	29,290	161,917	9,581	143,441
1994	27,487	189,404	7,221	150,662
1995	22,762	212,166	5,898	156,560
1996	13,317	225,483	2,333	158,893
1997	13,354	238,837	1,909	160,802
1998	14,566	253,403	2,169	162,971
1999	18,394	271,797	2,303	165,274
2000	23,694	295,491	2,101	167,375
2001	17,928	313,419	1,956	169,331
2002	13,992	327,411	3,031	172,362
2003	11,610	339,021	3,026	175,388
2004	11,685	350,706	2,160	177,548
2005	5,660	356,366	0,351	177,899
2006	3,955	360,321	1,065	178,964
2007	5,432	365,753	1,001	179,965
2008	4,347	370,100	0,336	180,301
2009	3,141	373,241	0,095	180,396
2010	6,229	379,470	0,353	180,749
2011	5,415	384,885	0,302	181,051

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, джугун, 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 <sup>-1</sup>					
	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 популяций лесных насаждений [Отчет..., 2008]

Год	Пул углерода, т С га <sup>-1</sup>					
	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<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, NO<sub>x</sub>) 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  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $CO$  и  $NO_x$  от пожаров на облесенных землях

Год	Потребление топливной биомассы, тыс. т	Величина выброса, тыс. тонн год <sup>-1</sup>				
		$CO_2$	$CH_4$	$CO$	$N_2O$	$NO_x$
1990	3,9	6,2	0,02	0,42	0,00	0,01
1991	27,8	43,6	0,13	2,97	0,01	0,08
1992	71,5	112,2	0,34	7,65	0,02	0,21
1993	119,2	187,1	0,56	12,76	0,03	0,36
1994	160,5	251,9	0,75	17,18	0,04	0,48
1995	195,9	307,3	0,92	20,96	0,05	0,59
1996	235,7	369,8	1,11	25,22	0,06	0,71
1997	274,0	430,0	1,29	29,32	0,07	0,82
1998	313,3	491,5	1,47	33,52	0,08	0,94
1999	334,6	525,0	1,57	35,80	0,09	1,00
2000	355,2	557,3	1,67	38,01	0,09	1,07
2001	376,8	591,3	1,77	40,32	0,10	1,13
2002	405,4	636,0	1,91	43,38	0,11	1,22
2003	430,1	674,8	2,02	46,02	0,11	1,29
2004	439,5	689,6	2,07	47,03	0,11	1,32
2005	448,8	704,2	2,11	48,02	0,12	1,35
2006	459,1	720,3	2,16	49,12	0,12	1,38
2007	477,1	748,6	2,24	51,05	0,12	1,43
2008	495,6	777,5	2,33	53,03	0,13	1,49
2009	490,7	769,9	2,31	52,51	0,13	1,47
2010	479,4	752,1	2,25	51,29	0,12	1,44
2011	468,5	735,0	2,20	50,13	0,12	1,41

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 2011г. 1386,2 тыс.т С год<sup>-1</sup> 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, поэтому древостои, созданные после 1990 г., продолжают увеличивать поглощение углерода.

Вклад противоэрозионных лесных насаждений в поглощение углерода при облесении за 2011г. составляет около 63%. Причиной этому являются значительно большие площади создаваемых противоэрозионных насаждений (68% 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 <sup>-1</sup>	Накопление углерода всеми пулами к данному году, тыс.т С																			
		1990	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1990	62,896	56,1	409,3	572,3	743,9	936,4	1133,6	1343,1	1541,7	1755,6	1973,9	2199,1	2431,3	2642,9	2871,7	3107,3	3349,9	3601,7	3812,9	4022,6	4237,1
1991	37,225		157,9	242,2	338,7	440,3	554,2	670,9	794,9	912,5	1039,0	1168,2	1301,5	1439,0	1564,2	1699,6	1839,1	1982,6	2131,6	2256,7	2380,8
1992	32,506		74,8	137,9	211,5	295,8	384,5	484,0	585,9	694,1	796,8	907,3	1020,2	1136,5	1256,5	1365,9	1484,2	1605,9	1731,3	1861,4	1970,6
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	1560,0	1677,3
1994	27,487			24,5	63,2	116,6	178,9	250,1	325,1	409,2	495,4	587,0	673,8	767,2	862,6	961,1	1062,5	1155,0	1255,0	1358,0	1464,0
1995	22,762				20,3	52,3	96,6	148,1	207,1	269,2	338,9	410,2	486,1	557,9	635,3	714,4	795,8	879,9	956,5	1039,3	1124,5
1996	13,317					11,9	30,6	56,5	86,7	121,2	157,5	198,3	240,0	284,4	326,4	371,7	417,9	465,6	514,8	559,6	608,0
1997	13,354						11,9	30,7	56,7	86,9	121,5	157,9	198,8	240,7	285,2	327,3	372,7	419,1	466,9	516,2	561,1
1998	14,566							13,0	33,5	61,8	94,8	132,5	172,3	216,9	262,5	311,0	357,0	406,6	457,1	509,3	563,1
1999	18,394								16,4	42,3	78,0	119,7	167,4	217,6	273,9	331,5	392,8	450,9	513,4	577,3	643,1
2000	23,694									21,1	54,5	100,5	154,2	215,6	280,2	352,8	427,0	506,0	580,8	661,4	743,6
2001	17,928										15,9	41,2	76,1	116,7	163,1	212,0	266,9	323,1	382,8	439,4	500,4
2002	13,992											12,4	32,2	59,4	91,0	127,3	165,5	208,3	252,2	298,8	343,0
2003	11,61												10,3	26,7	49,3	75,5	105,6	137,3	172,9	209,3	247,9
2004	11,685													10,4	26,9	49,6	76,0	106,3	138,2	174,0	210,6
2005	5,66														5,0	13,0	24,0	36,8	51,5	66,9	84,3
2006	3,955															3,5	9,1	16,8	25,7	36,0	46,8
2007	5,432																4,8	12,5	23,0	35,3	49,4
2008	4,347																	3,9	10,0	18,4	28,3
2009	3,141																		2,8	7,2	13,3
2010	6,229																			5,6	14,3
2011	5,415																				4,8
Суммарное накопление, 10 <sup>3</sup> т С		56,1	668,1	1044,3	1501,9	2043,9	2656,8	3342,8	4084,0	4901,8	5791,8	6752,5	7781,6	8851,0	9978,1	11155,9	12381,9	13655,6	14926,6	16212,6	17516,3
Суммарное поглощение, 10 <sup>3</sup> т С год <sup>-1</sup>		56,1	286,6	376,2	457,6	542,0	612,9	686,1	741,2	817,9	890,0	960,7	1029,1	1069,4	1127,1	1177,8	1226,0	1273,8	1271,0	1286,0	1303,7

Таблица 7.33

Динамика запасов и годичное поглощение углерода всеми пулами (фитомасса, мертвой древесины, подстилки и почвы)  
полезационных насаждений Российской Федерации

Год созда- ния	Темпы созда- ния, тыс. га год <sup>-1</sup>	Накопление углерода всеми пулами к данному году, тыс.т С																			
		1990	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1990	30,143	26,6	268,7	373,8	484,5	620,0	760,7	918,7	1053,1	1205,1	1358,6	1516,8	1678,3	1816,6	1959,9	2107,0	2257,1	2412,3	2536,9	2655,2	2775,0
1991	57,837		331,2	515,6	717,2	929,7	1189,6	1459,6	1762,7	2020,5	2312,3	2606,9	2910,4	3220,2	3485,5	3760,5	4042,9	4330,8	4628,6	4867,6	5094,7
1992	45,88		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	3671,7	3861,3
1993	9,581		8,5	28,8	54,9	85,4	118,8	154,0	197,1	241,8	292,0	334,7	383,0	431,8	482,1	533,4	577,4	622,9	669,7	717,4	766,7
1994	7,221			6,4	21,7	41,3	64,4	89,5	116,1	148,5	182,2	220,1	252,3	288,7	325,5	363,4	402,0	435,2	469,5	504,8	540,7
1995	5,898				5,2	17,7	33,8	52,6	73,1	94,8	121,3	148,8	179,8	206,0	235,8	265,8	296,8	328,4	355,4	383,5	412,3
1996	2,333					2,1	7,0	13,4	20,8	28,9	37,5	48,0	58,9	71,1	81,5	93,3	105,2	117,4	129,9	140,6	151,7
1997	1,909						1,7	5,7	10,9	17,0	23,7	30,7	39,3	48,2	58,2	66,7	76,3	86,0	96,1	106,3	115,0
1998	2,169							1,9	6,5	12,4	19,3	26,9	34,9	44,6	54,7	66,1	75,8	86,7	97,8	109,1	120,8
1999	2,303								2,0	6,9	13,2	20,5	28,6	37,0	47,4	58,1	70,2	80,5	92,1	103,8	115,9
2000	2,101									1,9	6,3	12,0	18,7	26,1	33,8	43,2	53,0	64,0	73,4	84,0	94,7
2001	1,956										1,7	5,9	11,2	17,4	24,3	31,4	40,2	49,4	59,6	68,3	78,2
2002	3,031											2,7	9,1	17,4	27,0	37,6	48,7	62,3	76,5	92,4	105,9
2003	3,026												2,7	9,1	17,3	27,0	37,5	48,6	62,2	76,4	92,2
2004	2,160													1,9	6,5	12,4	19,3	26,8	34,7	44,4	54,5
2005	0,351														0,3	1,1	2,0	3,1	4,4	5,6	7,2
2006	1,065															0,9	3,2	6,1	9,5	13,2	17,1
2007	1,001																0,9	3,0	5,7	8,9	12,4
2008	0,336																	0,3	1,0	1,9	3,0
2009	0,095																		0,1	0,3	0,5
2010	0,353																			0,3	1,1
2011	0,302																				0,3
Суммарное накопле- ние, 10 <sup>3</sup> т С		26,6	746,4	1187,3	1692,5	2265,2	2913,4	3639,1	4400,2	5176,2	5971,1	6808,3	7675,0	8544,8	9394,2	10232,9	11091,6	11971,0	12838,5	13655,8	14421,3
Суммарное погло- щение, 10 <sup>3</sup> т С год <sup>-1</sup>		26,6	359,3	440,9	505,2	572,6	648,3	725,6	761,1	776,1	794,8	837,2	866,7	869,8	849,4	838,7	858,7	879,4	867,6	817,3	765,4

Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (Сектор 5 ОФД)

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	Годичное поглощение углерода, тыс.т С год <sup>-1</sup>																	
		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Противо-эрозионные насаждения	фитомасса	0,1	166,6	207,4	237,9	265,4	289,2	318,2	346,8	372,9	397,2	418,2	445,3	465,3	481,2	494,4	506,5	518,2	527,3
	мертвая древесина	0,0	13,7	21,4	30,5	43,4	45,6	53,9	62,9	75,8	90,4	89,5	97,7	109,2	122,4	138,7	122,8	123,8	127,0
	подстилка	6,3	21,2	22,5	23,9	25,3	27,2	29,6	31,3	32,7	33,9	35,1	35,6	36,0	36,6	37,0	37,3	31,7	28,5
	почва	31,2	105,1	111,7	118,3	125,5	134,7	146,4	155,3	162,2	168,0	173,8	176,6	178,5	181,2	183,4	184,9	188,0	190,7
	все пулы	37,6	306,6	363,1	410,6	459,7	496,6	548,0	596,3	643,7	689,5	716,5	755,2	789,1	821,4	853,4	851,5	861,6	873,5
Полезитные насаждения	фитомасса	0,0	214,8	240,6	273,9	301,7	317,6	338,2	359,3	373,5	377,6	380,6	385,0	387,0	388,6	388,9	389,3	385,0	377,2
	мертвая древесина	0,0	31,3	49,3	65,6	88,3	94,8	82,9	73,3	85,7	99,5	97,4	79,1	69,3	80,4	93,9	85,5	58,7	37,2
	подстилка	2,9	14,9	15,1	15,3	15,5	15,7	15,9	16,1	16,4	16,6	16,9	16,9	17,0	17,1	17,1	17,1	14,3	8,8
	почва	14,9	77,6	78,7	79,7	80,7	81,9	82,9	83,9	85,4	86,9	88,0	88,1	88,7	89,2	89,3	89,4	89,5	89,7
	все пулы	17,8	338,5	383,7	434,3	486,2	509,9	520,0	532,5	560,9	580,7	582,8	569,1	561,9	575,3	589,2	581,3	547,6	512,9
Всего защитных насаждений	фитомасса	0,2	381,4	448,0	511,7	567,1	606,8	656,4	706,1	746,4	774,9	798,7	830,3	852,3	869,8	883,3	895,8	903,2	904,5
	мертвая древесина	0,0	44,9	70,7	96,1	131,7	140,3	136,8	136,2	161,5	189,9	186,9	176,8	178,5	202,9	232,5	208,3	182,5	164,1
	подстилка	9,2	36,1	37,6	39,1	40,8	42,9	45,4	47,4	49,1	50,6	51,9	52,5	53,0	53,7	54,1	54,4	46,0	37,3
	почва	46,1	182,7	190,4	198,0	206,3	216,5	229,3	239,2	247,6	254,9	261,7	264,7	267,2	270,4	272,7	274,3	277,6	280,4
	все пулы	55,4	645,1	746,8	844,9	945,8	1006,5	1067,9	1128,8	1204,6	1270,2	1299,3	1324,3	1351,0	1396,7	1442,6	1432,8	1409,2	1386,3

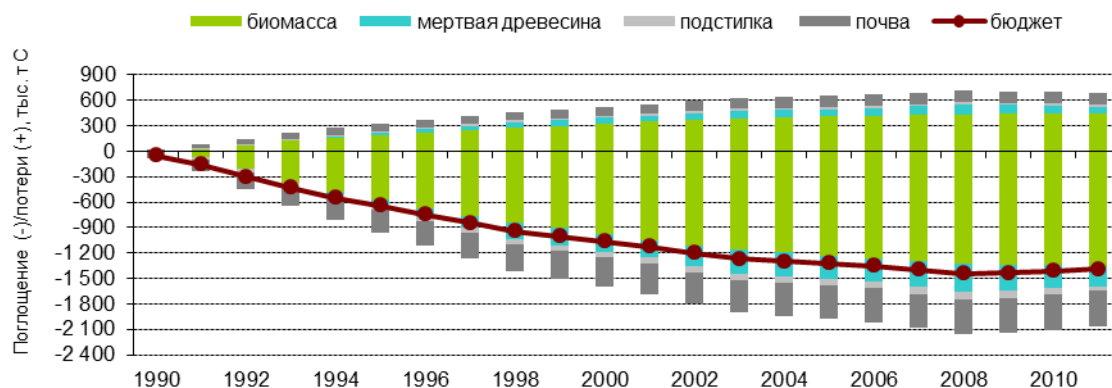


Рис. 7.11. Динамика годового поглощения и потерь углерода всеми пулами противозероизонных и полезационных лесонасаждений, заложенных на землях сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации

## 7.4.2 Пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения

### 7.4.2.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 5.В.1 ОФД)

#### 7.4.2.1.1 Изменения углерода в биомассе многолетних древесных и кустарниковых растений на постоянно обрабатываемых землях сельскохозяйственного назначения

Исходные данные о площадях многолетних культур – плодово-ягодных, виноградных и чайных насаждений, а также насаждений хмеля, за период с 1990 по 2011 гг. взяты из отчетов Росстата и ежегодных статистических сборников (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005-2012; [http://www.gks.ru/wps/portal/OSI\\_P/SEL#](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 ( $2,1 \text{ т С} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ ) и потери углерода при вырубке или гибели насаждений ( $63 \text{ т С} \cdot \text{га}^{-1}$ ) взяты из таблицы 3.3.2 для умеренного климата (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Данные по площадям многолетних насаждений и изменения запасов углерода в живой биомассе с 1990 по 2011 гг. приведены в таблице 7.35.

В настоящем кадастре учтены поправки к площадям многолетних насаждений за период 2006-2010 гг., полученные Росстатом в 2012г. Выполнены соответствующие пересчеты.

#### 7.4.2.1.2 Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе пахотных земель (раздел 5.В.1.2 ОФД)

В настоящее время методика МГЭИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) не предоставляет основного подхода с рекомендуемыми параметрами оценки изменений запасов углерода в резервуарах мертвого органического вещества на пахотных землях. Поэтому эта категория нами не оценивалась и в таблицах ОФД использованы стандартные указатели «NA» («не применимо»).

*Площади многолетних насаждений и нетто изменение запасов углерода их живой биомассы  
(«+» накопление, «-» потери)*

Годы	Площадь многолетних насаждений, тыс. га	Сокращение площади многолетних насаждений по сравнению с предыдущим годом, тыс. га	Накопление углерода в оставшейся растущей биомассе, тыс. тонн	Потери углерода при вырубке или гибели многолетних насаждений, тыс. тонн	Годовая нетто углерода на площади многолетних насаждений, тыс. тонн <sup>1)</sup>
1990	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	615,6	54,9	1292,8	3458,7	-2165,9
2007	603,2	12,4	1266,7	781,2	485,5
2008	601,1	2,1	1262,3	132,3	1130,0
2009	596,3	4,8	1252,2	302,4	949,8
2010	582,5	13,8	1223,3	869,4	353,9
2011	579,4	3,1	1216,8	192,4	1024,5

<sup>1)</sup> Годовая нетто углерода – разница накопления углерода в оставшейся растущей биомассе и потерях углерода за год при вырубке или гибели многолетних насаждений.

#### 7.4.2.1.3 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 2010 гг. были получены в отчетах и справочных изданиях Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005 – 2012).

**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; ОНТИ 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. 7.36). 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 2011 гг. приведено в таблице 7.37.

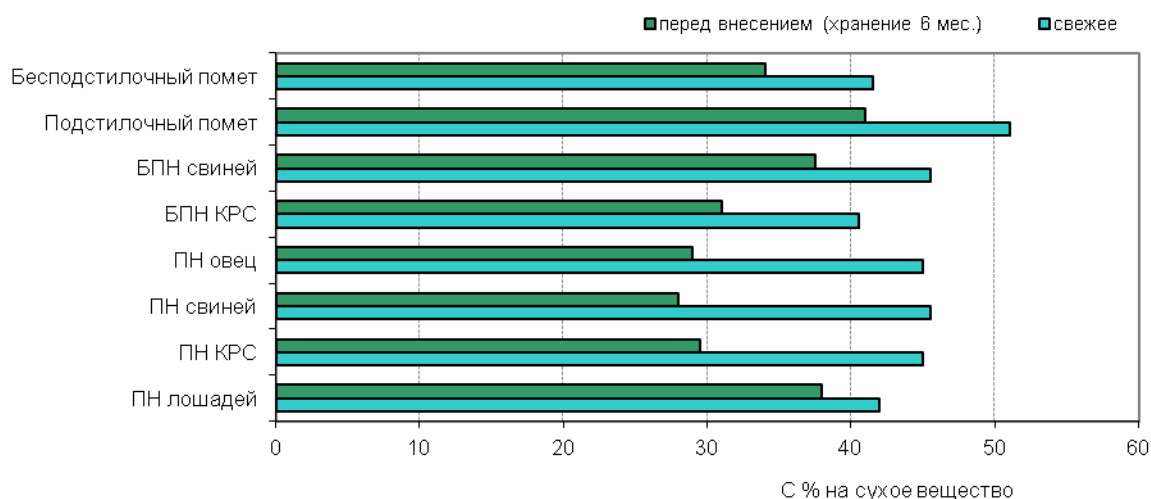


Рис. 7.12. Потери углерода разных видов навоза и помета при хранении

Таблица 7.36

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 7.37

*Внесение органических удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы, млн. тонн*

<b>Годы</b>	<b>Внесение органических удобрений</b>	<b>Количество углерода, поступившего в с.х. земли</b>
<b>1990</b>	389,5	71,1
<b>1991<sup>1)</sup></b>	347,2	63,3
<b>1992<sup>1)</sup></b>	268,7	49,0
<b>1993</b>	241,2	44,0
<b>1994</b>	164,2	30,0
<b>1995</b>	127,4	23,2
<b>1996</b>	107,8	19,7
<b>1997</b>	86,1	15,7
<b>1998</b>	72,1	13,2
<b>1999</b>	69,1	12,6
<b>2000</b>	66,0	12,0
<b>2001</b>	59,6	10,9
<b>2002</b>	60,6	11,1
<b>2003</b>	59,9	10,9
<b>2004</b>	53,2	9,7
<b>2005</b>	49,9	9,1
<b>2006</b>	47,8	8,7
<b>2007</b>	48,1	8,8
<b>2008</b>	51,3	9,4
<b>2009</b>	53,7	9,8
<b>2010</b>	53,1	9,7
<b>2011</b>	52,6	9,6

<sup>1)</sup> данные по (Промышленно-экономические показатели..., 1996)

Как следует из этой таблицы, внесение органических удобрений сократилось в течение рассматриваемого периода на 86,5% от 389,5 млн. тонн в 1990г. до 52,6 млн. тонн в 2011, 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 1990г. до 9,6 млн. тонн в 2011г.

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, 2005-2012) и среднему содержанию углерода в них. Согласно справочным данным (Дукаревич, 1976; Справочник по минеральным удобрениям, 1960), из двенадцати простых азотных удобрений, применяемых в России, четыре содержат углерод: нейтрализованная аммиачная селитра, сульфат аммония и мочевины, чистая мочевины и цианамид кальция. Из восьми видов фосфорных удобрений углерод встречается только в составе фосфоритной муки, а из девяти калийных – в составе поташа.

Статистика по внесению минеральных удобрений в почвы приводится в пересчете на действующие вещества, поэтому коэффициенты по содержанию углерода в разных видах удобрений рассчитаны к соответствующим действующим веществам. При этом учтено соотношение углерода и прочих химических элементов в составе всех удобрений (содержащих и не содержащих углерод) каждого вида (азотных, фосфорных и калийных). Результаты расчетов коэффициентов приведены в таблице 7.38.



Поступление углерода в сельскохозяйственные почвы с минеральными удобрениями за период с 1990 по 2011 год приведено в таблице 7.39.

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 7.38

*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 7.39

*Внесение минеральных удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы, млн. тонн*

Годы	Внесение азотных удобрений	Внесение фосфорных удобрений	Внесение калийных удобрений	Суммарное поступление углерода в с.х. земли
1990	4,028	3,676	2,219	0,596
1991	3,590 <sup>1)</sup>	1,362 <sup>2)</sup>	1,581 <sup>2)</sup>	0,497
1992	2,974 <sup>1)</sup>	1,500 <sup>2)</sup>	1,079 <sup>2)</sup>	0,413
1993	2,106	1,281	0,908	0,298
1994	1,213	0,534	0,344	0,166
1995	0,936	0,370	0,181	0,126
1996	0,922	0,386	0,165	0,124
1997	0,959	0,405	0,175	0,129
1998	0,831	0,280	0,153	0,111
1999	0,814	0,175	0,143	0,107
2000	0,959	0,220	0,182	0,126
2001	0,889	0,262	0,195	0,119
2002	0,951	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	0,116
2006	0,906	0,366	0,230	0,123
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
2010	1,188	0,435	0,279	0,160
2011	1,257	0,425	0,275	0,168

<sup>1)</sup> Расчетные данные (интерполяция).

<sup>2)</sup> 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 7.40.

Таблица 7.40

Известкование сельскохозяйственных почв и поступление углерода с известковыми материалами, млн. тонн

Годы	Внесение известковых материалов, млн. тонн	Количество углерода, поступившего в с.х. земли, млн. тонн
1990	31,4	2,64
1991 <sup>1)</sup>	29,0	2,44
1992 <sup>1)</sup>	25,4	2,13
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	0,17
2008	2,3	0,19
2009	1,8	0,15
2010	2,0	0,17
2011	2,0	0,17

<sup>1)</sup> Расчетные данные (интерполяция).

За период с 1990 по 2011 гг. суммарное поступление углерода в почвы с минеральными удобрениями (табл. 7.39) и известковыми материалами (табл. 7.40) снизилось в 10 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.

$$C_{ab} \text{ или } C_{un} = \sum_i ((a_i Y_i + b_i) \cdot C_i) \cdot S_i, \quad (7.34)$$

где  $C_{ab}$  – масса углерода, поступающего в почвы с пожнивными остатками ( $C_{un}$  – корневыми ос-

- татками) 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, 2006-2011). Величины поступления углерода с остатками культурных растений за период с 1990 по 2011 гг., а также суммарное поступление углерода в пахотные почвы приведены в таблице 7.41.

Как следует из данных таблицы 7.41, 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 2011 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 8% 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. В 2010 году крайне неблагоприятные погодные условия в течение летнего периода привели к снижению поступления углерода в почву с органическими остатками на 5,4%.

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

<b>Годы</b>	<b>Количество углерода остатков биомассы культурных растений, млн. тонн</b>	<b>Общее поступление углерода в пахотные почвы, млн. тонн</b>
<b>1990</b>	171,9	246,2
<b>1991</b>	146,6	212,9
<b>1992</b>	152,0	203,6
<b>1993</b>	148,4	194,2
<b>1994</b>	129,3	160,3
<b>1995</b>	121,2	145,1
<b>1996</b>	120,8	141,0
<b>1997</b>	129,2	145,3
<b>1998</b>	104,3	117,8
<b>1999</b>	104,1	117,0
<b>2000</b>	106,9	119,3
<b>2001</b>	114,2	125,4
<b>2002</b>	113,6	125,0
<b>2003</b>	104,3	115,5
<b>2004</b>	105,1	115,2
<b>2005</b>	104,5	113,9
<b>2006</b>	103,4	112,5
<b>2007</b>	105,5	114,5
<b>2008</b>	114,4	124,1
<b>2009</b>	118,1	128,2
<b>2010</b>	109,5	119,5
<b>2011</b>	114,9	124,8

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 1990г. до 7,7% в 2011г., а на долю остальных источников приходится 1,3% и 0,3% в 1990г. и 2011г. 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 2011г. эта величина снизилась до 1,0 т/га. При этом площадь, удобряемая органическими удобрениями, составляла в 2010г. лишь 7,3% 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 зе-

мель, 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 выносятся за пределы пахотных земель (Титлянова с соавт., 1998).

Для верификации этих данных был проведен расчет объема смыва органического вещества с одного гектара площади водосбора с использованием информации по качеству поверхностных вод Российской Федерации за 1991-2010 гг. годы. 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 7.42.

В связи с отсутствием информации о величинах поверхностного стока в 1990, 1994 и 2011 гг. при проведении расчетов были взяты следующие величины: 1990г. – по консервативному сценарию было взято 25 кг/га; 1994г. – среднее между 1991, 1992, 1993 и 1995 гг.; 2011г. – среднее между 2006-2010 гг.

Из данных таблицы 7.42 следует, что величина смыва углерода в среднем по стране находилась в пределах 18-25 кг с гектара водосбора. Полученные данные согласуются 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 7.43.

Дыхание почв складывается из следующих потоков: дыхание корней и дыхание почвенной микрофлоры. Последнее происходит в результате разложения почвенного органического вещества (Кудеяров и Курганова, 2005). Учитывая, что дыхание корней уже учтено нами при рассмотрении биомассы культурных растений (чистая первичная продукция), нам необходимо было оценить потери углерода в форме  $\text{CO}_2$  при разложении почвенного органического вещества. Для этого нами проанализированы данные литературы по экспериментальным оценкам дыхания разных типов почв под разными сельскохозяйственными культурами, измеренными в течение вегетационного периода (Ларионова и Розанова, 1993; Макаров, 1988; Ларионова, 1988; Rochette et al., 1992; Наумов, 1994; Смирнов, 1954; Тюлин и Кузнецов, 1971; Кудеяров с соавт., 1995; Ковалева и Булаткин, 1987; Котакова, 1975; Трофимова, 1989; Зборищук, 1979; Бурдюков и Телюгин, 1983; Зон и Алешина, 1953; и др.), а также дыхание почв под паром (Емельянов, 1970; Котакова, 1975; Кудеяров с соавт., 1995; Наумов, 1994; Макаров, 1993). Собранные данные по интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  почвами были приведены к единым единицам измерения ( $\text{мг CO}_2/\text{м}^2$  в час) и усреднены по основным типам почв (черноземы, дерново-подзолистые, каштановые и серые лесные почвы). Полученные результаты приведены в таблице 7.44.

Таблица 7.42

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

Река	Площадь водосбора, тыс.км <sup>2</sup>	Смыв углерода с территории водосбора, кг · га <sup>-1</sup> ·год <sup>-1</sup>									
		1991	1992	1993	1994 <sup>1)</sup>	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Кола	3,78	27,25	28,31	28,84	27,25	24,60	28,97	37,30	27,65	33,47	28,97
Онега	55,70	47,49	37,43	49,01	47,04	54,22	0,00	41,83	41,83	31,15	37,70
Сев. Двина	348,00	43,82	34,20	53,88	43,71	42,96	35,06	30,75	56,90	33,62	34,05
Мезень	56,40	35,82	35,99	49,65	40,48		0,00	41,49	51,86	44,15	28,55
Печора	312,00	49,04	39,26	42,95	43,83	44,07	59,62	36,22	41,99	42,47	37,50
Обь	2430,00	15,74	8,64	16,11	13,58	13,81	20,99	19,03	16,65	21,09	15,66
Таз	100,00	34,50	23,25	13,50	23,75		0,00	37,80	94,50	0,00	42,55
Енисей	2440,00	14,88	21,31	18,09	16,42	11,41	18,40	18,05	21,93	20,90	20,49
Анабар	78,80	25,57	24,68	22,59	23,78	22,27	11,29	27,92	40,55	25,89	22,02
Оленек	198,00	29,29	17,65	23,81	22,88	20,76	21,87	19,29	20,10	24,22	29,04
Лена	2430,00	12,00	13,27	12,02	12,55	12,90	10,35	26,75	14,01	19,14	15,16
Индирикка	322,00	7,89	9,04	9,95	8,88	8,63	6,96	10,90	16,30	7,56	25,00
Колыма	635,00	6,99	8,82	7,16	7,66		11,10	7,67	6,71	11,34	7,33
Камчатка	45,60	18,42	17,98	11,07	15,98	16,45		18,20	11,18	20,07	12,94
Тауй	25,10	27,89	25,70	9,76	24,30	33,86	23,51	26,29	22,71	18,11	12,35
Амур	1790,00	15,22	20,92	16,82	15,31	8,30	10,20	12,15	21,90	22,49	13,02
Тынь	7,72	29,60	14,83	29,34	27,35	35,62	32,45	28,17			
Поронай	6,08	92,11	91,28	63,16	80,63	75,99	91,28	115,95			66,78
Нева	281,00	20,46	22,42	18,68	20,52				31,67	39,68	22,42
Луга	12,30	38,41		22,15	30,28					25,73	48,78
Преголя	13,60	22,17	35,37		32,29	39,34	21,84	21,84	38,60	32,28	13,97
Дон	420,00	7,33	3,99	4,74	5,50	5,95	8,24	4,12	7,64	10,52	4,05
Сев. Донец	80,90	6,30	5,28	8,47	7,22	8,84	9,02	6,86	11,50	0,40	4,51
Кубань	49,00	15,00	22,55	25,82	20,74	19,59	18,98	36,53	25,82	20,51	24,59
Сочи	0,30	27,03	36,49	32,60	29,94	23,65	32,94	46,96	29,56	22,97	47,64
Терек	37,40	24,60	34,49	29,41	27,31	20,72	16,04	18,85			14,04
Кума	20,00	3,58	6,58	8,20	5,12	2,14	2,10	5,70	5,15	1,51	0,00
Волга	1360,00	18,31	13,97	11,07	14,45		7,39	19,78	18,79	20,00	13,71
Верхняя Ангара	20,60	12,86	17,74	11,99	15,04	17,57	18,37	13,30	20,27	12,50	11,38
Баргузин	19,80	16,06	14,19	9,19	13,11	13,01	7,47	6,41	10,98	8,16	10,48
Селенга	445,00	4,98	3,08	5,02	4,51	4,98	2,02	2,91	4,87	2,88	2,72
среднее		22,87	21,67	21,21	22,02	21,77	18,27	24,72	24,77	17,90	19,63

<sup>1)</sup> Значения за 1994г. получены как среднее по 1991, 1992, 1993, 1995.

Таблица 7.42 (продолжение)

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

Река	Площадь водосбора, тыс.км <sup>2</sup>	Смыв углерода с территории водосбора, кг · га <sup>-1</sup> ·год <sup>-1</sup>										
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 <sup>2)</sup>
Кола	3,78	16,80	27,51	6,08	23,54	26,19	24,47	26,32	22,22	19,18	33,33	25,11
Онега	55,70	31,42	53,14	43,63	49,73	47,58	52,78	52,60	77,47	44,25	41,20	53,66
Сев. Двина	348,00	33,62	35,06	41,09	48,99	29,31	42,10	50,00	54,89	42,82	27,01	43,36
Мезень	56,40	29,34	34,22	41,31	43,00	30,50	35,99	53,63	70,92	44,06	25,44	46,01
Печора	312,00	34,62	48,56	45,19	44,87	49,20	61,86	59,94	48,40	40,22	30,13	48,11
Обь	2430,00	19,65	22,43	16,05	13,68	13,85	10,99	20,37	18,62	13,97	10,51	14,89
Таз	100,00	45,45	37,10	44,40	30,75	31,15	24,60	45,50	40,30	36,20	30,00	35,32
Енисей	2440,00	23,57	32,99	22,75	21,11	18,67	14,80	28,89	21,72	21,11	24,18	22,14
Анабар	78,80	11,74	17,20	17,70	8,57	22,40	10,60	35,66	31,28	12,69	20,24	22,09
Оленек	198,00	11,21	12,93	14,29	12,02	18,71	8,94	17,20	15,40	8,91	14,04	12,90
Лена	2430,00	13,64	10,74	11,73	14,40	13,74	15,25	18,44	18,85	17,72	11,87	16,42
Индигирка	322,00	8,76	12,67	7,33	12,72	15,99	12,87	15,84	13,59	8,42	14,18	12,98
Колыма	635,00	9,37	10,47	9,13	8,03	7,73	9,69	15,43	12,76	7,13	6,63	10,33
Камчатка	45,60	15,57	14,04	17,65	19,08	20,94	16,01	16,45	15,13	14,36	14,80	15,35
Тауй	25,10	28,88	13,19	21,12	28,29	18,21	36,25	24,30	32,67	38,84	17,43	29,90
Амур	1790,00	14,33	11,51	9,86	12,32	13,97	11,54	10,06	15,89	20,06	20,17	15,54
Тынь	7,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,22	20,34	26,36	27,01	22,22	25,43
Поронай	6,08	43,17	62,75	66,12	58,72	56,66	75,33	54,11	63,16	66,61	57,48	63,34
Нева	281,00	24,20	18,51	15,73	15,59	27,05	19,40	22,78	21,89	24,02	27,40	23,10
Луга	12,30	35,12	29,07	26,63	45,12	34,35	24,55	33,33	65,04	61,79	47,97	46,54
Преголя	13,60	17,39	20,85	13,71	17,10	24,19	12,94	29,85	21,76	18,35	18,82	20,35
Дон	420,00	8,20	6,20	7,88	9,57	9,63	7,69	5,20	6,29	3,69	4,80	5,53
Сев. Донец	80,90	5,36	3,99	6,30	6,80	7,29	9,83	4,92	4,72	2,74	6,00	5,64
Кубань	49,00	21,12	37,35	20,82	34,69	31,84	34,90	23,98	29,08	26,22	27,55	28,35
Сочи	0,30	48,65	22,97	19,26	45,95	40,20	37,84	52,03	60,30	127,53	117,06	78,95
Терек	37,40	10,86	24,73	8,68	9,48	13,33	13,50	4,73	9,65	5,23	8,54	8,33
Кума	20,00		3,83	3,58	4,63	3,10	2,12	2,98	1,70	1,43	1,09	1,86
Волга	1360,00	17,17	17,10	13,27	16,25	25,26	26,21	21,69	15,99	19,67	12,68	19,25
Верхняя Ангара	20,60	13,64										
Баргузин	19,80	11,94										
Селенга	445,00	3,96										
среднее		17,90	18,32	16,32	18,71	18,60	19,55	21,90	23,89	22,12	19,79	21,45

<sup>2)</sup> Значения за 2011 г. получены как среднее 2006-2010 гг.

Таблица 7.43

## Вынос углерода при эрозии и дефляции с культивируемых земель

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	3,00
1992	128,6	2,79
1993	126,3	2,68
1994	123,3	2,72
1995	121,0	2,63
1996	118,2	2,16
1997	115,0	2,84
1998	110,7	2,74
1999	106,2	1,90
2000	103,6	2,03
2001	102,1	1,83
2002	100,5	1,84
2003	95,4	1,56
2004	94,0	1,76
2005	91,4	1,70
2006	89,8	1,75
2007	89,0	1,95
2008	91,3	2,18
2009	92,4	2,04
2010	90,4	1,79
2011	91,2	1,96

Следует отметить, что полученные средние значения, приведенные в таблице 7.44, относятся к результатам экспериментальных работ, выполненных в 70-80 гг. прошлого столетия. По данным Кургановой и соавт. (2007) дыхание почв агроценозов до 1990г. 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 7.44 с поправкой в 1,8 раз ниже (чернозем –  $223 \text{ мг CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$ , дерново-подзолистая почва –  $189 \text{ мг CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$ , остальные типы почв –  $142 \text{ мг CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$ ). Для периода с 1990 по 1993 гг., когда происходило наиболее резкое снижение количества вносимых органических удобрений, коэффициенты дыхания почв были получены линейной интерполяцией между этими значениями и величинами, приведенными в таблице 7.44.

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 7.44

Средние значения дыхания разных типов почв в агроценозах

Почва	Культура	Эмиссия CO <sub>2</sub> , мг CO <sub>2</sub> ·м <sup>-2</sup> ·час <sup>-1</sup>	Источник
серая лесная		70	(Ларионова и Розанова, 1993)
среднее по агроземам		430	
дерново-подзолистая		270	(Макаров, 1988)
дерново-подзолистая	картофель	420	
дерново-подзолистая	овес	540	
дерново-подзолистая	озимая пшеница	450	
предкавказский чернозем	озимая пшеница	483	
предкавказский чернозем	яровая пшеница	480	
предкавказский чернозем	картофель	580	
предкавказский чернозем	кормовые (люцерна)	1003	
серая лесная		55	(Ларионова, 1988)
дерново-подзолистая	овес	230	(Макаров, 1988)
подзолистая	сах. свекла	404	
подзолистая	ячмень	594	(Rochette et al., 1992)
дерново-подзолистая глеевая	овес	120	(Наумов, 1994)
мерзлотно- лугово- черноземная	овес	513	
чернозем	зерновые	160	
каштановая	пшеница	225	
дерново-подзолистая	клевер	359	(Смирнов, 1954)
дерново-подзолистая	овес	70	
дерново-подзолистая	яровые зерновые	286	(Тюлин и Кузнецов, 1971)
серая лесная	яровые зерновые	124	(Кудеяров с соавт., 1995)
серая лесная	озимая пшеница	318	(Ковалева и Булаткин, 1987)
чернозем выщелоченный	озимая пшеница	208	(Котакова, 1975)
чернозем выщелоченный	клевер	338	
чернозем обыкновенный	горох	173	(Трофимова, 1989)
чернозем обыкновенный	среднее	189	(Зборищук, 1979)
чернозем	среднее	495	(Бурдюков и Телюгин, 1983)
чернозем обыкновенный ма- ломошный		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	(Кретицина 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  $\text{CO}_2$  и соответствующих потерь углерода на территории возделываемых земель необходимо также рассчитать величину дыхания почв вне вегетационного периода. По различным данным зимнее дыхание почв может составлять от 10% до 47% (Кудеяров и Курганова, 2005) годового потока. 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 2011 гг. приведены в таблице 7.45.

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

Таблица 7.45

*Потери углерода с возделываемых земель при дыхании почв*

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
2010	142,6
2011	143,8

*Ежегодный баланс углерода.* На основании полученных оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на пахотных землях за период 1990-2011 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 2003г.) 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 2003г. 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<sub>2</sub>), но абсолютные значения на 22% меньше, чем в 2007г.

В 2010 году из-за аномально жаркого летнего периода тенденция снижения нетто потерь углерода почвами пашен была прервана ростом (на 14%) выбросов углерода в атмосферу. Основной причиной этого явилась массовая гибель посевов от засухи, сопровождавшей летнюю жару 2010г.

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

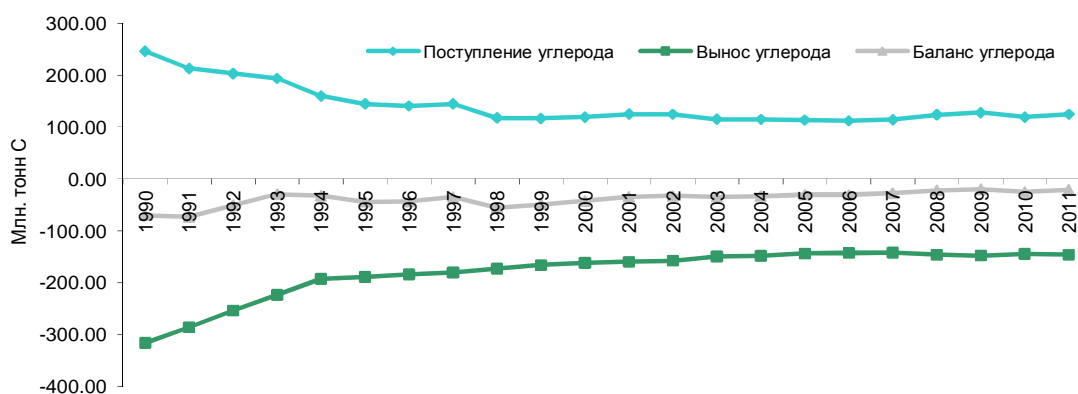


Рис. 7.13. Ежегодный баланс углерода в минеральных почвах возделываемых земель страны, млн. тонн C

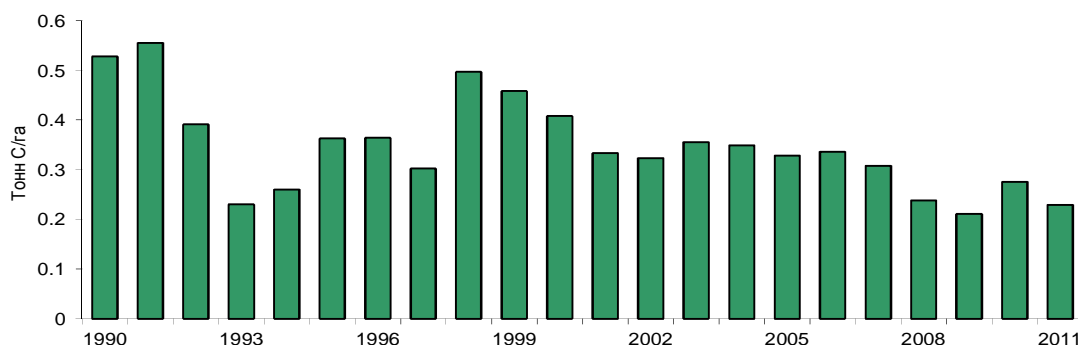


Рис. 7.14. Годовые нетто-потери углерода с одного гектара минеральных почв возделываемых земель, тонн C/га

**Органогенные почвы.** Ежегодные статистические данные по площадям обрабатываемых органогенных почв в стране отсутствуют. Поэтому их площадь определена расчетным путем на основании общей ежегодной культивируемой площади в стране (сумма посевных площадей, пара и многолетних насаждений) и доле органогенных почв. Для 1990 года доля органогенных почв определена по суммарной площади торфянистых и торфяных почв в сельскохозяйственных угодьях России по состоянию на 1980г., которая составляет около 1,5% (Распределение земельного фонда..., 1980). Для лет периода 2006 -2011 ежегодная доля органогенных почв культивируемых угодий рассчитана по статистическим данным площадей осушенных земель пашен и многолетних насаждений (Земельный фонд России, 2007-2012) и составляет 2,7-2,9% . Между 1990 и 2006 годами доли органогенных почв определены методом интерполяции. Таким образом, площади культивируемых органогенных почв в настоящем кадастре пересчитаны для лет 1991-2010 в связи с уточнением статистических данных.

Результаты расчетов площадей органических почв и потерь углерода с них приведены в таблице 7.46. Выбросы закиси азота с рассчитанной площади обрабатываемых органогенных почв за период с 1990 по 2011 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<sub>2</sub> 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 2010 гг. взяты из отчетов и справочников Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Российский статистический ежегодник, 2006-2011).

Таблица 7.46

*Потери углерода с возделываемых земель при обработке органогенных почв, тыс. тонн*

Годы	Площадь культивируемых органогенных почв, га/год	Потери углерода при культивации органогенных почв, тыс. тонн С
1990	1 987 986,0	1988,0
1991	2 081 135,2	2081,1
1992	2 150 968,5	2151,0
1993	2 221 436,9	2221,4
1994	2 274 611,7	2274,6
1995	2 335 197,0	2335,2
1996	2 384 592,0	2384,6
1997	2 418 118,3	2418,1
1998	2 422 946,8	2422,9
1999	2 415 803,7	2415,8
2000	2 444 947,7	2444,9
2001	2 498 928,6	2498,9
2002	2 547 102,4	2547,1
2003	2 498 144,3	2498,1
2004	2 544 175,5	2544,2
2005	2 551 552,5	2551,6
2006	2 582 746,0	2582,7
2007	2 556 712,4	2556,7
2008	2 552 840,5	2552,8
2009	2 555 255,0	2555,3
2010	2 528 858,7	2528,9
2011	2 513 100,0	2513,1

#### **7.4.2.2 Земли, преобразованные в пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 5.В.2 ОФД)**

Конверсия земель из других видов пользования и из естественного состояния (распашка целинных земель) в пахотные угодья в России в течение рассматриваемого периода с 1990 по 2011 гг. не производилась (табл. 7.3). 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 стандартными указателями «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 распахкой площадей, которые были выведены из использования в предыдущие 1-2 года. Таким образом, возможные изменения в запасах углерода всех пулов на этих землях крайне незначительны и ими можно пренебречь. Согласно статистическим данным в 2011 году около 810 тыс. га пастбищных земель были вновь распаханы. При этом, так же, как и для 2008-2009 гг. было принято, что распахке подверглись недавно выведенные пахотные угодья, которые использовались как пастбищные в течение не более 2-3х лет. За этот период значительных изменений в запасах углерода почв и других пулов, связанных с конверсией земель, не произошло. Поэтому все изменения почвенного углерода на данных площадях учтены в категории пахотные земли, остающиеся пахотными землями, а для соответствующей таблицы ОФД для 2011 г. использованы стандартные указатели «оценены в другом месте» («IE»).

#### **7.4.3 Сенокосы и пастбища (раздел 5.С ОФД)**

##### **7.4.3.1 Постоянные сенокосы и пастбища (раздел 5.С.1 ОФД)**

К данной категории луговых земель, находящихся в антропогенном использовании, относятся земли кормовых угодий, включая пастбища и сенокосы. Несмотря на схожесть растительного покрова этих двух сообществ, тип и интенсивность их использования существенно различаются, и это необходимо учитывать при оценке изменения запасов углерода. Расчет проводился на основе балансовой методологии оценки динамики запасов почвенного углерода на этих землях аналогично методике, применяемой нами для пахотных земель (категория 5.В.1. ОФД). В Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии регулярно собираются данные по площадям пастбищ и сенокосов в стране у землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством (табл. 7.47), а также их распределение по субъектам Федерации за 1990 г. и за период с 1998 по 2011 гг. (Земельный фонд РФ, 2006-2012). Распределение площадей по областям и регионам РФ в течение периода с 1991 по 1997 гг. было вычислено 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 площади угодий, используемые землепользователями для сельскохозяйственного производства. Доля этих угодий составляет 90% от всех сельскохозяйственных угодий в стране (Государственный (национальный) доклад..., 2005-2012). 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 7.47, наблюдается четкая тенденция сокращения земель кормовых угодий в стране за период с 1990 по 2005 год и относительной их стабилизации в течение последних лет с 2005 по 2011 годы. Незначительное увеличение площадей используемых сенокосов и пастбищ отмечено в отдельные годы (1994, 1995, 1999, 2008, 2010 и 2011), которое, по-видимому, происходило за счет земель, находившихся под кормовыми угодьями в предыдущие годы и неиспользуемых в течение 2-3 последних лет. За этот срок качество растительного покрова пастбищ и сенокосов сохраняется, что позволяет использо-

вать 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.С.2. «Земли, переустроенные в луговые земли», было бы некорректно, и они рассмотрены в настоящем кадастре в категории управляемых луговых земель, постоянно остающихся луговыми землями.

Таблица 7.47

*Площади кормовых угодий землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством в России, 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
2010	70,1
2011	70,2

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 2011 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 измене-

ний 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 1990-2011 гг. объемы этих работ в аграрном секторе сильно сократились (внесение органических удобрений на 86,5%, минеральных – на 80,1% и известковых материалов – на 93,6%) и, по-видимому, все удобрения и добавки в настоящее время вносятся на пахотных землях. Поэтому они рассмотрены в разделе 5.В.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 имеется, мы использовали в расчетах полученное среднее значение. В таблице 7.48 показано ежегодное поступление атмосферного углерода в экосистемы пастбищ и сенокосов при фотосинтезе растений за период с 1990 по 2011 гг.

Таблица 7.48

*Поступление углерода при фотосинтезе растений на землях кормовых угодий, млн. тонн C/год*

Годы	Количество углерода биомассы растений, млн. тонн/год
1990	255,64
1991	254,24
1992	249,78
1993	243,40
1994	248,18
1995	250,95
1996	251,05
1997	247,54
1998	222,34
1999	231,59
2000	231,73
2001	230,32
2002	228,33
2003	227,99

Годы	Количество углерода биомассы растений, млн. тонн/год
<b>2004</b>	226,23
<b>2005</b>	224,84
<b>2006</b>	223,47
<b>2007</b>	223,59
<b>2008</b>	224,25
<b>2009</b>	223,37
<b>2010</b>	223,63
<b>2011</b>	223,87

Навоз и помет сельскохозяйственных животных и птицы, остающийся на местах их выгула и выпаса рассматривался как второй источник поступления органического углерода в почвы пастбищ. При оценке поступления углерода в почвы с навозом пастбищных животных учитывали только твердые экскременты (кал). Моча животных содержит в среднем около 2,5% органических соединений (мочевина и мочевая кислота), в составе которых, в свою очередь, находится от 20 до 35% углерода (Биологический энциклопедический словарь, 1989). Однако продуктами распада этих соединений в основном являются газообразные соединения (аммиак, вода и углекислый газ). Таким образом, нами было принято, что весь углерод органических соединений мочи животных теряется в виде эмиссии CO<sub>2</sub> в атмосферу и органический углерод в почву не попадает.

Оценка поступления углерода с навозом и пометом в почвы пастбищ выполнялась по данным справочной литературы по суточным нормам выхода навоза и помета для разных видов сельскохозяйственных животных и птицы, а также величинам влажности их экскрементов (ОНТП 17-81, 1983; Агрохимия, 1984). Для некоторых животных, по которым необходимые данные не обнаружены (козы, верблюды, мулы, ослы и северные олени), среднесуточный выход навоза рассчитывался с учетом соотношения коэффициентов выбросов метана от навоза (см. глава 6, Сельское хозяйство) этих видов и биологически близких видов животных, для которых выход навоза известен. Так, среднесуточный выход твердых экскрементов мулов и ослов рассчитан равным 12,3 кг сырого вещества на голову при коэффициентах выброса CH<sub>4</sub> от навоза этих животных и лошадей 0,76 и 1,39 кг CH<sub>4</sub>/гол. в год соответственно (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997), и среднесуточном выходе навоза от лошадей около 22,5 кг сырого вещества (Агрохимия, 1984). Влажность навоза коз принята равной влажности навоза овец, а верблюдов, ослов, мулов и северных оленей – влажности навоза лошадей. Полученные средние значения суточного выхода сырого вещества навоза и помета от разных видов пастбищных животных и птицы, их влажность, доля годового времени животных, проводимого на пастбищах (глава 6, Сельское хозяйство), а также рассчитанные по ним величины выхода сухого вещества на голову в год на территории пастбищ на примере 2011 года приведены в таблице 7.49.

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.

В настоящем кадастре выполнены усовершенствования расчета количества поступающего углерода с навозом коров и другого поголовья крупного рогатого скота. До настоящего кадастра углерод навоза на пастбищах от этих категорий животных оценивался на основа-



нии стабильных норм выхода навоза в расчете на 1 голову и среднем содержании в нем углерода, как это описано выше. Однако, такая методика оценки не учитывает специфику и количество потребляемых кормов (валовую энергию), а также степень их перевариваемости. В секторе сельского хозяйства данные величины рассчитываются ежегодно по регионам России для определения коэффициентов экскреции азота (см. разделы 6.3 и 6.5, табл. 6.10). Используя эти коэффициенты и среднее соотношение углерода и азота в навозе крупного рогатого скота – 10:1 (Бамбалов, Янковская, 1994) были определены ежегодные величины экскреции углерода на пастбищах (см. таблицу 7.49). Для остальных категорий пастбищных животных методика расчета навоза (помета) и количества углерода не менялись (см. выше).

Для определения количества углерода, поступающего из твердых экскрементов в почвы пастбищ, необходимо вычесть из общей величины экскретируемого углерода его потери с газообразными эмиссиями метана и углекислого газа, а также с поверхностным смывом в водоемы. Учитывая, что потери углерода при эрозии и дефляции почв (см. ниже) определяли по данным смыва органического вещества с территории водосборов, вымывание углерода из навоза, оставленного на пастбищах, уже учтено в нашем балансе. Коэффициенты выброса метана от навоза сельскохозяйственных животных представлены в настоящем кадастре в главе 6, Сельское хозяйство, раздел 6.3 (категория 4Ва ОФД). Коэффициенты выброса углекислого газа могут быть определены на основе коэффициентов выброса  $\text{CH}_4$  с учетом соотношения среднего выхода этих газов из навоза животных ( $\text{CH}_4$  55-65%,  $\text{CO}_2$  35-45%) (Козьмин с соавт., 1998). Полученные значения коэффициентов выброса  $\text{CO}_2$ , приведены в таблице 7.50.

В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра РФ по выбросам парниковых газов в 2012г. были пересчитаны значения валовой энергии и коэффициентов перевариваемости кормов для коров и другого поголовья крупного рогатого скота для всех лет периода 1990-2010 в связи с коррекцией коэффициента преобразования сухого вещества корма в энергетические единицы (МДж). До настоящего кадастра в расчетах использовалось усредненное значение, равное 18,4 МДж/кг сух. в-ва, в то время как значение коэффициента по умолчанию равно 18,45 МДж/кг сух. в-ва (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997). Эти пересчеты привели к соответствующим изменениям коэффициентов выброса метана и углекислого газа от навоза животных.

Таблица 7.49

*Выход навоза и помета от пастбищных животных и птицы*

Категория пастбищных животных и птицы	Среднесуточный выход навоза (помета), кг сырого вещества/гол. сутки	Влажность, %	Экскреция азота, кг N/гол. год	Доля годового времени, проводимого на пастбищах, %	Годовой выход навоза (помета) на пастбищах, кг сухого вещества/гол. год	Экскреция углерода на пастбищах, кг C/гол. год
Коровы			94,82	20,9 <sup>1)</sup>		197,8 <sup>1)</sup>
Крупный рогатый скот (без коров)			59,26	27,6 <sup>1)</sup>		163,8 <sup>1)</sup>
Овцы	3,2	70,2		18,4	64,0	36,9
Козы	2,0	70,2		18,4	40,4	23,3
Верблюды	25,7	77,5		18,4	388,9	156,2
Лошади	22,5	77,5		18,4	340,3	156,6
Мулы	12,3	77,5		18,4	185,9	85,5
Ослы	12,3	77,5		18,4	185,9	85,5
Птица						
мясные куры	0,29	74,5		6,5	1,7	0,8
куры-несушки	0,18	74,5		6,5	1,1	0,5
цыплята	0,15	74,5		6,5	0,9	0,4

Продолжение таблицы 7.49

Категория пастбищных животных и птицы	Среднесуточный выход навоза (помета), кг сырого вещества/гол. сутки	Влажность, %	Экскреция азота, кг N/гол. год	Доля годового времени, проводимого на пастбищах, %	Годовой выход навоза (помета) на пастбищах, кг сухого вещества/гол. год	Экскреция углерода на пастбищах, кг C/гол. год
гуси	0,59	84,0		6,5	2,3	1,0
гусята	0,44	84,0		6,5	1,7	0,7
другая взрослая птица	0,44	79,3		6,5	2,1	1,0
молодняк другой птицы	0,38	79,3		6,5	1,9	0,8
Северные олени	6,0	77,5		18,4	90,3	36,3

<sup>1)</sup> По данным 2011г.

Таблица 7.50

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

Категория пастбищных животных и птицы	Коэффициенты выброса CO <sub>2</sub> , кг/гол. в год
Молочный рогатый скот	3,21 <sup>1)</sup>
Немолочный рогатый скот	2,98 <sup>1)</sup>
Овцы	0,13
Козы	0,08
Верблюды	1,06
Лошади	0,93
Мулы	0,51
Ослы	0,51
Птица	
мясные куры	0,01
куры-несушки	0,02
цыплята	0,01
гуси	0,01
гусята	0,01
другая взрослая птица	0,03
молодняк другой птицы	0,01
Северные олени	0,25

<sup>1)</sup> По данным 2011г.

В таблице 7.51 содержатся результаты расчета общего количества экскретируемого на пастбищах углерода, выбросов CH<sub>4</sub> и CO<sub>2</sub> от навоза и помета, оставленных на пастбищах, и балансовые оценки поступления углерода из навоза (помета) в почвы за период с 1990 по 2011 гг. Следует отметить, что выбросы двуокиси углерода из навоза и помета сельскохозяйственных животных и птицы, а также выбросы CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> при дыхании и хранении навоза (помета). В свою очередь, вся изъятая с полей биомасса растений учитывается нами в статьях выноса углерода (выбросы CO<sub>2</sub>).

Как следует из данных таблиц 7.48 и 7.51, 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 4,2% в 1990г. до 2,1% в 2011г. 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 66,0%, овец и коз – на 62,4%, численность птицы сократилась на 31,3%, поголовье остальных пастбищных животных (мулы, ослы, лошади, верблюды и северные олени) – на 40,2% (данные Росстата).

Таблица 7.51

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

Годы	Экскреция углерода на пастбищах, тыс. тонн С	Выбросы CH <sub>4</sub> из навоза (помета) пастбищ, тыс. тонн С	Выбросы CO <sub>2</sub> из навоза (помета) пастбищ, тыс. тонн С	Поступление углерода из навоза (помета) в почвы пастбищ, млн. тонн С
1990	11 297,05	54,74	13,27	11,23
1991	10 678,69	52,30	12,68	10,61
1992	10 210,83	50,15	12,16	10,15
1993	9 827,63	47,11	11,42	9,77
1994	8 940,68	43,51	10,55	8,89
1995	8 221,98	40,55	9,83	8,17
1996	7 650,17	37,84	9,17	7,60
1997	6 822,72	33,41	8,10	6,78
1998	6 029,27	29,26	7,09	5,99
1999	5 689,63	27,28	6,61	5,66
2000	5 774,50	27,71	6,72	5,74
2001	5 683,60	27,10	6,57	5,65
2002	5 422,69	25,70	6,23	5,39
2003	5 459,95	25,45	6,17	5,43
2004	5 568,56	25,15	6,10	5,54
2005	5 219,86	22,19	5,38	5,19
2006	6 127,76	22,73	5,51	6,10
2007	5 208,55	21,31	5,17	5,18
2008	5 245,95	21,04	5,10	5,22
2009	5 139,07	19,72	4,78	5,11
2010	4 912,54	18,30	4,44	4,89
2011	4 934,73	18,78	4,55	4,91

*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), а также информация за 1996-2010 годы (информация предоставлена

ГХИ Росгидромета и отображена в ежегодниках «Качество поверхностных вод Российской Федерации»). Подробно методика расчета среднего коэффициента смыва органического углерода с гектара водосбора в водотоки приведена в разделе 7.4.2.1.3. (Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах пахотных земель) (раздел 5.В.1.3 ОФД). Как следует из данных таблицы 7.42, в связи с отсутствием информации о величинах поверхностного стока в 1990, 1994 и 2011 гг. при проведении расчетов были взяты следующие величины: 1990г. – по консервативному сценарию было взято 25 кг/га; 1994г. – среднее между 1991, 1992, 1993 и 1995 гг.; 2011г. – среднее между 2006-2010 гг. Результаты расчетов по ежегодным потерям углерода с площади кормовых угодий (пастбища и сенокосы) при эрозии и дефляции почв приведены в таблице 7.52.

Уточнение национальных коэффициентов поверхностного выноса углерода выполнено в настоящем кадастре в соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра в 2011г.

Таблица 7.52

*Вынос углерода при эрозии и дефляции с земель кормовых угодий*

Годы	Вынос углерода при эрозии и дефляции с земель кормовых угодий, млн. тонн /год
1990	2,00
1991	1,82
1992	1,70
1993	1,62
1994	1,71
1995	1,71
1996	1,44
1997	1,92
1998	1,73
1999	1,30
2000	1,43
2001	1,29
2002	1,31
2003	1,17
2004	1,33
2005	1,31
2006	1,37
2007	1,54
2008	1,68
2009	1,55
2010	1,39
2011	1,51

Снижение потерь углерода с эродированным материалом объясняется сокращением площадей кормовых угодий в стране на 12,4% за период с 1990 по 2011 гг. (от 80,1 до 70,2 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; Российский статистический ежегодник, 2005-2012) и данные отчетов Росстата ([www.gks.ru](http://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 2011 гг. приведены в таблице 7.53.

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 7.53.

Заготовка зеленого корма, силоса и сена на территории культурных пастбищ также приводит к выносу биомассы растений и соответственной потере органического углерода. Данные по валовому сбору зеленого корма, силоса и сена на пастбищах получены из отчетных материалов Росстата ([www.gks.ru](http://www.gks.ru)). Величины по валовому сбору зеленого корма и сена на культурных пастбищах приведены в таблице 7.53. Используя коэффициент содержания С (45%) эти величины были переведены в количество углерода биомассы, изъятого при заготовке кормов.

В настоящем кадастре уточнены статистические данные по валовому сбору сена естественных сенокосов и культурных пастбищ за период с 2005 по 2010 гг. и выполнены соответствующие пересчеты.

Как следует из данных таблицы 7.53, наблюдается тенденция уменьшения выноса углерода биомассы при сенокошении (на 49,2%), выпасе животных (на 44,3%) и заготовке зеленых кормов (на 68,1%) в течение периода с 1990 по 2011 гг. Это связано со снижением поголовья скота и численности птицы, а также сокращением площадей кормовых угодий в аграрном секторе страны.

Дыхание почв складывается из следующих потоков: дыхание корней и дыхание почвенной микрофлоры. Последнее происходит в результате разложения почвенного органического вещества (Кудеяров и Курганова, 2005). Учитывая, что дыхание корней уже учтено нами при рассмотрении фотосинтетического связанного углерода, ассимилированного в растениях (чистая первичная продукция), нам необходимо было оценить потери углерода в форме  $\text{CO}_2$  при разложении почвенного органического вещества. Для этого нами проанализированы данные литературы по экспериментальным оценкам дыхания разных типов почв под луговыми сообществами, измеренными в течение вегетационного периода (Ларионова и Розанова, 1993; Макаров, 1988; 1993; Курганова с соавт., 2007; Кудеяров и Курганова, 2005; Наумов, 1994; Кривонос и Егоров, 1983). Собранные данные по интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  почвами были приведены к единым единицам измерения ( $\text{мг CO}_2/\text{м}^2$  в час) и усреднены. Полученные результаты приведены в таблице 7.54.

Таблица 7.53

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	13,1	6,04	15,7	8,33	0,95	0,43	0,393	0,044	14,83
2006	12,3	5,62	15,4	8,18	0,86	0,39	0,248	0,015	14,21
2007	12,2	5,57	15,5	8,23	0,95	0,43	0,246	0,018	14,26
2008	12,1	5,53	15,4	8,14	0,90	0,41	0,214	0,021	14,09
2009	12,2	5,54	15,1	7,99	0,63	0,29	0,178	0,013	13,85
2010	11,4	5,25	14,3	7,56	0,75*	0,34	0,164	0,014	13,10
2011	11,7	5,28	14,9	7,88	0,97	0,44	0,197	0,089	13,69

\*В настоящем кадастре данные по культурным пастбищам с 2005 г. приведены с учетом сена улучшенных сенокосов.

Таблица 7.54

Средние значения дыхания разных типов почв луговых биоценозов

Почва	Эмиссия CO <sub>2</sub> , мг CO <sub>2</sub> ·м <sup>-2</sup> ·час <sup>-1</sup>	Источник
среднее по луговым биоценозам	445	(Ларионова и Розанова, 1993)
дерново-подзолистая	200	(Макаров, 1988)
торфяная	937	
дерново-подзолистая	280	(Макаров, 1993)
мерзлотно- лугово-черноземная	600	(Наумов, 1994)
дерново-подзолистая и серая лесная оподзоленная	500	
серая лесная осолодевшая суглинистая и дерново-карбонатная суглинистая	385	
дерново-подзолистая супесчаная, дер- ново-перегнойная суглинистая и пере- гнойно-поверхностно-глеевая осолоде- вшая	215	
чернозем (сенокос)	280	(Кривonos и Егоров, 1983)
чернозем обыкновенный	359	
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 7.54, 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°C) была определена по справочным данным для каждой области (региона) России. Данные по среднемесячным и среднегодовым температурам (°C) для всех субъектов РФ были получены на базе соответствующей метеорологической информации отдельных гидрометеостанций (Справочник по климату СССР, 1965-1966; Hong-Kong Observatory, 2003) и усреднены.

Для корректной оценки годового потока CO<sub>2</sub> и соответствующих потерь углерода на территории земель кормовых угодий необходимо также рассчитать величину дыхания почв вне вегетационного периода. Для расчета годового дыхания почв использовался показатель вклада летней эмиссии, как наиболее стабильная величина для моделирования годовых потоков углекислого газа из почв естественных экосистем. Математическая взаимосвязь между величиной вклада летнего потока CO<sub>2</sub> в суммарный годовой поток дыхания почв и среднегодовой температурой воздуха была определена в работе В.Н. Кудеярова и И.Н. Кургановой (2005):

$$Cs = -2,7 \cdot T_{\text{в}} + 59,7, \quad (7.35)$$

где  $Cs$  – вклад летнего дыхания почв в годовой поток, %  
 $T_{\text{в}}$  – среднегодовая температура воздуха, °C.

Эта формула и была использована нами в расчетах годового потока CO<sub>2</sub> 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 2011 гг. приведены в таблице 7.55.

Сокращение дыхания почв и соответственных потерь углерода после 1990г. 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 1990-2011 гг. (табл. 7.56). Положительные величины показывают поступление углерода в почвы, а отрицательные – его потери. Как следует из таблицы 7.56, общий годовой баланс углерода на постоянных сенокосах и пастбищах России положительный в течение всего рассматриваемого периода и характеризуется нетто аккумуляцией углерода в среднем около 3,8 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 сенокоса и заготовки пастбищных кормов в связи с кризисным состоянием агропромышленного сектора в течение данных лет.

Таблица 7.55

*Потери углерода с земель сенокосов и пастбищ при дыхании почв*

Годы	Потери углерода при дыхании почв, млн. тонн С
1990	236,31
1991	234,93
1992	230,80
1993	224,90
1994	229,33
1995	231,89
1996	231,98
1997	228,74
1998	204,33
1999	212,98
2000	214,28
2001	212,89
2002	211,00
2003	210,55
2004	208,91
2005	212,04
2006	210,97
2007	211,81
2008	212,84
2009	212,11
2010	212,64
2011	212,97



Таблица 7.56

Баланс почвенного углерода на землях сенокосов и пастбищ, млн. тонн С

Годы	Поступление углерода	Вынос углерода	Баланс
1990	266,87	-264,36	2,52
1991	264,86	-262,05	2,81
1992	259,93	-255,82	4,10
1993	253,17	-250,52	2,65
1994	257,07	-255,33	1,74
1995	259,13	-254,36	4,77
1996	258,66	-252,68	5,97
1997	254,33	-248,79	5,53
1998	228,34	-222,01	6,32
1999	237,25	-230,29	6,96
2000	237,47	-232,53	4,94
2001	235,97	-231,10	4,87
2002	233,72	-228,65	5,07
2003	233,42	-227,96	5,46
2004	231,77	-225,69	6,07
2005	230,03	-228,18	1,85
2006	229,57	-226,55	3,02
2007	228,78	-227,60	1,18
2008	229,47	-228,61	0,85
2009	228,48	-227,51	0,97
2010	228,52	-227,13	1,39
2011	228,78	-228,17	0,62

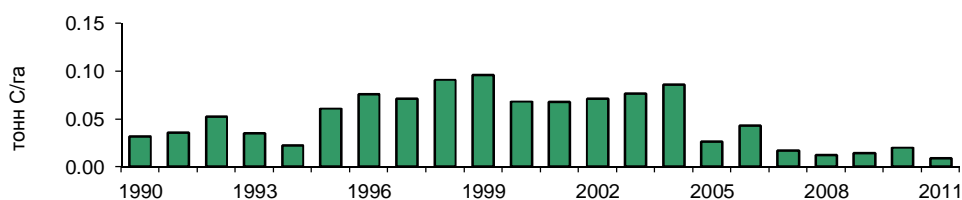


Рис. 7.15. Годовое нетто-поглощение углерода на одном гектаре минеральных почв

**Органогенные почвы.** Выбросы углекислого газа на территории органогенных почв земель постоянных сенокосов и пастбищ оценены в соответствии с уровнем 1 методики МГЭ-ИК (Руководящие указания по эффективной практике, 2003) и коэффициентами по умолчанию (табл. 3.4.6) для умеренно-холодного климата ( $0,25 \text{ т С} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ ). Ежегодные статистические данные по площадям органогенных почв кормовых угодий в стране отсутствуют. Поэтому их площадь была определена расчетным путем на основании общей ежегодной площади сенокосов и пастбищ в стране (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Россий-

ский статистический ежегодник, 2005 – 2012; Земельный фонд России, 2007 – 2012) и доле торфянистых и торфяных почв в кормовых угодьях России, которая по состоянию на 1980г. составляла около 3,0% (Распределение земельного фонда..., 1980). Эта величина была использована для всех лет с 1990 по 2005 годы. Впервые для расчетов в настоящем кадастре получены статистические данные по площадям осушенных земель сенокосов и пастбищ (Земельный фонд России, 2007 – 2012) для периода 2006 – 2011 гг., которые использованы в оценке выброса CO<sub>2</sub> от органогенных почв. Их доля от общей площади кормовых угодий постепенно сокращается от 2,59% (2006г.) до 2,51% (2011г.). Уточнение площадей органо-генных почв выполнялось в соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра РФ в 2011г.

Результаты расчета площадей органических почв и потерь углерода с них приведены в таблице 7.57. 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, 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<sub>2</sub> от известь-содержащих карбонатов в сумме и представили результаты расчетов в категории 7.4.2.1.3 (пахотные земли).

Поэтому в таблицах ОФД для категории «Постоянные сенокосы и пастбища» (раздел 5.С.1 ОФД) для выбросов CO<sub>2</sub> от известкования использован стандартный указатель «включено в другом месте» («IE»).

Таблица 7.57

*Потери углерода на территории органогенных почв кормовых угодий, тыс. тонн*

Годы	Площадь органогенных почв кормовых угодий, тыс. га/год	Потери углерода от органогенных почв, тыс. тонн С
1990	2404,2	601,0
1991	2391,0	597,8
1992	2349,0	587,3
1993	2289,0	572,3
1994	2334,0	583,5
1995	2360,1	590,0
1996	2361,0	590,3
1997	2328,0	582,0
1998	2091,0	522,8
1999	2178,0	544,5
2000	2179,3	544,8
2001	2166,0	541,5
2002	2147,3	536,8
2003	2144,1	536,0
2004	2127,5	531,9
2005	2114,4	528,6
2006	1817,5	454,4
2007	1806,8	451,7

Продолжение таблицы 7.57

Годы	Площадь органогенных почв кормовых угодий, тыс. га/год	Потери углерода от органогенных почв, тыс. тонн С
2008	1787,0	446,8
2009	1787,0	446,8
2010	1771,0	442,8
2011	1765,0	441,3

Сжигание биомассы на сенокосах и пастбищах. Оценка прямых выбросов парниковых газов ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ) от травяных пожаров проводили по формуле 7.30 (Руководящие принципы..., 2006):

$$L_{\text{пожар}} = A M_B C_f G_{\text{ef}} 10^{-3} \quad (7.30)$$

где:  $L_{\text{пожар}}$  – количество выбросов парниковых газов от пожара; тонн каждого парникового газа, например,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  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  $\text{га}^{-1}$ . Для расчетов использовано среднее значение 10,0 тонн  $\text{га}^{-1}$  для пастбищ (таблица 2.4, Руководящие принципы..., 2006).

$G_{\text{ef}}$  – коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (таблица 2.5, Руководящие принципы..., 2006).

Выбросы  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  от травяных пожаров (табл. 7.58) значительно варьируют год от года в прямой зависимости от площади, пройденной огнем. В среднем за 1990-2011 гг. эмиссия  $\text{CH}_4$  составила 11,2 тыс. т /год, эмиссия  $\text{N}_2\text{O}$  – 1,0 тыс. т /год, эмиссия  $\text{CO}$  – 315,7 тыс. т /год, эмиссия  $\text{NO}_x$  – 18,9 тыс. т /год.

Таблица 7.58

## Прямые выбросы от травяных пожаров

Год	Площадь, пройденная пожарами, тыс.га*	Выбросы парниковых газов, тыс. т			
		$\text{CH}_4$	$\text{CO}$	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{NO}_x$
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

Год	Площадь, пройденная пожарами, тыс.га*	Выбросы парниковых газов, тыс. т			
		CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>
2008	465,0	10,7	302,3	1,0	18,1
2009	481,0	11,1	312,7	1,0	18,8
2010	447,6	10,3	290,9	0,9	17,5
2011	307,3	7,1	199,8	0,6	12,0

\* – Площади пожаров на нелесных землях по данным Рослесхоза.

#### 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 используется 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 Институте глобального климата и экологии Росгидромета и РАН проведены расчеты изменения запасов почвенного углерода брошенных пахотных земель в России (Романовская, 2006; 2008), выполненных с помощью модели RothC (Coleman and Jenkinson, 1996; Jenkinson, 1990).

Для выполнения расчетов выполнены три 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<sub>2</sub> почвами бывших пахотных земель России с 1990 по 2006 год и определение коэффициентов для использования в дальнейших расчетах (после 2006г.).

По данным государственной статистики (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005-2012; Земельный фонд РФ, 2007-2012) оценена площадь земель, выведенных из сельскохозяйственного использования с 1990 по 2011г. включительно, которая составляет 29,4 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 были переведены из пашни в сенокосы и пастбища в Центральном районе, в Северо-Западном округе, в Поволжье, в Уральском и Дальневосточном округах. 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 7.59.

В 2008 и 2009 гг. впервые за период с 1990 года часть переведенных угодий была вновь распаханна. В 2011 году распашке подверглось около 808 тыс. га земель переведенных в кормовые угодья. 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. Оценка изменения запасов углерода на этих землях включены в категорию постоянно обрабатываемые пахотные земли (раздел 5.B.1 ОФД).

Для проведения расчетов поглощения CO<sub>2</sub> 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.

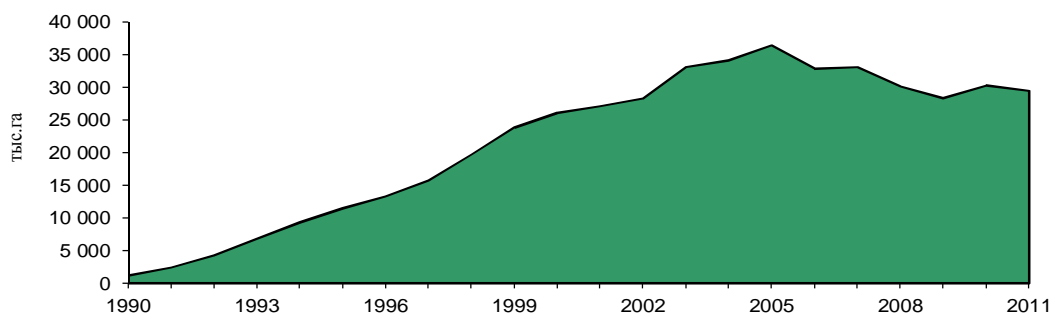


Рис. 7.16. Площади земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, тыс. га

Таблица 7.59

Доли площадей земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, по отношению к общей площади сельскохозяйственных угодий по областям РФ в 2011г., %

Область	Доля от общей площади с.х. угодий в области, %
<b>Российская Федерация</b>	<b>13,0</b>
<i>Центральный федеральный округ</i>	20,5
Белгородская область	4,7
Брянская область	21,3
Владимирская область	24,0
Воронежская область	2,1
Ивановская область	39,0
Калужская область	43,9
Костромская область	46,9
Курская область	12,4
Липецкая область	6,9
Московская область	33,3
Орловская область	15,3
Рязанская область	21,1
Смоленская область	44,2
Тамбовская область	9,2
Тверская область	34,8
Тульская область	29,5

Продолжение таблицы 7.59

Область	Доля от общей площади с.х. угодий в области, %
Ярославская область	38,2
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>	29,9
Республика Карелия	20,3
Республика Коми	13,2
Архангельская область	27,3
Вологодская область	27,3
Калининградская область	31,3
Ленинградская область	22,2
Мурманская область	30,3
Новгородская область	38,0
Псковская область	35,1
Ненецкий а.о,	0,4
<i>Южный федеральный округ</i>	8,1
Республика Адыгея	11,7
Республика Калмыкия	7,1
Краснодарский край	6,4
Астраханская область	6,1
Волгоградская область	16,4
Ростовская область	1,7
<i>Северо-Кавказский федеральный округ</i>	5,1
Республика Дагестан	5,7
Республика Ингушетия	9,0
Кабардино-Балкарская Республика	0,0
Карачаево-Черкесская Республика	1,8
Республика Северная Осетия-Алания	0,9
Чеченская Республика	16,9
Ставропольский край	4,3
<i>Приволжский федеральный округ</i>	14,0
Республика Башкортостан	3,3
Республика Марий Эл	16,8
Республика Мордовия	8,3
Республика Татарстан	2,4
Удмуртская Республика	13,6
Чувашская Республика	17,0
Кировская область	43,4
Нижегородская область	23,4
Оренбургская область	10,0
Пензенская область	24,3
Пермский край	40,0
Самарская область	11,7
Саратовская область	12,4

Продолжение таблицы 7.59

Область	Доля от общей площади с.х. угодий в области, %
Ульяновская область	17,9
<i>Уральский федеральный округ</i>	<i>11,4</i>
Курганская область	13,1
Свердловская область	21,3
Тюменская область	6,6
Челябинская область	9,3
Ханты-Мансийский а.о.	1,9
Ямало-Ненецкий а.о.	1,5
<i>Сибирский федеральный округ</i>	<i>9,9</i>
Республика Бурятия	21,5
Республика Алтай	3,2
Республика Тыва	1,8
Республика Хакасия	17,9
Алтайский край	2,9
Красноярский край	21,0
Иркутская область	31,5
Кемеровская область	9,3
Новосибирская область	9,1
Омская область	9,7
Томская область	16,2
Забайкальский край	1,8
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>	<i>17,8</i>
Республика Саха (Якутия)	3,6
Приморский край	25,5
Хабаровский край	4,6
Амурская область	22,4
Камчатский край	28,0
Магаданская область	25,1
Сахалинская область	13,4
Еврейская а.о.	0,0
Чукотский а.о.	0,0

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 ( $15,2 \pm 1,7$  т С/га), а дерново-подзолистые суглинистые почвы накапливали в среднем  $0,08 \pm 0,03\%$  С/год ( $1,40 \pm 0,46$  т С/(га/год)). В Московской области серые лесные почвы в среднем накопили около 0,5% С ( $14,8 \pm 1,6$  т С/га) в течение 15ти лет; дерново-подзолистые суглинистые почвы – 0,3% С ( $8,9 \pm 0,9$  т С/га) и дерново-подзолистые супесчаные – 0,6% С ( $17,8 \pm 1,9$  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  $2,2 \pm 1,2$  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  $0,5 \pm 0,2\%$  С, что соответствует около  $11,0 \pm 5,3$  тонн С/га ( $1,24 \pm 0,56$  тонн С/га в год). Черноземы характеризовались меньшими темпами накопления углерода после 4х лет зарастания ( $0,04 \pm 0,02\%$  С в год) по сравнению с темно-каштановыми почвами –  $0,08 \pm 0,02\%$  С в год, в то время как, темпы потерь до возраста 4-х лет были очень близки:  $0,10 \pm 0,035\%$  С в год и  $0,09 \pm 0,023\%$  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 ( $R^2 = 0,99$ ):

$$KK = 0,00008x^3 - 0,0057x^2 + 0,1397x + 0,4667, \quad (7.36)$$

где  $KK$  – 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 па-



хотных 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  $\text{CO}_2$  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  $1,08 \pm 0,45$  тонн  $\text{C}/\text{га}/\text{год}$ , а после 2000 года –  $0,97 \pm 0,21$  тонн  $\text{C}/\text{га}$  в год. Постепенное снижение скорости удельной аккумуляции между 1990-ми годами и 2000-2006гг. объясняется увеличением срока зарастания, которое сопровождается уменьшением интенсивности нарастания запасов почвенного углерода и, соответственно, скорости поглощения атмосферного  $\text{CO}_2$  (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 2007-2011 гг. использованы средние удельные коэффициенты накопления углерода за период с 2004 по 2006 гг. Результаты расчетов приведены в таблице 7.60.

В настоящем кадастре для оценки изменений запасов углерода при конверсии пахотных земель в кормовые угодья применяется национальный период конверсии, в течение которого запасы углерода находятся в динамике, равный 50 годам (период по умолчанию – 20 лет). Такой период подтверждается экспериментальными данными, свидетельствующими о направленных изменениях в содержаниях минеральных и органических соединений в верхних горизонтах почв (0-30 см) залежных земель до 50 и более лет после конверсии (Люри и соавт., 2010). Таким образом, площади залежных земель с возрастом 20 лет (выведенные из пользования в 1990 и 1991гг.) также остаются в категории земель пахотных угодий, переведенных в кормовые угодья, а не рассматриваются с постоянными землями сенокосов и пастбищ.

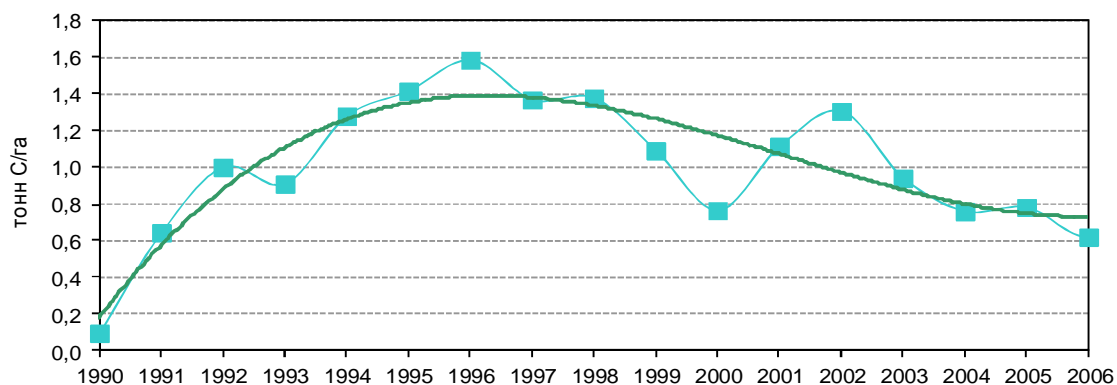


Рис. 7.17. Ежегодное поглощение углерода почвами земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, тонн C/га

Таблица 7.60

Накопление углерода почвами земель, переведенных из пахотных в управляемые кормовые угодья

Годы	Площади переведенных земель, тыс. га	Среднее ежегодное поглощение, тонн C/га	Общее поглощение C, тыс. тонн
1990	1 167,6	0,10	112,5
1991	2 390,3	0,64	1 541,6
1992	4 271,2	1,00	4 284,8
1993	6 824,6	0,91	6 216,8
1994	9 279,3	1,28	11 894,1
1995	11 442,9	1,42	16 235,2
1996	13 259,1	1,59	21 048,0
1997	15 708,6	1,37	21 527,6
1998	19 680,0	1,38	27 150,4
1999	23 803,4	1,09	26 021,5
2000	26 056,4	0,77	19 975,6
2001	27 094,9	1,12	30 274,1
2002	28 265,2	1,31	36 973,7
2003	33 040,6	0,94	31 158,1
2004	34 075,5	0,76	25 945,0
2005	36 364,3	0,78	28 515,9
2006	32 816,2	0,62	20 412,4
2007	33 032,9	0,72	23 867,3
2008	30 085,1	0,72	21 737,4
2009	28 304,1	0,72	20 450,6
2010	30 242,4	0,72	21 851,0
2011	29 433,7	0,72	21 266,7

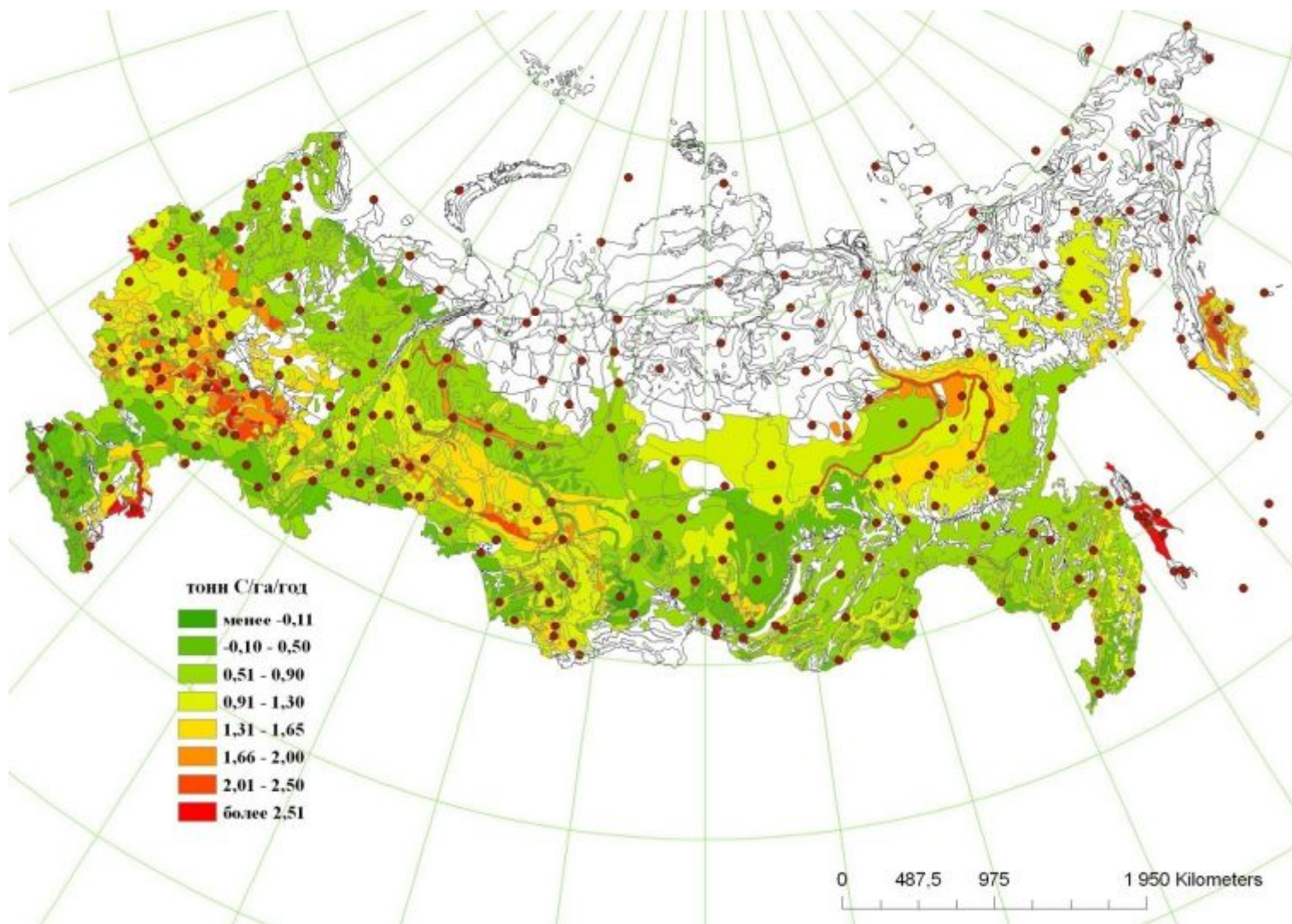


Рис. 7.18. Среднее изменение запасов органического углерода в почвах земель, переведенных из пахотные в кормовые угодья, за период после 2000г., тС/га в год (белый цвет соответствуют регионам, где нет пахотных земель; — ● сеть метеостанций)

#### 7.4.4 Водно-болотные угодья (раздел 5.D ОФД)

##### 7.4.4.1 Управляемые земли водно-болотных угодий (раздел 5.D.1 ОФД)

В настоящем кадастре выполнены оценки выбросов углекислого газа и закиси азота от **управляемых земель постоянных водно-болотных угодий** (выбросы парниковых газов при торфоразработках).

**Выбросы CO<sub>2</sub>** приведены в таблицах ОФД в подкатегории «управляемые водно-болотные угодья» в водно-болотных землях, остающихся водно-болотными землями (wetlands remaining wetlands).

Площади торфоразработок в настоящее время доступны только для 1990, 1996, 1998-2007 годов (Отчет о наличии земель..., 1990; Государственный (национальный) доклад..., 1996; 2008; письмо Росреестра от 12.02.2013 № 18-исх/01105-НА/13). Данные за 1991-1995 гг. и за 1997г. получены методом интерполяции известных статистических данных. Площади за 2008-2011 гг. вычислены методом линейной экстраполяции.

Для расчета выброса CO<sub>2</sub> использован метод, рекомендованный в приложении За.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 За.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<sub>2</sub> был принят средним между бедными и богатыми торфами – 0,65 кг С/га/год. Результаты расчетов приведены в таблице 7.61.

Таблица 7.61

*Площади управляемых водно-болотных земель и выбросы парниковых газов*

Годы	Площади управляемых водно-болотных земель, тыс. га	Выброс CO <sub>2</sub> , тыс. тонн С	Выброс N <sub>2</sub> O, 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	300,1	0,2	0,29
1998	276,5	0,18	0,26
1999	240,9	0,16	0,23
2000	261,0	0,17	0,25
2001	254,6	0,17	0,24
2002	246,5	0,16	0,23
2003	235,0	0,15	0,22
2004	228,3	0,15	0,22
2005	223,1	0,15	0,21
2006	222,2	0,14	0,21
2007	218,7	0,14	0,21

Продолжение таблицы 7.61

Годы	Площади управляемых водно-болотных земель, тыс. га	Выброс CO <sub>2</sub> , тыс. тонн С	Выброс N <sub>2</sub> O, тыс. тонн N
2008	215,2	0,14	0,20
2009	211,6	0,14	0,20
2010	208,1	0,14	0,20
2011	204,6	0,13	0,19

**Выбросы N<sub>2</sub>O** при торфоразработках представлены в настоящем кадастре РФ и приведены в таблицах ОФД в подкатегории «Торфяники» раздела «Выбросы иных, чем CO<sub>2</sub>, парниковых газов при осушении болот» в подкатегории земель, переведенных в водно-болотные земли. Используются те же исходные данные по площадям торфоразработок, как и при оценке выброса CO<sub>2</sub> (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 веществ торфов (0,1 кг N-N<sub>2</sub>O/га/год) и богатых питательными веществами торфов (1,8 кг N-N<sub>2</sub>O/га/год), приведенных в таблице 1 (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Так же, как и для коэффициента выброса CO<sub>2</sub> был использован средний коэффициент выброса N-N<sub>2</sub>O между бедными и богатыми торфами – 0,95 кг N-N<sub>2</sub>O/га/год. Результаты расчетов приведены в таблице 7.61.

#### 7.4.4.2 Неуправляемые постоянные водно-болотные угодья (раздел 5.D.1 ОФД)

Потоки парниковых газов от неуправляемых постоянных водно-болотных угодий не выполнялись в связи с их естественным происхождением. Соответствующая таблица ОФД заполнена стандартным указателем «не применимо» (“NA”).

#### 7.4.4.3 Земли, переведенные в водно-болотные угодья (раздел 5.D.2 ОФД)

Изменения запасов углерода при заболачивании брошенных пахотных земель и/или земель категории «Другие земли» происходят без антропогенного участия и рассматриваются как естественный процесс, таким образом, эти категории в настоящем кадастре не оцениваются. Соответствующая таблица ОФД заполнена стандартным указателем «не применимо» (“NA”).

#### 7.4.4.4 Пожары на землях водно-болотных угодий (раздел 5.V. ОФД)

Учитывая отсутствие официальной статистической информации по данной категории земель, а также вероятность частичного учета выбросов парниковых газов от торфяных и подземных пожаров в категории лесных земель (см. раздел 7.4.1), в настоящем кадастре выбросы от данного источника не оценивались и соответствующие ячейки в таблице ОФД заполнены стандартным указателем «не оценено» («NE»). В настоящее время проводится анализ доступных данных спутникового мониторинга по площадям пожаров на землях водно-болотных угодий.

## **7.4.5 Земли поселений (раздел 5.Е ОФД)**

### **7.4.5.1 Земли поселений, остающиеся поселениями (раздел 5.Е.1 ОФД)**

Согласно собранной информации по особенностям строительства и управления землями поселений можно заключить, что изменений запасов углерода на постоянных землях поселений практически не происходит. При переустройстве земель других категорий в земли населенных пунктов изменение запасов углерода почв и живой биомассы происходят в течение одного года:

- ✓ при строительстве зданий или строений, а также при закладке асфальтового или иного дорожного покрытия происходит единовременное снятие почвенного профиля до грунтов. После этого изменения углерода в «запечатанных грунтах» не наблюдается (Герасимова и др., 2003).
- ✓ при устройстве зеленых зон и открытых площадок происходит насыпка плодородного слоя почвы привозным грунтом (Герасимова с соавт., 2003). При постоянной эксплуатации газонов и зеленых площадок в течение осенне-зимнего сезона с их территории происходит смыв плодородного слоя почвы и наблюдаются потери углерода. Однако весной, с началом нового вегетационного периода и перед посевом и/или высадкой саженцев, производится досыпка привозного грунта, внесение минеральных и органических удобрений и т.п., что приводит к восстановлению запасов почвенного органического углерода. Пул углерода живой биомассы большинства городских зеленых зон сосредоточен в однолетних растениях, годовая результирующая изменений по которому также близка нулю.

Таким образом, в настоящем кадастре условно принимается, что изменения запасов углерода в почвах и живой биомассе постоянных земель поселений, расположенных под строениями, дорожными покрытиями, зелеными зонами, газонами и клумбами не происходит.

Исключения составляют лесные массивы в пределах населенных пунктов, городские леса и/или парковые территории, которые, по всей видимости, являются небольшим стоком для атмосферного CO<sub>2</sub>. В настоящее время проводится сбор информации для оценки поглощения углерода биомассой древесных растений городских парков. Пул мертвого органического вещества на территории городских лесов, как правило, отсутствует в виду систематической уборки опада, отпада древесных растений и кошению травяного покрова.

В настоящем кадастре в соответствующих таблицах ОФД использован стандартный указатель «не оценено» (“NE”).

### **7.4.5.2 Лесные земли, переустроенные в поселения (раздел 5.Е.2 ОФД)**

Оценка изменений запасов углерода при обезлесении (перевode лесных земель в земли поселений) приведена ниже. В последние годы эта категория относится к ключевым категориям выбросов.

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 (2010г.) 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 1998-2011 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. 7.62). Оценка площади обезлесения для периода с 1971г. по 1997г. была выполнена на основе статистических данных по Российской Федерации в целом (Народное хозяйство РСФСР..., 1976, 1981, 1986, 1991, 1993; Строительство в России, 2002).

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. 7.63, 7.64).

Для расчета потерь углерода при обезлесении были использованы значения площадей, представленные в таблицах 7.63 и 7.64, а также средние значения запасов углерода по пулам (табл. 7.65) 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 веществе почв за период 20 лет. Потери углерода в органическом веществе почв за 1990-2011 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. 7.65).

Общие площади обезлесения сократились с 72,4 тыс. га в 1990г. до 36,3 тыс. га в 2011г. Результаты расчета потерь углерода при обезлесении показаны в таблице 7.66. Начиная с 1990г. по 2011г. общая площадь обезлесения составила 887,5 тыс. га, а общий выброс углерода оценен в 602,5 млн. т CO<sub>2</sub>, или в среднем 27,4 млн. т CO<sub>2</sub> год<sup>-1</sup>.

Таблица 7.62

Оценка площади обезлесения в 1998-2011 годах на основе региональных данных Росстата о строительстве объектов инфраструктуры с учетом лесистости субъектов Российской Федерации

Субъекты РФ	Площади обезлесения, га													
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
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	105,8	119,7
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	17,1	375,0
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	12,4	116,5
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	36,4	46,1
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	38,4	282,1
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	111,9	22,6
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	14,5	0,0
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	19,2	36,5
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	42,4	33,9
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	54,3	37,3
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	18,4	32,3
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	68,8	111,6
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	71,9	471,7
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	30,0	19,8
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	189,5	501,8
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	51,5	67,9
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	337,9	376,9
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	345,7	717,4
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	720,8	533,4
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	584,8	876,3
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	90,1	138,1
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	7,5	23,4
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	160,8	104,7
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	26,8	3,2
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	142,2	454,9



Продолжение таблицы 7.62

Субъекты РФ	Площади обезлесения, га													
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
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	59,1	11,9
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	5,0	14,2
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	4,1	0,0
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	0,3	0,4
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	287,7	1696,5
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	10,6	8,0
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	41,3	14,5
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	30,1	73,7
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	84,0	86,5
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	5,7	6,6
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	52,8	55,0
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	37,6	229,4
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	49,2	40,3
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	68,3	38,4
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	32,9	66,9
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	466,5	374,6
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	11,1	55,1
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	46,4	212,3
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	735,6	737,8
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	387,9	486,1
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	45,8	67,6
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	101,7	128,5
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	66,1	297,8
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	62,0	55,3
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	26,0	32,0
Пермский край	44,5	210,9	57,3	16,0	150,5	29,9	170,2	163,0	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	132,1	146,9
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	97,8	22,8
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	4,8	16,1
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	30,8	61,7

Продолжение таблицы 7.62

Субъекты РФ	Площади обезлесения, га													
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
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	170,3	403,8
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	9266,4	10295,2
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	217,6	164,3
Ханты-Мансийский АО – Югра	5089,2	5568,9	6834,5	8963,3	7007,0	7043,7	8355,1	8868,8	8566,4	9049,0	8986,6	8308,2	9089,4	10889,7
Ямало-Ненецкий автономный округ	533,5	336,9	767,8	909,1	817,7	951,0	477,6	444,5	728,7	231,5	568,4	732,7	715,7	609,7
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	16,7	3,5
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	258,7	245,8
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	33,8	13,5
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	72,3	264,4
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	81,9	20,9
Забайкальский край	0,0	0,0	12,3	0,0	11,8	0,0	9,6	6,9	78,6	127,5	55,1	0,0	0,0	0,0
Красноярский край	878,2	897,7	758,0	810,1	863,9	321,8	682,8	910,1	1199,8	438,2	2455,3	1746,8	1314,3	1,2
Иркутская область	1175,7	1040,9	1559,4	832,0	890,1	1335,8	1166,5	662,5	977,5	1423,1	1586,7	2453,7	1859,9	608,8
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	250,9	157,8
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	325,2	150,2
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	162,0	21,3
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	971,3	1058,7
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	1851,0	132,8
Камчатский край	135,7	170,6	178,2	86,7	106,3	4,7	14,2	121,7	0,0	54,5	1,9	0,0	2,0	0,0
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	986,1	0,0
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	415,4	320,4
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	530,9	205,2
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	12,5	0,5
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	3584,9	174,1
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	215,1	14,0
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	0,0	0,0
<b>Итого</b>	<b>31782,4</b>	<b>31892,7</b>	<b>36702,9</b>	<b>35090,7</b>	<b>34333,5</b>	<b>33249,6</b>	<b>35089,9</b>	<b>34569,0</b>	<b>37859,9</b>	<b>38262,8</b>	<b>43355,9</b>	<b>39726,8</b>	<b>38686,7</b>	<b>36295,7</b>

Таблица 7.63

Площади обезлесения по категориям земель, покрытых лесной растительностью, в 1971-1990 годах

Категории земель, покрытых лесной растительностью	Тип лесной растительности	Площади обезлесения по годам, тыс. га год <sup>-1</sup>																			
		1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
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	48,43
	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	3,86
	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	52,28
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	18,59
	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	1,48
	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	20,07
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	72,36

Таблица 7.64

Площади обезлесения по категориям земель, покрытых лесной растительностью, в 1991-2011 годах

Категории земель, покрытых лесной растительностью	Тип лесной растительности	Площади обезлесения по годам, тыс. га год <sup>-1</sup>																				
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Управляемые	леса	34,26	34,55	33,35	24,07	26,11	22,23	20,09	18,42	18,11	20,41	19,11	18,34	17,49	18,23	17,63	19,29	19,50	22,12	23,79	23,31	21,72
	кустарники	2,77	2,85	2,79	2,04	2,24	1,93	1,77	1,64	1,61	1,82	1,69	1,61	1,53	1,61	1,56	1,72	1,73	1,98	2,01	1,97	1,65
	всего	37,04	37,40	36,14	26,12	28,36	24,17	21,86	20,07	19,73	22,23	20,80	19,95	19,03	19,83	19,19	21,01	21,23	24,10	25,80	25,28	23,37
Неуправляемые	леса	13,75	14,48	14,60	11,19	12,87	11,60	11,10	10,76	11,17	13,29	13,13	13,22	13,08	14,02	14,13	15,47	15,64	17,68	12,84	12,36	12,01
	кустарники	1,11	1,19	1,22	0,95	1,10	1,01	0,98	0,96	1,00	1,19	1,16	1,16	1,15	1,24	1,25	1,38	1,39	1,58	1,08	1,04	0,91
	всего	14,86	15,68	15,82	12,13	13,97	12,61	12,07	11,72	12,17	14,48	14,29	14,38	14,22	15,26	15,38	16,85	17,03	19,26	13,93	13,41	12,93
Всего		51,90	53,07	51,96	38,25	42,33	36,78	33,93	31,78	31,89	36,70	35,09	34,33	33,25	35,09	34,57	37,86	38,26	43,36	39,73	38,69	36,30

Таблица 7.65

*Средние величины потери углерода различными пулами при обезлесении  
в Российской Федерации*

Год	Потери углерода при обезлесении по пулам, т С га <sup>-1</sup>					
	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
2010	37,0	9,7	9,3	8,4	96,3	160,7
2011	36,8	9,6	9,2	8,4	96,3	160,5
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
2010	5,9	10,9	3,7	3,9	144,4	168,8
2011	5,1	8,7	2,9	4,0	143,5	164,3

Таблица 7.66

Потери углерода при обезлесении в Российской Федерации

Пулы	Потери углерода при обезлесении по годам, тыс. т С год <sup>-1</sup>																	
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Управляемые леса																		
Надземная биомасса	1751,7	953,5	813,3	733,4	673,3	661,7	745,4	699,1	673,1	643,7	671,1	650,4	706,3	721,5	818,1	880,4	862,4	800,3
Подземная биомасса	486,9	265,3	225,9	203,7	186,8	183,5	206,6	193,6	186,3	178,0	185,6	179,9	195,2	189,8	214,1	231,6	225,7	209,1
Мертвая древесина	443,5	241,5	205,9	185,4	170,4	167,3	188,3	176,5	169,7	162,4	168,8	163,6	177,5	181,6	205,3	221,6	216,4	200,9
Подстилка	407,0	223,5	190,3	172,0	157,7	155,1	175,0	164,6	157,8	150,5	156,8	151,8	165,7	163,5	185,6	199,5	195,6	182,3
Почва	3520,2	3566,7	3565,2	3540,1	3393,1	3373,1	3232,1	3130,5	3055,6	2999,5	2873,1	2810,5	2669,3	2539,2	2423,0	2314,0	2191,0	2128,5
Управляемые земли с доминированием кустарников																		
Надземная биомасса	22,3	13,0	11,2	10,3	9,5	9,2	10,4	9,8	9,4	9,1	9,6	9,3	10,3	10,2	11,7	11,8	11,6	8,5
Подземная биомасса	44,3	24,7	21,1	19,4	18,0	17,3	19,5	18,2	17,4	16,7	17,9	17,2	18,8	18,5	21,7	21,4	21,5	14,3
Мертвая древесина	14,2	8,0	6,9	6,3	5,9	5,6	6,4	5,9	5,7	5,5	5,9	5,6	6,2	6,2	7,2	7,2	7,2	4,9
Подстилка	13,5	8,2	7,2	6,6	6,1	6,0	6,8	6,3	6,0	5,7	6,0	5,8	6,5	6,7	7,6	7,7	7,6	6,6
Почва	426,2	434,0	434,6	432,5	415,7	414,2	398,2	386,8	378,5	372,5	358,0	351,2	335,1	320,5	307,8	295,3	281,3	273,0
Неуправляемые леса																		
Надземная биомасса	671,9	469,8	424,5	405,1	393,1	408,2	485,5	480,4	485,2	481,2	516,2	521,3	566,4	578,7	654,0	475,2	457,4	442,6
Подземная биомасса	186,8	130,7	117,9	112,5	109,1	113,2	134,5	133,0	134,3	133,1	142,8	144,2	156,6	152,2	171,1	125,0	119,7	115,7
Мертвая древесина	170,1	119,0	107,4	102,4	99,5	103,2	122,6	121,3	122,3	121,4	129,8	131,1	142,4	145,6	164,1	119,6	114,8	111,1
Подстилка	156,1	110,1	99,3	95,0	92,1	95,6	114,0	113,1	113,8	112,5	120,6	121,6	132,9	131,2	148,3	107,7	103,8	100,8
Почва	1351,5	1410,2	1424,6	1431,5	1393,0	1405,8	1378,2	1367,4	1368,8	1378,2	1363,9	1375,9	1361,0	1350,4	1350,0	1326,0	1295,3	1286,1
Неуправляемые земли с доминированием кустарников																		
Надземная биомасса	8,6	6,4	5,9	5,7	5,6	5,7	6,8	6,7	6,8	6,8	7,4	7,4	8,3	8,2	9,3	6,4	6,2	4,7
Подземная биомасса	17,0	12,2	11,0	10,7	10,5	10,7	12,7	12,5	12,6	12,5	13,8	13,8	15,1	14,8	17,3	11,6	11,4	7,9
Мертвая древесина	5,5	4,0	3,6	3,5	3,4	3,5	4,1	4,1	4,1	4,1	4,5	4,5	5,0	5,0	5,8	3,9	3,8	2,7
Подстилка	5,2	4,1	3,7	3,6	3,6	3,7	4,4	4,3	4,3	4,3	4,6	4,7	5,2	5,4	6,1	4,2	4,0	3,7
Почва	163,6	171,7	173,9	175,2	171,2	173,3	170,7	170,0	170,7	172,5	171,4	173,5	172,5	172,1	173,1	170,6	167,4	165,8
Итого по всем землям, покрытым лесной растительностью																		
Биомасса	3189,4	1875,4	1630,9	1500,7	1405,8	1409,4	1621,4	1553,4	1525,1	1481,2	1564,4	1543,5	1676,9	1693,9	1917,3	1763,4	1715,8	1603,1
Мертвая древесина	633,4	372,4	323,8	297,6	279,2	279,6	321,4	307,8	301,9	293,4	309,0	304,8	331,0	338,4	382,5	352,2	342,2	319,5
Подстилка	581,8	345,9	300,5	277,1	259,4	260,4	300,1	288,3	281,9	273,0	288,1	283,9	310,2	306,7	347,7	319,2	311,0	293,3
Почва	5461,5	5582,6	5598,4	5579,3	5372,9	5366,4	5179,2	5054,6	4973,7	4922,7	4766,4	4711,1	4537,9	4382,1	4253,9	4106,0	3935,0	3853,3
Все пулы	9866,0	8176,4	7853,6	7654,7	7317,2	7315,8	7422,1	7204,1	7082,5	6970,2	6927,9	6843,4	6856,1	6721,1	6901,3	6540,8	6304,0	6069,2

#### 7.4.5.3 Пахотные земли, переустроенные в поселения (раздел 5.Е.2 ОФД)

Как уже указывалось в разделе 7.1, статистические данные о ежегодном переводе земельных угодий в Российской Федерации не собираются. Учитывая требования к отчетности и рекомендации группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра РФ (2009 и 2010 гг.), была составлена матрица перевода земель в соответствии с земельными категориями МГЭИК на территории РФ за период с 1990 по 2008 гг. в целом. С 2009 года матрица составляется по ежегодным данным.

На основе доступных данных и информации, содержащейся в отчетах Росреестра и Рослесхоза, а также некоторых допущений (см. раздел 7.1), были определены площади бывших пахотных угодий, переустроенные в земли поселений. Для определения ежегодных площадей перевода земель с 1990 по 2008 годы был применен метод интерполяции. Таким образом, условно принято, что в течение 1991, 1992, 1993 и т.д. лет перевод бывших пахотных угодий в земли поселений был равным. Для 2009 года площадь переведенных земель рассчитана на основе ежегодных данных. Также в результате анализа ежегодных данных по динамике площадей получено, что в 2010 и 2011 гг. перевода земель из пахотных в поселения не производилось. Результаты оценки площадей переведенных угодий приведены в таблице 7.67.

Для оценки изменений запасов углерода на переведенных землях был выполнен сбор и анализ информации и литературы по особенностям строительства, традиционным способам устройства, нормам планирования территории городских и сельских населенных пунктов, а также научным данным по содержанию органического вещества в разных видах урбанизированных почв.

Для резервуара углерода живой биомассы было принято, что перевод земель выполняется на пахотных угодьях, используемых под однолетними культурами, таким образом, изменений запасов углерода не происходит. Поэтому эта категория нами не оценивалась и в таблицах ОФД использован стандартный указатель «не применимо» («NA»).

Для резервуара почвенного органического углерода были выполнены соответствующие оценки. Известно, что соотношение городских и сельских населенных пунктов в России в среднем составляет 40,6%:59,4% (8,0 млн. га и 11,7 млн. га соответственно) (по данным Государственного национального доклада о состоянии земель РФ, 2011). При современном градостроительстве до 70-90% территории города закрыто асфальтобетоном и другим дорожным покрытием, а также зданиями и строениями. При этом происходит срезание почвенного профиля до грунтов и последующее наложение нового материала и дорожного покрытия. В этом случае выделяется группа «запечатанный грунт» (Герасимова с соавт., 2003). Для расчетов было принято, что 80% переведенных в города площадей подвергаются срезанию плодородного слоя почвы и, следовательно, полностью теряют запасы органического углерода почв в слое 0-30 см. Оставшиеся 20% переведенных в городские поселения площадей отводятся для устройства зеленых зон, открытых территорий и парков. При устройстве зеленых зон и открытых площадок происходит насыпка плодородного слоя почвы привозным грунтом (Герасимова с соавт., 2003). Для площадей, переведенных под сельские поселения распределение «запечатанных грунтов» и открытых территорий обратное – 20% отводится под строительство зданий и дорог, а 80% остается под открытыми площадками.

Таким образом, на основании полученной информации были определены соотношения территорий с полной потерей почвенного органического углерода и его накоплением в результате досыпки плодородного слоя: 0,44 и 0,56 соответственно. Эти величины были использованы в расчетах.

Кроме того, нормы строительства и благоустройства новых городских и сельских поселений свидетельствуют о том, что изменение запасов почвенного углерода происходит в течение одного года. Поэтому национальный период конверсии для земель бывших пахотных угодий, переустроенных в земли поселений, принят равным 1 году.

Средний запас органического углерода в пахотных почвах России был определен на основании анализа данных, используемых при моделировании баланса почвенного углерода при переводе пахотных земель в кормовые угодья (см. раздел 7.4.3.2), по информации справочников и обзоров литературы и результатам собственных исследований (Кононова, 1984;

Болотина, 1976; Соколов и Розов, 1976; Орлов и Бирюкова, 1995; Орлов с соавт., 1996; Орлов, 1999; Рожков с соавт., 1997; Nilsson с соавт., 2000; Углерод в лесном фонде..., 2005; Романовская, 2008). Средневзвешенное значение (разные типы почв, разные регионы РФ) для пахотного горизонта (0-25 см) соответствует величине 55,65 тонн С/га. Эта величина была использована в качестве начального состояния почв перед конверсией.

Содержание органического углерода в городских почвах варьирует и зависит от его величины в исходном субстрате, а также от применения органических и минеральных удобрений, привнесения органического мусора и т.д. Так, по данным Еремченко и соавторов (2010) в слое почв 0-15 (10) см количество органического углерода (без учета загрязнения нефтепродуктами) изменяется от 0,3 до 16,5%. Максимально обогащаются органическим веществом реплантоземы, где на поверхности насыпается слой низинного торфа мощностью 10-15 см. Со временем они теряют часть органического вещества, содержание гумуса в насыпном слое снижается до 5-6%. Средним уровнем содержания гумуса отмечены урбодерновоподзолистые почвы, агроурбопочвы. У последних отмечена наибольшая мощность гумусового горизонта. Наименьшим количеством гумуса характеризуются техноземы – «свежие» насыпные минеральные грунты.

Как правило, количество органического вещества в городских почвах выше, чем в фоновых. Во всех стародавних почвах, особенно почвах скверов, парков, огородов, содержание гумуса достигает 8-12%, а в среднем 4-6% (Герасимова с соавт., 2003; Еремченко с соавт., 2010; Жарикова, 2012). С глубиной оно несколько падает, часто имея скачкообразный характер распределения по профилю.

На основании вышеприведенных данных для расчетов запасов углерода почв открытых территорий было принято, что для слоя почвы 0-15 см содержание гумуса в среднем составляет 5%, а для слоя 15-25 см в два раза меньше – 2,5%.

Содержание углерода в гумусе в среднем составляет 58% (Кононова, 1984). Таким образом, в слое 0-15 см содержится 2,9% С, а в слое 15-25 см – 1,45% С.

Для перевода содержаний органического углерода в его запасы необходима также средняя величина объемной массы почв поселений (плотность сложения). Для разработки среднего значения были собраны доступные данные литературы. Так, по данным Жариковой (2012) урбанизированные горизонты почв зачастую бесструктурны или слабо агрегированы и отличаются высокой плотностью сложения (0,70-1,55 г/см<sup>3</sup>). Сходные величины приведены в справочном пособии Герасимовой и соавторов (2003), которые отмечают, что средняя плотность плодородного слоя городских почв выше (1,4-1,6 г/см<sup>3</sup>), чем оптимальная плотность пахотного горизонта для большинства культурных растений (1,0-1,2 г/см<sup>3</sup>). Изменение физических свойств связано с увеличением объемной массы поверхностных слоев почв: на участках с усиленным движением оно доходит до 1,7 г/см<sup>3</sup>, хотя в хорошо удобренных органическим веществом насыпных почвах эта величина может равняться 0,8-0,9 г/см<sup>3</sup>. Среднее значение всех приведенных выше величин составляет 1,24 г/см<sup>3</sup>, которое и было использовано в расчетах.

Таким образом, средний запас городских почв открытых территорий оценивается около 53,75 тонн С/га для слоя 0-15 см и 17,92 тонн С/га для слоя 15-25 см или 71,67 тонн С/га в целом (0-25 см). Последняя величина была использована в расчетах при оценке накопления почвенного углерода при переводе земель в земли поселений (см. уравнения 7.37 – 7.39).

$$C_{balance} = C_{accum} - C_{losses}, \text{ где} \quad (7.37)$$

$$C_{accum} = Annual\ Area \cdot 0.56 \cdot (71.67 - 55.65); \quad (7.38)$$

$$C_{losses} = Annual\ Area \cdot 0.44 \cdot 55.65. \quad (7.39)$$

Результаты расчетов потерь почвенного углерода ( $C_{losses}$ ), его аккумуляции ( $C_{accum}$ ) и балансовая оценка ( $C_{balance}$ ) на землях бывших пахотных угодий, переведенных в земли поселений приведена в таблице 7.67.

Таблица 7.67

Площади пахотных земель, переустроенных в земли поселений и выбросы парниковых газов

Годы	Площади пахотных угодий, переустроенных в земли поселений, тыс. га		Почвенный органический углерод, тыс. тонн С в год		Баланс почвенного углерода, тыс. тонн С в год
	Кумулятивная оценка	Ежегодное изменение	Потери	Накопление	
<b>1990</b>	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
<b>1991</b>	197,43	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>1992</b>	394,86	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>1993</b>	592,29	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>1994</b>	789,72	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>1995</b>	987,15	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>1996</b>	1184,58	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>1997</b>	1382,01	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>1998</b>	1579,44	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>1999</b>	1776,87	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2000</b>	1974,30	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2001</b>	2171,73	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2002</b>	2369,16	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2003</b>	2566,59	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2004</b>	2764,02	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2005</b>	2961,45	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2006</b>	3158,88	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2007</b>	3356,31	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2008</b>	3553,74	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52
<b>2009</b>	3751,13	197,39	4873,71	1758,90	-3114,81
<b>2010</b>	3751,13	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2011</b>	3751,13	0,00	0,00	0,00	0,00

**7.4.5.4 Сжигание биомассы на землях поселений (раздел 5.V. ОФД)**

Законодательством Российской Федерации любые виды сжигания, включая сжигание биомассы и/или органических отходов, в черте любых населенных пунктов запрещены. Поэтому в соответствующих таблицах ОФД использован стандартный указатель «не производится» («NO»).

**7.4.6 Другие земли (раздел 5.F ОФД)****7.4.6.1 Другие земли, остающиеся другими землями (раздел 5.F.1 ОФД)**

Согласно рекомендациям (Руководящие указания по эффективной практике, 2003), стр. 3.159, выбросы парниковых газов и изменения запасов углерода для категории «другие земли, остающиеся другими землями» не производится, т.к. предполагается, что это типично неуправляемые земли.



#### **7.4.6.2 Земли, преобразованные в категорию другие земли (раздел 5.F.2 ОФД)**

Земли, переведенные в категорию «другие земли», в России включают в основном бывшие пахотные угодья, и лишь небольшие площади болотных угодий (около 1800 га) и земель поселений (около 190 га) (в 2010-2011 гг.).

Деградированные пахотные угодья, как правило, включены в данную категорию как земли запаса, которые в будущем могут быть восстановлены. До рекультивации (следовательно, до следующей смены категории землепользования) значительных изменений запасов углерода на этих землях не наблюдается. Однако в настоящее время национальных данных для более точной оценки изменений запасов углерода на землях, переведенных в категорию «другие земли» не достаточно. Поэтому в соответствующей таблице ОФД использован стандартный указатель «не оценено» («NE»).

#### **7.4.6.3 Сжигание биомассы на других землях (раздел 5.V. ОФД)**

Официальная статистическая информация по пожарам на территории данной категории земель не собирается, поэтому в настоящем кадастре соответствующие ячейки в таблице ОФД заполнены стандартным указателем «не оценено» («NE»). В настоящее время проводится сбор доступных данных для оценки площадей пожаров на других землях.

### **7.5 Неопределенность оценок выбросов и абсорбции и последовательность временных рядов**

#### **7.5.1 Лесные земли**

В настоящем НДК расчет неопределенности по данной категории впервые выполнен в соответствии с уровнем сложности 1 МГЭИК, а не на основе экспертных допущений. Погрешности оценки бюджета углерода управляемых лесов связаны с наличием ошибок получения исходных данных, а именно: 1) объемных запасов древесины в материалах государственного лесного реестра; 2) площадей насаждений; 3) конверсионных коэффициентов, используемых для расчета запасов углерода. Процедура расчета бюджета углерода, следовательно, представляет собой операции над приближенными числами. Для получения достоверного интервала итоговой оценки сначала следует оценить ошибки исходных данных, затем найти преобразования этих ошибок при осуществлении расчетов бюджета углерода.

Ошибки определения таксационных показателей лесных насаждений регламентируются «Лесоустроительной инструкцией», утвержденной приказом Рослесхоза № 516 от 12.12.2011г. Для лесных насаждений, вовлекаемых в хозяйственную деятельность, допускается точность таксации запасов  $\pm 15\%$ , для остальных насаждений  $\pm 20\%$ , при этом для малоценных и низкостойких насаждений  $\pm 25\%$ . Для расчетов неопределенности принята средняя точность таксации запасов на выделах  $\pm 20\%$ . Эта величина подтверждается рядом публикаций (Елизаров, Мошкалев, 1963; Лебков, 1965; Филиппов, 1975), рассматривающих различные способы таксации. Для расчетов принята точность определения площадей выделов  $\pm 10\%$  согласно лесоустроительной инструкции. Согласно опубликованным данным (Замолотчиков и др., 2013), неопределенность конверсионных коэффициентов для пула фитомассы принята  $\pm 25\%$ , мертвой древесины –  $\pm 32\%$ , подстилки –  $\pm 62\%$ , органического вещества почв –  $\pm 60\%$ .

Оценка неопределенности бюджета углерода пахотных земель, переведенных в лесные земли связана с неопределенностью статистических данных по площадям облесения и конверсионных коэффициентов. Точность статистических исходных данных по площадям создаваемых противозерозионных и полезащитных насаждений оценивается не более  $\pm 5\%$ , неопределенность конверсионных коэффициентов принята такой же, как и для лесных земель, остающихся лесными землями.

Неопределенность оценок выбросов метана и закиси азота от пожаров складывается из неопределенности оценок площадей пожаров  $\pm 20\%$  и неопределенности коэффициентов выбросов (для метана –  $\pm 70\%$ , для закиси азота –  $\pm 60\%$ ).

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  $\pm 5\%$ .

Расчет ежегодного изменения запасов углерода в живой биомассе многолетних культур на возделываемых землях выполнялся с коэффициентом по умолчанию уровня 1 МГЭИК, неопределенность которого оценивается в пределах  $\pm 75\%$  (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Поэтому общая неопределенность расчетов накопления углерода в биомассе и потерей углерода биомассы оценивается по Уровню 1 МГЭИК равной  $\pm 75,17\%$ . Таким образом, суммарная неопределенность по данной категории рассчитана равной  $\pm 79,17\%$ . Следует отметить, что в настоящем кадастре расчет неопределенности по данной категории впервые выполнен в соответствии с уровнем сложности 1 МГЭИК, а не на основе экспертных допущений.

Неопределенность балансового метода по расчету изменений запасов почвенного углерода на минеральных почвах пахотных земель находится в пределах от  $\pm 13,0$  до  $\pm 22,2\%$  (см. раздел о верификации расчетов 7.6.2 ниже). Для оценки общей неопределенности расчетов по сектору использована максимальная величина ошибки ( $\pm 22,2\%$ ) для данной категории.

Впервые в настоящем кадастре выполнена пошаговая оценка неопределенности балансовой оценки почвенного углерода минеральных почв постоянных кормовых угодий в соответствии с уровнем 1 МГЭИК. Неопределенности статистических данных, использованных в расчетах, составляют  $\pm 5\%$ . Точность средних значений хлорофилльного индекса и связанного углерода определены на основе статистического анализа данных, использованных для усреднения, и равны соответственно  $\pm 13,3$  и  $\pm 19,14\%$ . Их произведение дает среднюю величину продуктивности хлорофилла с неопределенностью  $\pm 23,31\%$ . Таким образом, общая неопределенность оценки поступления углерода с фотосинтезом на территории кормовых угодий определена с неопределенностью  $\pm 23,84\%$ .

Для оценки поступления углерода с навозом пастбищных животных были использованы следующие неопределенности:

- ✓ время, проведенное на пастбищах крупным рогатым скотом  $\pm 5\%$ , остальными категориями животных  $\pm 10\%$ ;
- ✓ коэффициенты выброса метана из навоза крупного рогатого скота  $\pm 3\%$ , остальных категорий животных  $\pm 4,6\%$  (см. раздел по сельскому хозяйству);
- ✓ коэффициент эмиссии  $\text{CO}_2$  из навоза  $\pm 5\%$  (по данным Козьмина с соавт., 1998);
- ✓ влажность навоза  $\pm 6,4\%$  (по данным использованной литературы);
- ✓ содержание углерода в навозе  $\pm 2,49\%$  (по данным использованной литературы);
- ✓ коэффициенты экскреции азота крупным рогатым скотом  $\pm 22,45\%$  (на основании неопределенности ежегодной оценки валовой энергии кормов  $\pm 2\%$ , соотношения грубого протеина в корме  $\pm 10\%$  и коэффициента удержания азота в теле животных  $\pm 20\%$ );
- ✓ соотношение C:N в навозе крупного рогатого скота  $\pm 30\%$  (по данным использованной литературы);
- ✓ среднегодовой выход навоза животных (кроме крупного рогатого скота) – от  $\pm 11,1\%$  (лошади, мулы, ослы) до  $\pm 83,3\%$  (птица);

Расчет неопределенности поступления углерода в почвы с навозом пастбищных животных выполнялся на основе данных 2011г. отдельно по каждой категории животных, затем найдена неопределенность суммы, равная  $\pm 20,9\%$ .

Неопределенность выноса углерода с территории кормовых угодий также определена пошагово. Коэффициент содержания кормовых единиц в пастбищных кормах имеет неопределенность  $\pm 15,48\%$  а содержание углерода в биомассе  $\pm 8,89\%$  (на основе использованных литературных данных, в том числе (Кормовые нормы и состав кормов, 1991)). На основе

этих значений неопределенность выноса углерода с кормами и сеном оценена равной  $\pm 11,38\%$ . Неопределенность коэффициента выноса углерода с механическими потерями (эрозия и дефляция) рассчитана на основе статистического анализа данных, использованных для усреднения, и соответствует  $\pm 93,1\%$ . Таким образом, общая неопределенность расчета потери углерода с механическими потерями равна  $\pm 93,24\%$ . Для оценки неопределенности выноса углерода с дыханием почвы были использованы следующие значения неопределенностей:

- ✓ длительность вегетационного периода  $\pm 7,38\%$  (на основе межгодовой вариабельности);
- ✓ средний коэффициент дыхания почв  $\pm 46,27\%$  (на основе статистического анализа данных, использованных для усреднения);
- ✓ вклад дыхания корней  $\pm 25\%$  (по данным (Благодатский с соавт., 1993));
- ✓ среднегодовая температура  $\pm 17,86\%$  (по межгодовой вариабельности);
- ✓ вклад летнего дыхания  $\pm 7,87\%$  (по данным (Кудеяров и Курганова, 2005)).

Неопределенность оценки эмиссии  $\text{CO}_2$  с дыханием почв выполнялась отдельно по каждому региону. Ошибка суммы по стране рассчитана равной  $\pm 10,38\%$ .

На основании полученных данных общая неопределенность модуля баланса запасов углерода минеральных почв постоянных кормовых угодий оценивается в пределах  $\pm 12,65\%$ .

Потери углерода при использовании органогенных почв (пахотные и кормовые угодья) определены с помощью коэффициента выбросов по умолчанию, уровень 1 МГЭИК. Его неопределенность находится в пределах  $\pm 90\%$  (Руководящие указания по эффективной практике, 2003). Площади осушенных земель являются данными официальной национальной статистики (впервые в настоящем кадастре) и их неопределенность равна 5%. Таким образом, совокупная неопределенность расчетов по данной категории в соответствии с уровнем 1 МГЭИК определена равной  $\pm 90,14\%$ . Следует отметить, что в настоящем кадастре расчет неопределенности по данной категории впервые выполнен в соответствии с уровнем сложности 1 МГЭИК, а не на основе экспертных допущений.

Неопределенность оценок выбросов метана и закиси азота от пожаров складывается из неопределенности оценок площадей пожаров  $\pm 20\%$  и объединенной неопределенности коэффициентов выбросов и потребления топливной биомассы (для метана –  $\pm 108\%$ , для закиси азота –  $\pm 112\%$ ).

Неопределенность данных по объемам внесения известковых материалов находится в пределах  $\pm 10\%$ , учитывая доли примесей, которые включены в данные официальной статистики. Для коэффициента выброса по умолчанию от внесенных в почвы известь-содержащих карбонатов не указана оценка ошибки. Принимая во внимание химический характер выброса  $\text{CO}_2$  от известь-содержащих материалов, неопределенность коэффициента не должна быть выше  $\pm 10\%$ . Впервые в настоящем кадастре выполнен расчет совокупной неопределенности расчета выброса от данной категории в соответствии с уровнем 1 МГЭИК, которая составляет  $\pm 14,14\%$ .

Для оценки неопределенности результатов оценки поглощения  $\text{CO}_2$  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 7.40:

$$U_{\text{sum}} = \sqrt{(U_1 + X_1)^2 + (U_2 + X_2)^2 + \dots + (U_n + X_n)^2} / (X_1 + X_2 + \dots + X_n) \quad (7.40)$$

где  $U_{\text{sum}}$  – общая неопределенность суммы, %;

$U_1 \dots U_n$  – неопределенность отдельных слагаемых, %;

$x_1 \dots x_n$  – значения слагаемых.

Рассчитанная ошибка для суммы изменений запасов почвенного углерода бывших пахотных земель, приведенных в таблице 7.67, была принята равной ошибке определения общей величины накопления углерода в почвах этих земель в России. Таким образом, средняя ошибка оценки

поглощения CO<sub>2</sub> на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья, оценивается в пределах  $\pm 14,9\%$ , что свидетельствует о высокой точности проведенных расчетов.

### 7.5.3 Водно-болотные угодья

Неопределенность средних коэффициентов выброса CO<sub>2</sub> на управляемых водно-болотных угодьях 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  $\pm 250\%$ . Коэффициенты по умолчанию выброса N<sub>2</sub>O при торфоразработках характеризуются диапазоном неопределенности от -100% до +200%. Нами принята неопределенность среднего коэффициента равной  $\pm 150\%$ . Площади торфоразработок получены методом экстраполяции данных 2007 года, поэтому их неопределенность экспертно оценивается  $\pm 50\%$ . Впервые в настоящем кадастре выполнен расчет совокупной неопределенности расчета выбросов парниковых газов от данной категории в соответствии с уровнем 1 МГЭИК, которая составляет  $\pm 254,95\%$  для выброса CO<sub>2</sub> и  $\pm 158,11\%$  для выброса N<sub>2</sub>O. Общая неопределенность расчетов по категории управляемых водно-болотных угодий рассчитана равной  $\pm 157,31\%$ .

Таблица 7.68

Оценка неопределенности оценки поглощения CO<sub>2</sub> 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

### 7.5.4 Земли поселений

Оценка неопределенности расчетов лесных земель, переустроенных в земли поселений, выполнена на основе уровня 1 МГЭИК. Неопределенность оценок площадей переведенных лесных земель в земли поселений принята  $\pm 10\%$ . Для оценок выбросов парниковых газов при обезлесении используется средний запас углерода в пулах фитомассы, мертвой древесины-

ны, подстилки и почвы на 1 га. Неопределенность оценок запасов углерода в пулах фитомассы и мертвой древесины составила 13%, в пуле подстилки – 22%, в пуле почвы – 21% (Замолодчиков и др., 2013).

Оценка неопределенности расчетов земель пахотных угодий, переустроенных в земли поселений, выполнена на основе уровня 1 МГЭИК. Площади переведенных пахотных угодий в земли поселений получены косвенным путем, на основе составленной матрицы земель перевода. Поэтому неопределенность площадей принята равной в два раза больше, чем официальные статистические данные ( $\pm 10\%$ ). Соотношение городских и сельских населенных пунктов в стране определено по статистической информации с точностью  $\pm 5\%$ . По данным изученной литературы (см. раздел 7.4.5.3), неопределенность соотношения открытых территорий и «запечатанных» грунтов в городах составляет  $\pm 12,5\%$  и в два раза больше для сельских поселений ( $\pm 25\%$ ). Соответственно, совокупные доли переведенных земель в открытые территории рассчитаны с точностью  $\pm 21,86\%$ , а в «запечатанные»  $\pm 11,99\%$ . Также по данным изученной литературы можно сделать вывод, что неопределенность содержания углерода в почвах поселений находится в пределах  $\pm 40\%$ , а величина объемной массы этих почв  $\pm 34,07\%$  (анализ данных, использованных для усреднения). Таким образом, по расчету по уровню 1 МГЭИК точность определения запасов почвенного углерода в землях поселений равна  $\pm 41,54\%$ . На основе статистической обработки данных начального запаса углерода в пахотных почвах, использованных для усреднения, неопределенность средней оценивается  $\pm 37,4\%$ . Окончательная величина неопределенности расчетов выбросов по данной категории оценена на примере 2009г., т.к. в 2010 и 2011 гг. перевода земель не происходило, которая равна  $\pm 143,55\%$ .

### 7.5.5 Неопределенность оценок по сектору ЗИЗЛХ

Оценка неопределенности кадастра 2011 года в секторе землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства представлена в таблице 7.69. Общая неопределенность по сектору рассчитана на основании уравнения 6.4 Уровня 1 (Руководящие указания по эффективной практике..., 2000). Как следует из данной таблицы, суммарная неопределенность оценок по сектору для 2011г. составляет  $\pm 27,7\%$  или  $\pm 174161,3$  тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв.

Таблица 7.69

Оценка неопределенности кадастра потоков парниковых газов  
в землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве России в 2011 г.

Категория источника/поглотителя	Выброс парниковых газов, $\text{CO}_2$ -экв., Гг <sup>1)</sup>	неопределенность	
		%	$\text{CO}_2$ -экв., Гг
<b>5.А Лесные земли</b>	<b>-655377,4</b>	<b>26,3</b>	<b>172638,3</b>
<b>5.А.1 Лесные земли, остающиеся лесными землями</b>	<b>-650378,2</b>	<b>26,5</b>	<b>172634,8</b>
Фитомасса	-503830,5	32,0	161304,5
Мертвая древесина	-65252,0	37,7	24623,5
Подстилка	-19154,9	62,8	12029,5
Минеральные почвы	-82515,6	65,8	54266,2
Органогенные почвы	1144,1	53,9	616,1
Мгновенная эмиссия $\text{CH}_4$ от пожаров	10469,5	72,8	7621,9
Мгновенная эмиссия $\text{N}_2\text{O}$ от пожаров	8549,6	63,2	5407,2
Эмиссия $\text{N}_2\text{O}$ от осушения органических почв	211,6	150,1	317,6
<b>5.А.2 Земли, переведенные в лесные земли</b>	<b>-4999,2</b>	<b>22,0</b>	<b>1100,5</b>
Фитомасса	-3316,5	25,5	845,5
Мертвая древесина	-601,8	32,4	194,9
Подстилка	-136,8	62,2	85,1

Категория источника/поглотителя	Выброс парниковых газов, CO <sub>2</sub> -экв., Гг <sup>1)</sup>	неопределенность	
		%	CO <sub>2</sub> -экв., Гг
Минеральные почвы	-1028,1	65,2	670,2
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от пожаров	46,2	72,8	33,7
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от пожаров	37,8	63,2	23,9
<b>5.B.1 Пахотные земли</b>	<b>82868,7</b>	<b>23,5</b>	<b>19469,9</b>
Живая биомасса, в том числе:	-3756,4	90,4	3395,4
– накопление углерода	-4461,7	75,2	3353,7
– потери углерода	705,4	75,2	530,2
Минеральные почвы	76788,2	22,2	17062,2
Органогенные почвы	9214,7	94,9	8741,8
Известкование	622,1	14,1	88,0
<b>5.C.1 Постоянные кормовые угодья</b>	<b>-296,8</b>	<b>509,5</b>	<b>1512,4</b>
Минеральные почвы, в том числе:	-2263,2	12,7 <sup>2)</sup>	286,3
– поступление углерода	-838874,7	23,3	195726,6
– вынос углерода	836611,4	9,7	81136,7
Органогенные почвы	1617,9	90,1	1458,4
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от пожаров	148,4	109,8	163,0
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от пожаров	200,1	113,8	227,6
<b>5.C.2 Земли, переведенные из пахотных в кормовые угодья</b>	<b>-77978,1</b>	<b>14,9</b>	<b>11616,4</b>
<b>5.D.1 Постоянные водно-болотные угодья (управляемые земли)</b>	<b>95,2</b>	<b>157,3</b>	<b>149,7</b>
Выбросы CO <sub>2</sub>	0,5	255,0	1,2
Выбросы N <sub>2</sub> O	94,7	158,1	149,7
<b>5.E.2 Земли, переведенные в земли поселения</b>	<b>22253,6</b>	<b>15,5</b>	<b>3440,0</b>
Из лесных земель	22253,9	15,5	3440,0
Фитомасса	5877,9	16,4	964,0
Мертвая древесина	1171,5	16,4	192,1
Подстилка	1075,6	24,2	259,9
Минеральные почвы	14128,7	23,3	3286,3
Из пахотных земель	0,0	143,5	0,0
<b>ВСЕГО</b>	<b>-628434,9</b>	<b>27,7</b>	<b>174161,3</b>

<sup>1)</sup> Положительные величины показывают выброс, отрицательные – поглощение.

<sup>2)</sup> Процентная величина относится к модулю балансовой оценки.

## 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 (Коротков и др., 2012; Замолотчиков и др., 2013).

В 2011г. перерасчеты бюджета углерода лесных земель не проводились за исключением выбросов от лесных пожаров за 2003 и 2006г. в связи с уточнением статистических данных по площадям гарей в ходе согласования кадастра. Расчет неопределенности в настоящем НДК по данной категории впервые выполнен в соответствии с уровнем сложности 1 МГЭ-ИК, а не на основе экспертных допущений.

Перерасчеты поглощения и выбросов парниковых газов управляемыми лесами будут проводиться по мере получения уточненной статистической информации, усовершенствования методов расчетов и пересчетных коэффициентов.

### 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.В.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 0,380 тонн С/га. Принимая объемную массу агроземов в среднем равной 1,32 г/см<sup>3</sup> для пахотного слоя глубиной 20 см, рассчитали соответствующее изменение содержания углерода – 0,0144% С. Таким образом, можно заключить, что средняя ошибка расчетов, выполненных по разработанной нами балансовой модели, для 90-х годов составляет  $\pm 22,2\%$ .

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  $\pm 13\%$ . По данным Государственного доклада о состоянии и использовании земель за 1995г. 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  $\pm 14,9\%$ .

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 2005г., «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 20,8% 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 выполненные 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 международной научной конференции «Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России», Санкт-Петербург, 1-4 марта 2011. Статья по оценке динамики углерода в почвах бывших пахотных угодий опубликована в рецензируемом (переводимом на английский язык) журнале «Экология» в 2012г. (Романовская с соавт., 2012). Проходит подготовка следующих публикаций по материалам кадастра.

В настоящем кадастре выполнены следующие перерасчеты и усовершенствования:

1. Разработаны усовершенствованные национальные коэффициенты выноса углерода минеральных почв постоянных пахотных и кормовых угодий при процессах эрозии и дефляции. Соответственно, величины потерь почвенного углерода на этих землях были пересчитаны для лет 1991-2010.
2. Площади используемых органогенных земель постоянных пахотных и кормовых угодий в настоящем кадастре были уточнены и теперь определяются на основании статистических данных по площадям осушенных земель. Соответственно, в кадастре были выполнены пересчеты для данных категорий для 2006-2010 гг. (для кормовых угодий) и для 1991-2010 гг. (для пахотных земель).
3. В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра РФ по выбросам парниковых газов в 2012 г. были пересчитаны значения валовой энергии и коэффициентов перевариваемости кормов для коров и другого поголовья крупного рогатого скота для всех лет периода 1990-2010 в связи с коррекцией коэффициента преобразования сухого вещества корма в энергетические единицы (МДж). Соответственно, были выполнены пересчеты потери углерода навоза на пастбищах с эмиссиями  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  для периода 1990-2010, что привело к пересчетам общего поступления углерода в почвы постоянных кормовых угодий.
4. В настоящем кадастре выполнены усовершенствования методологии расчета количества поступающего углерода с навозом коров и другого поголовья крупного рогатого скота в почвы постоянных кормовых угодий. Для адекватного учета специфики и количества потребляемых кормов, экскреция углерода данными категориями животных в настоящем кадастре определена по соотношению углерода и азота в навозе. Соответственно, были пересчитаны величины поступления углерода и баланса углерода на постоянных землях сенокосов и пастбищ для 1990-2010 гг.
5. Уточнены статистические данные по выносу углерода с территории пастбищ с зеленым кормом и силосом за 2010 г. В ходе согласования НДК 2013 Росстатом проведено уточнение величин валового сбора сена естественных сенокосов и культурных пастбищ за 2005-2010 гг. Соответственно, были выполнены пересчеты выноса углерода с территории постоянных кормовых угодий за период 2005 – 2010 гг.
6. Впервые в настоящем кадастре включены оценки от ранее не оцениваемой категории изменения землепользования: переустройство пахотных земель в земли поселений. Соответственно, приведены расчеты для 1990-2009 гг., в 2010 и 2011 гг. перевода земель в данной категории не производилось.
7. Уточнены статистические данные по площадям управляемых водно-болотных угодий (торфоразработки) за 1996-2007 гг., которые до настоящего кадастра определяли на основе метода интерполяции. Это уточнение повлекло также пересчеты площадей для 2008-2011 гг., которые оцениваются по экстраполяции последних известных данных. Соответственно, выполнили переоценку выбросов парниковых газов для 1996-2011 гг.
8. Выполнено уточнение площадей для категории «Другие земли» для периода 1990-2010г. На оценки выбросов и поглощения в секторе данное уточнение не повлияло.
9. В ходе согласования НДК Росстатом проведено уточнение площадей полезащитных насаждений, что привело к незначительному перерасчету выбросов и поглощения



парниковых газов в категории «Земли, переведенные в лесные земли», начиная с 1996г.

10. В ходе согласования НДК проведено уточнение площадей, пройденных низовыми пожарами в 2003 и 2006 гг.

11. В ходе согласования НДК проведено уточнение площадей многолетних насаждений за период с 2006 по 2010 гг. Соответственно, были пересмотрены площади и оценки изменений запасов углерода в живой биомассе и почвенного органического вещества в категории постоянных пахотных угодий за 2006-2010 гг.

12. Исправлены замеченные ошибки в площадях постоянных пахотных угодий и пашен, переведенных в кормовые угодья за 1991-2005 гг.

Выполненные пересчеты привели к следующим изменениям по сравнению с кадастром 2012 года:

- ✓ для категории живой биомассы постоянных пахотных угодий оценки поглощения  $\text{CO}_2$  в 2010 году увеличилась на 4,0% (на 49,5 Гг  $\text{CO}_2$  экв.);
- ✓ для категории минеральных почв постоянных пахотных угодий оценки выброса  $\text{CO}_2$  в 2010 году сократились на 1,9% (на 1 736,6 Гг  $\text{CO}_2$  экв.);
- ✓ для категории органогенные почвы постоянных пахотных угодий оценки выброса  $\text{CO}_2$  в 2010 году увеличились на 89,5% (на 4 351,2 Гг  $\text{CO}_2$  экв.);
- ✓ для категории минеральных почв постоянных кормовых угодий оценка поглощения  $\text{CO}_2$  для 1990 года сократилась на 32,5% (на 4 447,6 Гг  $\text{CO}_2$  экв.), а для 2010 года увеличилась на 8,7% (на 408,0 Гг  $\text{CO}_2$  экв.);
- ✓ для категории органогенных почв постоянных кормовых угодий оценки выброса  $\text{CO}_2$  в 2010 году сократились на 15,8% (на 304,4 Гг  $\text{CO}_2$  экв.);
- ✓ для категории бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, уточнение площадей привело к сокращению поглощения на 0,006% (на 5,6 Гг  $\text{CO}_2$  экв.);
- ✓ по категории пахотных земель, переведенных в земли поселений оценки выброса  $\text{CO}_2$  для 1990 и 2010 гг. не изменились (ноль), а для периода 1991-2009 в среднем равны 11 423,4 Гг  $\text{CO}_2$  экв.;
- ✓ по категории управляемых водно-болотных угодий (торфопеработки) оценка выбросов парниковых газов для 2010 увеличилась на 7,9% (на 7,1 Гг  $\text{CO}_2$  экв.).

В настоящем кадастре также выполнены усовершенствования представления информации в таблицах ОФД и главе 7 НДК, которые включают:

- ✓ пересмотр и согласование использованных стандартных указателей для категорий 5C, 5D, 5F и 5E в соответствующих таблицах ОФД;
- ✓ пересмотр структуры главы 7 в настоящем докладе, выделение в отдельные подразделы земель водно-болотных угодий, земель поселений и категории «другие земли»;
- ✓ впервые оценки неопределенности по каждой категории землепользования выполнены на основании пошаговой оценки в соответствии с уровнем 1 МГЭИК (до кадастра 2013 года в основном использовали экспертные оценки);
- ✓ впервые проведен анализ возможного изменения запасов углерода на землях, переведенных в категорию водно-болотных угодий, а также постоянных землях поселений (см. разделы 7.4.4 и 7.4.5)

Контроль правильности расчетов и заполнения таблиц ОФД в секторе при подготовке настоящего кадастра включал дополнительную пошаговую проверку исходных данных, расчетов и конечных форм экспертами ФГБУ ИГКЭ, не участвующими напрямую в расчетах.

В настоящем кадастре проведено дальнейшее уточнение соотношения национальных земельных категорий и категорий МГЭИК, уточнены данные по «другим землям» и землям, переведенным в них для 2010г. Выполнена проверка данных по соотношению суммы площадей всех угодий с общей площадью страны. Усиление контроля качества соотношения категорий земель МГЭИК и земельных угодий и принятых допущений выполнено в результате межведомственного рассмотрения Национального доклада о кадастре 2013 года, которое включало рецензирование Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии.

В момент подготовки настоящего кадастра проект отчета группы экспертов по централизованной проверке кадастра парниковых газов, подданного РФ в 2012 году, был не доступен. Таким образом, улучшения и совершенствования расчетов и текста доклада выполнены на основании рекомендаций группы экспертов по проверке Национального кадастра в 2011 году, устных рекомендаций экспертов во время проверки 2012 года, а также в соответствии с результатами национальной проверки и контроля качества кадастра.

**В ответ на замечания экспертов** в настоящем кадастре выполнено:

- ✓ улучшение полноты отчетности (включены оценки от ранее не оцениваемой категории изменения землепользования: переустройство пахотных земель в земли поселений, а также проведен анализ возможного изменения запасов углерода на землях, переведенных в категорию водно-болотных угодий, а также постоянных землях поселений);
- ✓ улучшена структура главы 7 в Национальном докладе (выделение в отдельные подразделы земель водно-болотных угодий, земель поселений и других земель);
- ✓ улучшена оценка неопределенности в секторе (экспертные оценки заменены на пошаговую оценку неопределенности в соответствии с уровнем 1 МГЭИК);
- ✓ усилены процедуры контроля и проверки качества расчетов, в частности, проведены проверки расчетов и заполнения таблиц ОФД экспертами, не участвующими напрямую в расчетах; контроль качества соотнесения категорий земель МГЭИК и земельных угодий выполнен в ходе межведомственного рецензирования Национального доклада о кадастре, включающего рецензирование Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии Министерства экономического развития РФ и Федеральным агентством лесного хозяйства Министерства природных ресурсов и экологии РФ;
- ✓ в категории лесных земель, остающихся лесными землями, в НДК включены выбросы CO<sub>2</sub> от деструктивных и иных лесных пожаров;
- ✓ для повышения прозрачности расчетов в приложении 3.2 представлены детализированные конверсионные коэффициенты для расчета запаса углерода во фракциях фитомассы для лесных земель, остающихся лесными землями;
- ✓ для категории лесных земель, остающихся лесными землями, в приложении 3.3 представлены оценки запаса, поглощения, потерь и бюджета углерода управляемыми лесами по субъектам Российской Федерации в 2011 г.;
- ✓ в категории постоянных пахотных земель уточнены национальные коэффициенты выноса углерода с процессами эрозии и дефляции;
- ✓ уточнены оценки по категории используемых органогенных почв в категории постоянных пахотных угодий;
- ✓ в категории пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, пересмотрены стандартные обозначения в соответствующих таблицах ОФД для органогенных почв – теперь используется стандартный указатель «включено в другом месте» («IE»).

Дальнейшее усовершенствование существующих методологий расчетов, уточнение расчетных коэффициентов и исходных данных по деятельности при расчете выбросов парниковых газов в секторе землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства России будет выполняться в соответствии с получением необходимой статистической информации и новых научных данных в данной области исследований. Будет проведено дальнейшее исследование по оценке ранее не оцениваемых категорий (в частности, земель, переведенных из категории «другие земли» в земли поселений).

## Литература и источники данных

1. Агрохимия. Под ред. Смирнова П.М., Муравина Э.А. –Москва: Колос, 1984, –304 с.
2. Алексеев В.А., Бердси Р.А. (Ред.). Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск: Институт 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 с.
5. Благодатский С.А., Ларионова А.А., Евдокимов И.В.. Вклад дыхания корней в эмиссию CO<sub>2</sub> из почвы. – В кн.: Дыхание почвы. Сб. научн. трудов. –Пушино: 1993, с. 26-32.
6. Болотина Н.И. Запасы гумуса и азота в основных типах почв СССР //Агрохимическая характеристика почв СССР. 1976, Т. 15, с. 187-202.
7. Бурдюков В.Г., Телюкин В.А. Биологическая активность почвы при разных условиях питания растений // Агрохимия, 1983, №4, с. 90-94.
8. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. – Москва: Росагропромиздат, 1988, –255 с.
9. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие. Под редакцией академика РАН Г.В. Добровольского. –Смоленск, Ойкумена, 2003, –268 с.
10. Гитарский М.Л., Замолотчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Карабань Р.Т. Эмиссия и поглощение парниковых газов в лесном секторе страны как элемент выполнения обязательств по климатической конвенции ООН. Лесоведение, 2006, 6, с. 34-44.
11. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации. –М.: Комитет РФ по земельным ресурсам и землеустройству, 1993, –95 с.
12. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1995 год. –М.: РУССЛИТ, 1996, –120 с.
13. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1996 год. –М.: РУССЛИТ, 1997, –88 с.
14. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1998 год. –М.: Открытые системы, 1999, –88 с.
15. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2001 году. –М.: Росземкадастр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2002, –155 с.
16. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2003 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2004, –166 с.
17. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2004 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2005, –194 с.
18. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2005 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2006, –200 с.
19. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2006 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2007, –238 с.
20. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2007 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2008, –270 с.
21. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2008 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2009, –260 с.

22. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2009 году. –М.: Росреестр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2010, –249с.
23. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2010 году. –М.: Росреестр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2011, –257с.
24. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2011 году. –М.: Росреестр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2012. – 248 с.
25. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2002 году. (Рощупкин В.П., Гл. ред.). –М.: ВНИИЛМ, 2003, –116 с.
26. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2004г. –М.: ВНИИЛМ, 2005, –82 с.
27. Дукаревич Б.И. Справочник по минеральным удобрениям. –М.: Моск. Рабочий, 1976, –192 с.
28. 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.
29. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1993г. –Обнинск: ВНИИ ГМИ-МЦД, 1994, –481 с.
30. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1994г. –Обнинск: 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимич, Институт, –581 с.
31. Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1995г. –Обнинск: 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, –662 с.
32. 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.
33. 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.
34. Емельянов И.И. Динамика углекислоты и кислорода в темно-каштановых карбоонатных почвах Целиноградской области. Труды Ин-та почвоведения АН КазССР. Алма-Ата, 1970, т. 18, с. 25-44.
35. Еремченко О.З., Шестаков И.Е., Каменщикова В.И. Эколого-биологические свойства урбанозема в г.Перми //Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о земле. 2010, Вып. 4, с. 56-63.
36. Жарикова Е.А. Оценка основных свойств почв лесных и парковых территорий города Владивостока //Земледелие, почвоведение и агрохимия. 2012, №1 (26), с. 40-46.
37. Заварзин Г.А. Роль биоты в глобальных изменениях климата. Физиология растений. 2001, т. 48, №2, с. 306-314.
38. Замоладчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России: учет влияния пожаров и рубок. Лесоведение, 2009, № 4, с. 3-15.
39. Замоладчиков Д.Г., Грабовский В.И., Краев Г.Н. Динамика бюджета углерода лесов России за два прошедших десятилетия. Лесоведение, 2011, № 6, с. 16-28.
40. Замоладчиков Д.Г., Грабовский В.И., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л., Блинов В.Г., Дмитриев В.В., Курц В.А. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации в 1990-2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз //Метеорология и гидрология, 2013, № 2.
41. Замоладчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации. Лесоведение, 2007, № 6, с. 23-34.
42. Замоладчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Честных О.В., Сонген Б. Углерод в лесном фонде и сельскохозяйственных угодьях России. –М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005, –198 с.
43. Замоладчиков 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 2005г. Москва-Петрозаводск:

- РАН, Научный совет РАН по лесу, Ин-т лесоведения РАН, Ин-т леса КНЦ РАН, 2005, с. 138-143.
44. 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.
  45. Зборищук Н.Г. Некоторые особенности динамики CO<sub>2</sub> в орошаемых Предкавказских черноземах. Вестник МГУ. Серия Почвоведение, 1979, №3, с. 40-44.
  46. 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.
  47. Земельный фонд РФ на 1 января 2007 года. Минэкономразвития и торговли РФ, Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости (Роснедвижимость), ФГУП «ФКЦ «Земля», –Москва: 2007, –269 с.
  48. Земельный фонд РФ на 1 января 2008 года. Минэкономразвития РФ, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), – Москва: 2008. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru>, свободный.
  49. Земельный фонд РФ на 1 января 2009 года. Минэкономразвития РФ, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), – Москва: 2009. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru>, свободный.
  50. Земельный фонд РФ на 1 января 2010 года. – Москва: Росреестр, ФГУП «ФКЦ «Земля», 2010, – 710 с. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/cadastre/condition/documents/>, свободный.
  51. Земельный фонд РФ на 1 января 2011 года. – Москва: Росреестр, ФГУП «ФКЦ «Земля», 2011, – 711 с. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/cadastre/condition/documents/>, свободный.
  52. Земельный фонд РФ на 1 января 2012 года. – Москва: Росреестр, ФГУП «ФКЦ «Земля», 2012, – 695 с. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/cadastre/condition/documents/>, свободный.
  53. Зорина Е.Ф. Овраги, оврагообразование и потенциал развития. Эрозия почв и русловые процессы. М., МГУ, вып.12, 2000, с. 72-95.
  54. Инструкция о порядке ведения государственного учета лесного фонда. Утверждена приказом Федеральной службой лесного хозяйства России от 30.05.97 г., № 72, –М.: 1997, –77 с.
  55. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России. Утверждена приказом Федеральной службой лесного хозяйства России от 15.12.1994г., № 265, (Зарегистрировано в Минюсте РФ 28.06.1995г., № 887), –М.: 1995, –19 с.
  56. 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.
  57. 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, № 5, с. 3-10.
  58. Использование минеральных удобрений в 1994 г. – Москва: Госкомстат России, Вычислительный центр, 1995. 80 с.
  59. Кобак К.И. Биологические компоненты углеродного цикла. –Л.: Гидрометеиздат, 1988, –248 с.
  60. Ковалева А.Е., Булаткин Г.А. Динамика CO<sub>2</sub> серых лесных почв. Почвоведение, 1987, 5, с. 111-114.
  61. 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, с. 42-44.
  62. Кононова М.М. Органическое вещество и плодородие почвы //Почвоведение, 1984, 8, с. 7-20.

63. Коровин Г.Н., Гитарский М.Л., Исаев А.С., Замолотчиков Д.Г., Карабань Р.Т. О роли лесного сектора в смягчении изменения климата // Лесное хозяйство, 2006, 4, с. 11-13.
64. Коротков В.Н., Романовская А.А., Карабань Р.Т., Смирнов Н.С. Оценка углеродного бюджета лесов России в рамках отчетности по Киотскому протоколу // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2012, Т. 90, Вып. 7, с. 58-64.
65. Котакова П.С. Продуцирование CO<sub>2</sub> выщелоченным черноземом при различном его сельскохозяйственном использовании // Науч. Тр. Орлов. Обл. с-х опытной станции 1975, Вып. 7, с. 181-190.
66. Кретинина Т.А., Пожилов В.И. Влияние систематического применения удобрений и орошения на биологические свойства светло-каштановой почвы. Агрохимия, 1989, №5, с. 65-72.
67. Кривonos Л.А., Егоров В.П. Биологическая активность черноземов в агроценозах Курганской области. Почвы Зап. Сибири и повышение их биологической активности. –Омск: 1983, с. 8-14.
68. Кудяров В.Н., Курганова И.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки. Почвоведение, 2005, № 9, с. 1112-1121.
69. Кудяров В.Н., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Ильина А.А., Кузнецова Т.В., Тимченко А.В. Оценка дыхания почв России. Почвоведение, 1995, 1, с. 33-42.
70. Курганова И.Н., В.О. Лопес де Гереню, Т.Н. Мякшина, Д.В. Сапронов, В.Н. Кудяров. Оценка газообразных потерь углерода из почв агроэкосистем Российской Федерации. Материалы IV Всероссийской научной конференции «Гуминовые вещества в биосфере», МГУ, –Москва: 19-21 декабря 2007г., –Санкт-Петербург: с. 54-57.
71. Куренкова С.В. Пигментная система культурных растений в условиях подзоны средней тайги Европейского Северо-Востока. Екатеринбург, УрО РАН, 1998, –115 с.
72. 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.
73. Ларионова А.А., Розонова Л.Н. Суточная, сезонная и годовая динамика выделения CO<sub>2</sub> из почвы. В сб. науч. трудов: Дыхание почвы, 1993, –Пушино: с. 59-68.
74. 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.
75. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. Агрохимия, 1977, № 8, с. 36-42.
76. Леса России. –Пушкино: ВНИИЛМ, 2002, –48 с.
77. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: Ось-89, 1997, –64 с.
78. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1993г.). Справочник, – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995, –280 с.
79. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 2003г.). Справочник, – М.: ВНИИЛМ, 2003, –640 с.
80. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1998г.). Справочник, – М.: ВНИИЦлесресурс, 1999, –650 с.
81. 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.
82. 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.
83. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. –М.: ГЕОС, 2010, –416 с.

84. Лядова Н.И. Влияние агротехнических приемов на биологическую активность южного чернозема. Пути повышения урожайности полевых культур на юге Украины. Одесса, 1975, с. 3-7.
85. Макаров Б.Н. Газовый режим почв, 1988, – Москва: ВО Агропромиздат, –105 с.
86. Макаров Б.Н. Дыхание почвы и роль этого процесса в углеродном питании растений. Агрохимия, 1993, 8, с. 94-104.
87. Массо В.Я. Динамика химического состава коровьего навоза при различных технологиях его использования. Агрохимия, №5, 1979, с. 90-98.
88. 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.
89. Мыц Е.А., Потери аммиачного азота из навоза и приготовленных по различным технологиям компостов в зависимости от сроков заделки. Агрохимия, 1996, №7, с.74-76.
90. Народное хозяйство РСФСР в 1975 году. Статистический ежегодник. –М.: Статистика, 1976, –519 с.
91. Народное хозяйство РСФСР в 1980 году. Статистический ежегодник. –М.: Финансы и статистика, 1981, –406 с.
92. Народное хозяйство РСФСР в 1985 году. Статистический ежегодник. –М.: Финансы и статистика, 1986, –398 с.
93. Народное хозяйство РСФСР в 1990 году: статистический ежегодник. –М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1991, –592 с.
94. Народное хозяйство РСФСР в 1992 году: статистический ежегодник. –М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1993.
95. Наумов А.В. Сезонная динамика и интенсивность выделения CO<sub>2</sub> в почвах Сибири. Почвоведение, 1994, №12, с. 77-83.
96. 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.
97. 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.
98. О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2005г.: государственный доклад. –М.: ВНИИЛМ, 2006, –214 с.
99. О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2006г.: государственный доклад –М.: ВНИИЛМ, 2007, –199 с.
100. ОНТП 17-81. Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (ОНТП 17-81). –Москва: Колос, 1983, –32 с.
101. Органические удобрения: Справочник //П.Д. Попов, В.И.Хохлов, А.А.Егоров и др. –М.: Агропромиздат, 1988, –207 с.
102. Орлов Д.С. Запасы, поступление и круговорот углерода в почвах России. – В кн.: Круговорот углерода на территории России. –М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999, с. 271-299.
103. Орлов Д.С., Бирюкова О.М. Запасы углерода органических соединений в почвах Российской Федерации //Почвоведение, 1995, № 1, с. 21-32.
104. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Реальные и кажущиеся потери органического вещества почвами Российской Федерации //Почвоведение, 1996, № 2, с. 197-207.

105. Отчет о наличии земель и распределении их по категориям, угодьям, землевладельцам и землепользователям по состоянию на 1 ноября 1990 года. Роснедвижимость, 1990, –6 с.
106. Отчет о научно-исследовательской работе (итоговый) по Государственному контракту №МГ-04-06/65К от 3 июля 2007г. «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.
107. Пацукевич З.В., Козловская М.Э. Эрозионно-аккумулятивные процессы в степной зоне Европейской части России //Эрозия почв и русловые процессы, Вып.12, –М.: МГУ, 2000, –297 с.
108. Пересмотренные руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата 1996 года для национальных кадастров парниковых газов. IPCC-OECD-IEA, Париж, 1997.
109. Попова Э.П. Интенсивность дыхания почв под различными культурами. Труды Красноярского с-х ин-та. –Красноярск: 1968, т. XIX, с. 157-163.
110. Промышленно-экономические показатели развития агропромышленного комплекса России в 1995г. Часть 1, –М.: Информагробизнес, 1996, –269 с.
111. Пятое национальное сообщение Российской Федерации. –М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2009.
112. Распределение земельного фонда с.х. угодий РСФСР по группам почв. – М.: Минсельхоз РСФСР, Россельхозхимия, Главное управление землепользования и землеустройства, ВНИ и проектно-технологический институт химизации с.х., 1980, –107 с.
113. Результаты агрохимического мониторинга на реперных участках. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Агроконсалт, Москва, 2001, –80 с.
114. Рожков В.А., Вагнер В.В., Кагут Т.М. и др. Запасы органических и минеральных форм углерода в почвах России. – В кн.: Углерод в биогеоценозах. Чтения памяти академика В.Н. Сукачева, XV, –М.: 1997, с. 5-58.
115. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. Справочное пособие, –М.: ЦИНАО, 2000, –371 с.
116. Романовская А.А. Органический углерод в почвах залежных земель России //Почвоведение, 2006, № 1, с. 52-61.
117. Романовская А.А. Основы мониторинга антропогенных эмиссий и стоков парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ) в животноводстве, при сельскохозяйственном землепользовании и изменении землепользования в России. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени доктора биол. наук, –Москва: 2008, –42 с.
118. Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Оценка эмиссии закиси азота от не утилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. //В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. –СПб.: Гидрометеоиздат, 2002, т. 18, с. 276-286.
119. Романовская А.А., Коротков В.Н., Карабань Р.Т., Смирнов Н.С. Динамика элементов баланса углерода на неиспользуемых пахотных угодьях Валдайской возвышенности //Экология, 2012, № 5, с. 347-352.
120. Российский статистический ежегодник. Стат. сборн., –М.: Росстат РФ, 2005-2011.
121. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2006.
122. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2003.
123. 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.



124. Сапронов Д.В. Многолетняя динамика эмиссии CO<sub>2</sub> из серых лесных и дерново-подзолистых почв. Диссер. на соиск. уч. степени кандидата биол. наук. –Москва: 2007, –20 с.
125. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. –М.: Госкомстат России, 2000, –414 с.
126. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. –М.: Госкомстат России, 1998, –448 с.
127. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. –М.: Госкомстат России, 1995, –503 с.
128. Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. –М.: Госкомстат России, 2002, –448 с.
129. Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник. –М.: Росстат России, 2004, – 78 с.
130. 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.
131. 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.
132. Соколов А.В., Розов Н.Н. Почвенно-агрохимическое районирование территории СССР //Агрохимическая характеристика почв СССР, 1976, т. 15, с. 5-16.
133. Справочник по климату СССР. –Ленинград: Гидрометеиздат, 1965-1966, часть 2, выпуски 1-34.
134. Справочник по минеральным удобрениям. –М.: Сельхозгиз, 1960, –552 с.
135. Строительство в России. 2002: Статистический сборник, –М.: Госкомстат России, 2002, –254 с.
136. Титлянова А.А., Булавко Г.И., Кудряшова С.Я., Наумов А.В., Смирнов В.В., Танаиенко А.А. Запасы и потери органического углерода в почвах Сибири. Почвоведение, 1998, №1, с. 51-59.
137. 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.
138. Третье национальное сообщение Российской Федерации. –М.: Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, 2002, –158 с.
139. Трофимова Т.А. Влияние различных обработок на показатели биологической активности чернозема обыкновенного. Почвозащитная обработка и рациональное применение удобрений. Каменная степь, 1989, с. 46-49.
140. 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.
141. Филиппов Г.В. О макроструктуре таксационных участков //Сб. научн. тр. ЛенНИИЛХ. –Л.: 1975, Вып. 22, с. 38-44.
142. 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.
143. Честных О.В., Замолотчиков Д.Г., Уткин А.И. Общие запасы биологического углерода и азота в почвах лесного фонда России // Лесоведение, 2004, № 4, с. 30-42.
144. Честных О.В., Лыжин В.А., Кокшарова А.В. Запасы углерода в подстилках лесов России //Лесоведение, 2007, № 6, с. 114-121.
145. Четвертое национальное сообщение Российской Федерации. –М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2006.
146. 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.
147. Шильников И.А., Ермалаев С.А., Аканова Н.И. Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования. –М.: ВНИИА, 2006, –150 с.

148. 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, pp. 237-246.
149. Hong-Kong Observatory. 1961-1990 Global Climate Normals. National Climatic Data Centre of the United States. WMO. 2003. Available at [http://www.hko.gov.hk/wxinfo/climat/world/eng/europe/russia/russia\\_e.htm](http://www.hko.gov.hk/wxinfo/climat/world/eng/europe/russia/russia_e.htm).
150. Inoko A., Evaluation of maturity of various composted materials. JARQ, Vol.19, №.2, 1985, pp. 103-108.
151. Jenkinson D.S. The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. //Philosophical transactions of the Royal Society, 1990, v. B329, pp. 361-368.
152. Nilsson S., Shvidenko A., Stolbovoi V., Gluk M., Jonas M., Obersteiner M. Full carbon account for Russia. Interim report, IIASA, Austria, IR-00-021, 2000, –181 p., available at <http://www.iiasa.ac.at/Publications/Documents/IR-00-021.pdf>
153. 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, v. 72, #4, p. 591-603.

## 8. ОТХОДЫ (СЕКТОР 6 ОФД)

### 8.1 Обзор по сектору

Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы» включают выбросы  $\text{CH}_4$  от управляемого и неуправляемого захоронения твердых отходов на свалках и полигонах, выбросы от очистки коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, а также выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от фекальных стоков.

Суммарный выброс парниковых газов по сектору составил в 2011г. 80 858 Гг  $\text{CO}_2$ -экв., что соответствует 3,5% совокупного выброса парниковых газов в Российской Федерации без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства и на 32,3% превышает уровень 1990 года (рис. 8.1). Начиная с 2002 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 2011г. выброс парниковых газов в секторе «Отходы» увеличился на 3,9% по сравнению с 2010г.

Прирост выбросов парниковых газов от захоронения твердых отходов в 2011г. по сравнению с 1990 годом составил 82,9%. Данный источник вносит наибольший вклад в общий выброс парниковых газов от сектора «Отходы» (63,4% в 2011г.)

Выброс метана от процессов очистки коммунально-бытовых сточных вод в 2011г. был на 17,4% ниже соответствующего выброса 1990г. Выброс метана от очистки промышленных сточных вод в 2011г. был на 8,2% ниже соответствующего уровня 1990г. Для этой категории источников, начиная с 1997 года (за исключением 2009 и 2010 гг.), наблюдаются довольно высокие темпы роста выбросов. Возрастает и ее вклад в общий выброс парниковых газов по сектору (до 19,6% в 2011г.) В 2011г. отмечается рост выбросов метана, связанных с очисткой промышленных сточных вод, на 3,6% по сравнению с предыдущим годом.

Выброс  $\text{N}_2\text{O}$  от фекальных стоков в 2011г. был несколько (на 1,1%) больше выброса 1990г., что продолжило тенденцию 2010 года роста этих выбросов. Этот подъем связан с увеличением потребления населением белковой пищи, начавшиеся после 2000 года.

Тренды выбросов парниковых газов в секторе «Отходы» представлены в таблице 8.1 и на рисунке 8.2.

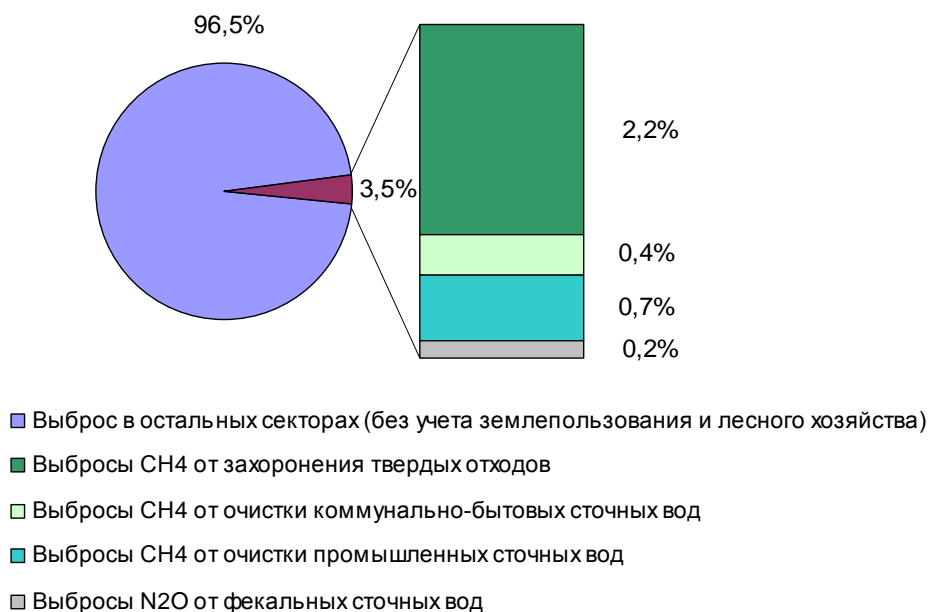
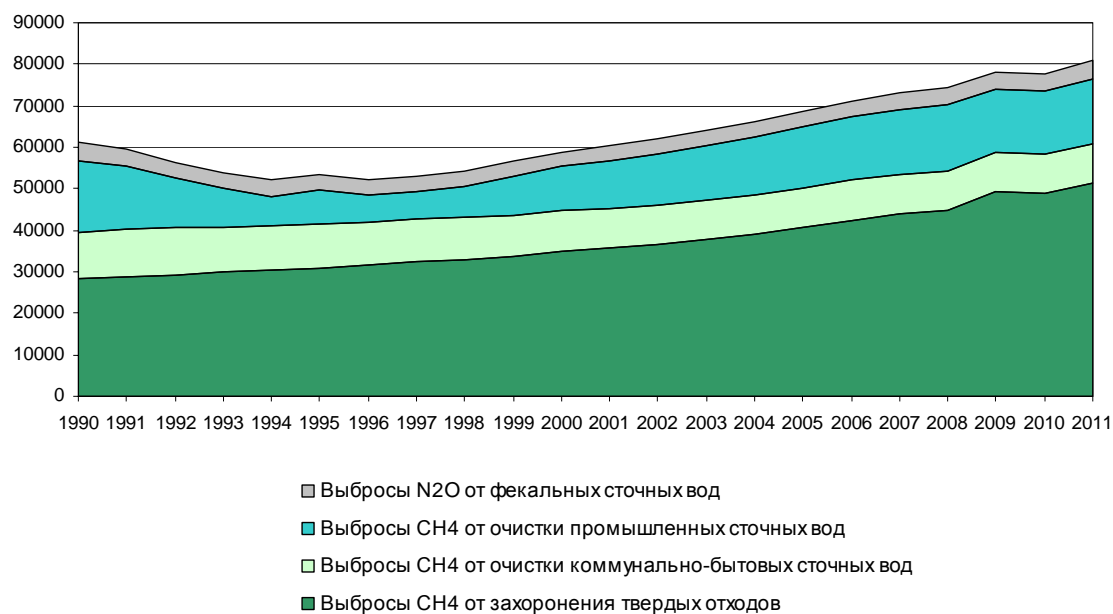


Рис. 8.1 Доля сектора «Отходы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2011г.

Таблица 8.1

Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы», Гг  $CO_2$ -экв.<sup>1)</sup>

Год	Захоронение твердых отходов			Очистка сточных вод			Итого
	Выброс $CH_4$ от ТБО	Выброс $CH_4$ от ОСВ	Выброс $CH_4$ от ТПО	Выброс $CH_4$ от сточных вод ЖКХ	Выброс $CH_4$ от промышленных сточных вод	Выброс $N_2O$ от фекальных сточных вод	
1990	22777	2566	2857	11417	17286	4219	61122
1991	23560	2608	2714	11269	15347	4158	59655
1992	24333	2645	2320	11238	11942	3884	56362
1993	25094	2656	2119	10743	9453	3873	53938
1994	25838	2664	1849	10611	7238	3829	52029
1995	26572	2664	1774	10437	8176	3761	53384
1996	27284	2649	1710	10336	6662	3696	52337
1997	28018	2633	1734	10190	6884	3738	53197
1998	28759	2606	1642	10067	7395	3716	54185
1999	29513	2574	1747	9866	9216	3637	56552
2000	30392	2541	1922	9777	10664	3532	58827
2001	31172	2504	2020	9568	11442	3634	60340
2002	32094	2467	2115	9521	12133	3697	62027
2003	33145	2430	2270	9507	12927	3730	64008
2004	34346	2390	2433	9399	13794	3748	66110
2005	35617	2362	2588	9733	14500	3888	68687
2006	37129	2335	2799	9750	15239	3919	71171
2007	38817	2307	2682	9641	15737	4101	73285
2008	40619	2277	1880	9547	15958	4044	74325
2009	42551	2237	4436	9520	15361	4074	78179
2010	44544	2195	2011	9496	15325	4260	77832
2011	46592	2150	2543	9431	15875	4267	80858

<sup>1)</sup> С округлениемРис. 8.2. Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы» в 1990-2011 гг., Гг  $CO_2$ -экв.

## 8.2 Захоронение твердых отходов на свалках и полигонах (6.A)

### 8.2.1 Выбросы метана от захоронения твердых отходов

В данную категорию включены выбросы  $\text{CH}_4$  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 централизованно вывозимых твердых бытовых отходов (ТБО), осадка сточных вод (ОСВ) и твердых промышленных отходов (ТПО). Неуправляемые свалки считаются состоящими из ТБО, не охваченных системой централизованного вывоза.

Результаты оценки выбросов за период 1990-2011 гг. представлены в таблице 8.2. Как видно из таблицы, величина выбросов до 2009 года непрерывно возрастала, что связано, главным образом, с ростом объемов образования и захоронения ТБО, происходившим, несмотря на уменьшение численности населения страны. После некоторого уменьшения выбросов в 2010 году, связанного с последствиями экономического спада предшествующих лет, в 2011 году рост выбросов возобновляется.

#### 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 8.2

*Выбросы  $\text{CH}_4$  от захоронения твердых отходов на свалках и полигонах,  $\text{Гг}^1$*

Год	Захоронение твердых отходов			Из них:		Итого
	ТБО	ОСВ	ТПО	Управляемые	Неуправляемые	
1990	1085	122	136	1298	45	1343
1991	1122	124	129	1328	47	1375
1992	1159	126	110	1347	48	1395
1993	1195	126	101	1372	50	1422
1994	1230	127	88	1394	51	1445
1995	1265	127	84	1424	53	1477
1996	1299	126	81	1453	54	1507
1997	1334	125	83	1486	56	1542
1998	1369	124	78	1515	57	1572
1999	1405	123	83	1552	59	1611
2000	1447	121	92	1599	60	1660
2001	1484	119	96	1638	62	1700
2002	1528	117	101	1683	64	1746
2003	1578	116	108	1736	66	1802

Продолжение таблицы 8.2

<b>2004</b>	1636	114	116	1797	68	1865
<b>2005</b>	1696	112	123	1861	71	1932
<b>2006</b>	1768	111	133	1939	74	2013
<b>2007</b>	1848	110	128	2009	77	2086
<b>2008</b>	1934	108	90	2051	81	2132
<b>2009</b>	2026	107	211	2259	85	2344
<b>2010</b>	2121	105	96	2233	89	2321
<b>2011</b>	2219	102	121	2349	93	2442

<sup>1)</sup> С округлением

Содержание в твердых бытовых отходах органического углерода (DOC) оценивалось по многолетним результатам изучения состава ТБО СССР и России, основные использованные источники и данные из них приведены в таблице 8.3. Содержание биоразлагаемого органического углерода DOC(x) в ТБО для периода 1990-2011 годов рассчитывалось с учетом имеющихся данных по эволюции его состава по формуле 5.4 (МГЭИК, 2000). Для 1990 года и более ранних лет было принято постоянное значение DOC равное 0,19, рассчитанное как среднее по нескольким источникам. Рассчитанные значения DOC(x) были приняты для расчетов эмиссии метана от захоронения твердых отходов как для управляемых, так и для неуправляемых захоронений.

Потенциал образования метана  $L_0(x)$  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). 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. 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.

Таблица 8.3

## Усредненный морфологический состав ТБО, % по массе

Источник/Компоненты отходов	Бумага, картон	Текстиль	Пищевые отходы	Дерево	DOC
Инструкция (МинЖКХ РСФСР, АКХ, 1980)	32,5	4,5	27,5	3	19,0
Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 1985)	27,2	5,3	36,2	2,1	
Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 1990)	24,7	5,7	35,3	2,3	
Справочник (Систер В.Г. АКХ, 2005)	30,0	4,3	40,0	2,2	20,4
Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 2005)	32,5	4,3	35,2	2,2	20,7
Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 2010)	41,5	4	29,5	2,3	23,1
Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 2010) (прогноз)	43,5	4	28	2,2	23,7

Методика оценки для ОСВ

Для выполнения расчетной оценки выбросов метана от осадка сточных вод и избыточного активного ила использовался тот же метод кинетики первого порядка, соответствующий уровню 2 МГЭИК (формулы 5.1 и 5.2 (МГЭИК, 2000), что и для ТБО.

Захоронение ила может производиться либо совместно с ТБО, либо на отдельных площадках и полигонах. Все свалки и полигоны, на которые вывозился ил, в соответствии с определением, приведенным в Руководстве по эффективной практике МГЭИК, считались управляемыми, и для них принимался коэффициент  $MSF$ , равный единице (МГЭИК, 2000).

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.

Содержание  $DOC$  в сухом веществе осадка принято равным 0,375 (Васильев, Григорьева, 2006), а потенциал образования метана  $L_0 = 0,1375 \text{ Гг } CH_4/\text{Гг}$ . Константа скорости образования метана, так же как и для ТБО, принята равной 0,05.

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  $MSF$ , 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 2006-2011 гг. Расчет выполнялся в соответствии с методикой МГЭИК, рассчитанные значения  $DOC$  приведены в таблице 8.4. Для периода 1990-2005 гг. было принято единое значение  $DOC$ , равное 0,301.

Таблица 8.4

*Объем захоронения твердых промышленных отходов (тонн) и содержание биоразложимого органического углерода*

Год	Бумага и текстиль	Отходы, образующиеся в садах и парках	Пищевые отходы	Древесные отходы и солома	Итого	Средневзвешенный $DOC$
<b>2006</b>	239632	13471	139814	935697	1328614	0,30
<b>2007</b>	258967	13432	256662	796094	1325154	0,29
<b>2008</b>	261286	7509	39981	522611	831386	0,32
<b>2009</b>	348371	11592	43559	1619357	2022879	0,31
<b>2010</b>	243367	22627	40648	600128	906769	0,32
<b>2011</b>	368687	23312	46650	683011	1121660	0,32

Значения доли органического углерода, подвергшегося распаду ( $\text{DOC}_F = 0,5$ ) 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  $\text{CH}_4$  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 2005-2011 гг. взяты из официальных публикаций Росстата (Социальное положение..., 2006-2010) и из базы данных Росстата. 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 1975г. Суммарная годовая установленная мощность мусоросжигающих заводов в 1975-2002 гг. определялась по данным работ (Мирный, 1997, Зайцев, 2004, Сперанская, 2004). Коэффициент использования мощности мусоросжигающих заводов принят равным 0,7 на основании анализа данных, приведенных в работе (Сперанская, 2004). Начиная с 2003г. 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, а так же в официальных отчетах заводов. Утилизация ТБО с производством компоста применяется с 1971г. 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 1990г. 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 8.5.



Таблица 8.5

Вывоз ТБО для захоронения, сжигания и переработки на компост, млн. т

Год	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Централизованный вывоз ТБО	3,0	3,4	3,9	4,7	5,4	6,8	7,4	8,6	9,9	10,0	10,7
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	10,7
Год	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Централизованный вывоз ТБО	11,8	13,0	14,0	15,0	16,2	18,9	20,1	21,1	21,4	22,0	22,4
Сжигание ТБО	–	–	–	–	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15
Переработка на компост	0,2	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Захоронение на свалках и полигонах	11,6	12,69	13,69	14,69	15,84	18,54	19,74	20,74	21,04	21,54	21,94
Год	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Централизованный вывоз ТБО	23,0	23,8	24,5	24,8	25,3	26,1	27,0	26,8	26,4	26,8	27,3
Сжигание ТБО	0,15	0,33	0,41	0,50	0,59	0,59	0,59	0,55	0,55	0,55	0,55
Переработка на компост	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Захоронение на свалках и полигонах	22,54	23,16	23,78	23,99	24,40	25,27	26,17	26,01	25,61	26,03	26,46
Год	1993	1994	1995	1996	1997	1998	2000	2001	2002	2003	2004
Централизованный вывоз ТБО	27,7	28,1	28,5	29,0	29,4	29,8	31,8	31,2	33,5	35,9	38,5
Сжигание ТБО	0,55	0,48	0,42	0,42	0,42	0,42	2,03	0,43	0,43	0,54	0,59
Переработка на компост	0,24	0,36	0,36	0,36	0,36	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Захоронение на свалках и полигонах	26,89	27,27	27,75	28,18	28,61	28,97	31,01	30,33	32,65	34,90	37,48
Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011					
Централизованный вывоз ТБО	42,0	44,0	45,8	48,0	49,4	50,6					
Сжигание ТБО	0,72	0,70	1,07	1,03	0,99	1,019					
Переработка на компост	0,427	0,427	0,427	0,433	0,57	0,42					
Захоронение на свалках и полигонах	40,83	43,06	44,31	46,50	47,88	49,20					

Для расчета количества ТБО, захораниваемых 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 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 управляемых 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. Коэффициент образования суммы осадка сточных вод и избыточного активного ила принимался равным 0,8% от объема проходящих очистку сточных вод, при его влажности в 97,9%. 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 его количества, сжигаемого на специализированных заводах (Васильев, Григорьева, 2006). Данные об образовании и сжигании ОСВ приведены в таблице 8.6.

Таблица 8.6

Объем образования и сжигания осадка сточных вод и избыточного ила

Год	Количество сточных вод, проходящих анаэробную биологическую очистку, млн м <sup>3</sup>	Кол-во захораниваемого сухого осадка, тыс.тонн	Кол-во сжигаемого сухого осадка, тыс.тонн
1990	7874	1310,2	0
1991	8098	1347,5	0
1992	8040	1337,9	0
1993	6993	1163,7	0
1994	6956	1157,6	0
1995	6652	1106,9	0
1996	6035	1004,1	0
1997	5977	994,7	0
1998	5626	909,6	26,5
1999	5479	877,5	34,1
2000	5414	856,2	44,7
2001	5270	829,8	47,1
2002	5146	808,8	47,4
2003	5099	805,7	42,7
2004	4972	777,4	49,9
2005	5426	851,4	51,4
2006	5366	856,1	36,8
2007	5262	841,2	34,5
2008	5238	817,4	54,1
2009	5041	748,7	90,2
2010	4889	714,8	98,8
2011	4753	686,9	103,9

Данные статистической отчетности по объемам захоронения ТПО за 2006-2009 гг. (по видам отходов) были предоставлены Ростехнадзором, за 2010-11 года – Росприроднадзором. 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 соответствии 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 8.4.

Поскольку надежных статистических данных по объемам захоронения до 2006г. 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. 8.7).

Таблица 8.7

*Изменение ВВП России и масса захороненных промышленных отходов*

Год	Темпы роста ВВП (в постоянных ценах), в % к предыдущему году	Индекс ВВП (базовый год – 2006)	Масса захороненных промышленных отходов, тыс. тонн
<b>1990</b>	–	1,02	1356,2
<b>1991</b>	95,0	0,97	1288,3
<b>1992</b>	85,5	0,83	1101,5
<b>1993</b>	91,3	0,76	1005,7
<b>1994</b>	87,3	0,66	878,0
<b>1995</b>	95,9	0,63	842,0
<b>1996</b>	96,4	0,61	811,7
<b>1997</b>	101,4	0,62	823,0
<b>1998</b>	94,7	0,59	779,4
<b>1999</b>	106,4	0,62	829,3
<b>2000</b>	110,0	0,69	912,2
<b>2001</b>	105,1	0,72	958,8
<b>2002</b>	104,7	0,76	1004,2
<b>2003</b>	107,3	0,81	1077,5
<b>2004</b>	107,2	0,87	1154,8
<b>2005</b>	106,4	0,92	1228,5
<b>2006</b>	108,2	1,00	1328,6

#### Перерасчеты и усовершенствования

При расчете выбросов метана от захоронения твердых отходов был произведен перерасчет выбросов (в том числе как для контролируемых так и для неконтролируемых свалок) для всего ряда значений, начиная с 1990 года, по причине:

- ✓ усовершенствования расчета  $\text{DOC}(x)$  для твердых бытовых отходов (произведено изменение значений с 1997 года) из-за включения новых национальных данных;
- ✓ уточнения количества захораниваемого избыточного осадка сточных вод и избыточного активного ила (с 1990 года и далее) как из-за получения более надежных данных от специализированных заводов по сжиганию ила, так и из-за изменений, внесенных в расчет пропуск сточных вод через биологические сооружения анаэробной очистки. Подробнее изменения, внесенные в расчет образования и утилизации ОСВ, изложены в разделе 8.3.1 «Сточные воды жилищно-коммунального хозяйства»

В результате пересчета величина выбросов в 1990 году практически не изменилась (уменьшилось менее чем на 0,1%), значения выбросов к 2010 году увеличились на 4,6%.

В соответствии с замечаниями экспертов в текст раздела внесены данные об образовании и размещении отдельных компонентов твердых отходов: ТБО, промышленных отходов, осадка сточных вод, а так же данные о выбросах метана от них. Информация о сжигании отходов перенесена в новый раздел 8.4 «Сжигание отходов».

### **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 уточнение выбросов  $\text{CH}_4$  от захоронения промышленных отходов на полигонах ТБО. Будет продолжен сбор и анализ данных для уточнения оценок объема захоронения отходов на неуправляемых (несанкционированных) свалках, в том числе в рамках проводящейся Министерством природных ресурсов РФ программы по их выявлению и ликвидации.

### **8.3 Очистка сточных вод (6.В)**

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 таблицах 8.1 и 8.8.

#### **8.3.1 Сточные воды жилищно-коммунального хозяйства (6.В.2.1)**

##### Методика расчета

Оценка выбросов  $\text{CH}_4$ , происходящих в результате обезвреживания коммунально-бытовых стоков, проводилась по методике, описанной в Руководстве по эффективной практике (МГЭИК, 2000). Расчет проводился на основе использования полного биохимического потребления кислорода ( $\text{БПК}_{\text{полн}}$ ) коммунально-бытовых сточных вод.

В России в широких масштабах применяются только аэробные методы очистки коммунально-бытовых стоков. По ряду причин, в том числе из-за более суровых, чем в большинстве стран мира, климатических условий, анаэробные пруды и подобные им емкостные сооружения с глубиной более 1,5-2 метров, где теоретически возможно значительное образование метана, почти не применяются. В системах очистки коммунально-бытовых стоков объектами, от которых возможна эмиссия метана, являются аэробные сооружения и соору-

жения по обработке осадков, входящие в комплекс городских очистных сооружений канализации. Метан образуется в процессе анаэробного сбраживания осадков в специальных сооружениях – метантенках (Гюнтер, 1996). Выбросы от ила, изымаемого из систем очистки сточных вод, проведены в разделе 8.2. «Захоронение твердых отходов на свалках и полигонах» и 8.4. «Сжигание отходов». 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).

Таблица 8.8

*Выбросы парниковых газов от очистки сточных вод, Гг*

Год	Выброс $\text{CH}_4$ от очистки коммунально-бытовых стоков	Выброс $\text{CH}_4$ от очистки промышленных стоков	Выброс $\text{N}_2\text{O}$ от фекальных стоков
1990	543,7	823,1	13,6
1991	536,6	730,8	13,4
1992	535,1	568,7	12,5
1993	511,6	450,1	12,5
1994	505,3	344,7	12,4
1995	497,0	389,3	12,1
1996	492,2	317,3	11,9
1997	485,2	327,8	12,1
1998	479,4	352,1	12
1999	469,8	438,8	11,7
2000	465,6	507,8	11,4
2001	455,6	544,8	11,7
2002	453,4	577,7	11,9
2003	452,7	615,6	12
2004	447,6	656,9	12,1
2005	463,5	690,5	12,5
2006	464,3	725,7	12,6
2007	459,1	749,4	13,2
2008	454,6	759,9	13
2009	453,3	731,5	13,1
2010	452,2	729,8	13,7
2011	449,1	756	13,8

При этом считалось, что весь выброс  $\text{CH}_4$  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 ка-

нализации. Для этого численность городского населения РФ умножалась на долю городского жилищного фонда, оборудованного канализацией, доля сельского населения – на долю сельского жилищного фонда, оборудованного канализацией (таблица 8.9). 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 (таблица 8.9).

Далее проводились отдельные оценки выбросов  $\text{CH}_4$  для каждого типа систем.

Таблица 8.9

Расчет численности населения России, пользующегося разными системами канализации сточных вод

Год	Численность населения на начало года, млн. чел.		Удельный вес общей площади, оборудованной канализацией, %		Численность населения охваченных системами разного типа, тыс. чел.		
	городского	сельского	в городской местности	в сельской местности	1 типа	2 типа	3 типа
1990	108,8	38,9	78	14 <sup>1)</sup>	53193	37117	57390
1991	109,4	38,9	79	15 <sup>1)</sup>	54546	37715	56039
1992	109,3	39,2	79	17 <sup>1)</sup>	55195	37816	55489
1993	108,7	39,9	80	19	56313	38228	54059
1994	108,3	40,1	81	22	57720	38825	51855
1995	108,3	40,2	82	24	59079	39375	50046
1996	108,3	40	82	25	59509	39297	49494
1997	108,2	39,8	83	26	60543	39611	47846
1998	108,1	39,7	84	26	61355	39771	46674
1999	108	39,5	84	28	61977	39803	45720
2000	107,4	39,5	84	29	62136	39535	45229
2001	107,1	39,2	85	31	63290	39897	43113
2002	106,7	38,9	85	31	63252	39502	42846
2003	106,3	38,6	85	32	63470	39268	42225
2004	106,0	38,3	85	33	63718	39053	41563
2005	105,2	38,6	86	34	64224	39363	40214
2006	104,8	38,4	86	34	63988	39218	40030
2007	104,7	38,1	86	35	64117	39298	39448
2008	104,9	37,9	87	37	65254	39995	37498
2009	104,9	37,8	87	38	65502	40147	37088
2010	105,1	37,8	87	38	65569	40188	37077
2011	105,4	37,4	88	39	66572	40802	35492

Расчет выбросов для систем 1 типа

Применялся метод МГЭИК (МГЭИК, 1996) в том виде, как он изложен в Руководстве по эффективной практике (МГЭИК, 2000). Для расчета коэффициента эмиссии  $\text{CH}_4$  использо-

валось уравнение 5.5 (МГЭИК, 2000), т.е. общее количество органического вещества в сточных водах умножалось на коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4$ , и из полученного таким образом количества образовавшегося метана вычитался утилизированный метан.

Для определения общего количества органического вещества, содержащегося в сточных водах, использовались данные об общем количестве сточных вод, прошедших биологическую очистку и о количестве нормативно очищенных сточных вод, прошедших биологическую очистку (табл. 8.10). Коэффициент очистки для нормативно очищенных сточных вод рассчитывался как  $(\text{BOD}_{\text{in}} - \text{BOD}_{\text{норм}})/\text{BOD}_{\text{in}}$ , где  $\text{BOD}_{\text{in}}$  и  $\text{BOD}_{\text{норм}}$  – 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.

Таблица 8.10

*Пропуск сточных вод ЖКХ через очистные сооружения, млн. м<sup>3</sup>*

Год	Пропуск сточных вод ЖКХ:			
	Всего	через очистные сооружения	в том числе на полную биологическую очистку	из них нормативно очищенных
1990	20148	16492	14843	–
1991	22047	16813	15700	–
1992	21951	16780	15746	8111
1993	21698	16290	15135	5742
1994	20123	15989	15053	5913
1995	20325	15622	14675	5551
1996	18573	14716	13600	4911
1997	18043	14705	13628	4877
1998	17215	14142	13027	4547
1999	16633	14000	13154	4103
2000	16251	14048	13207	4002
2001	16360	14001	13038	3865
2002	15666	13720	12850	3811
2003	15426	13488	12683	3990
2004	15138	13317	12576	3830
2005	14392	12749	12426	5544
2006	13838	12388	12146	5634
2007	13484	12288	12031	5399
2008	13113	12071	11843	5511
2009	12589	11649	11390	5313
2010	12589	11645	11386	5313
2011	11344	10897	10695	5055

На основании полученных результатов рассчитывался средневзвешенный коэффициент очистки для всех сточных вод, прошедших биологическую очистку. Для определения коэффициента эмиссии  $\text{CH}_4$ , 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  $\text{CH}_4$ / 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 0,43 учитывает эффективность сбраживания смеси осадка и избыточного активного ила в метантенках.

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  $\text{CH}_4$  (уравнение 5.5 (МГЭИК, 2000)).

На следующем этапе расчета по отдельности рассчитывалось количество  $\text{CH}_4$ , выделяющееся в атмосферу в метантенках различных конструкций с учетом его утилизации. На очистных станциях используются различные конструкции метантенков, в том числе оснащенные системами отведения, сбора и утилизации биогаза. Наиболее распространенным способом утилизации биогаза является его сжигание в котельных установках очистных сооружений канализации. Неутилизируемая часть биогаза сжигается на «газовых свечах». Метантенки, оснащенные системами сбора и утилизации биогаза, имеются на больших станциях аэрации крупнейших городов России. В метантенках более старой конструкции утилизация биогаза не предусмотрена, и они работают со сбросом биогаза в атмосферу (Гюнтер, 1991).

Доля метантенков, оборудованных системами сжигания биогаза, в их общем количестве принималась равной 0,5; 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  $\text{CH}_4$  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  $\text{CH}_4$ . Общий выброс  $\text{CH}_4$  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  $\text{CH}_4$  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. 8.9) получены из публикаций Росстата (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004-2011 и базы данных Росстата). Данные об обеспеченности городского и сельского жилого фонда канализацией (табл. 8.8) получены из сборников «Социальное положение и уровень жизни населения России» (Росстат, 2004-2010) 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. 8.10).

Образование органических загрязнений сточных вод в расчете на одного человека в день принято 75 г БПК<sub>полн</sub>/чел\*сутки по отечественным данным (СНиП, 1986, Гюнтер, 1996).



Среднее значение содержания БПК в коммунально-бытовых сточных водах, поступающих на сооружения биологической очистки ( $BOD_{in}$ ) принимается 180 мг БПК<sub>полн</sub>/л (Госстрой, 2001), для нормативно-очищенных сточных вод ( $BOD_{ном}$ ) – 3 мг БПК<sub>5</sub>/л, что соответствует 4,3 мг БПК<sub>полн</sub>/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.АА.5А – Стационарное сжигание, прочие источники, не учтенные в других местах, биомасса). При оценке выбросов  $CO_2$  использованы те же расчетные коэффициенты, что и для сжигания газового топлива в секторе «Энергетика» (плотность  $CH_4$  0,67 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент перехода к условному топливу 1,154 т.у.т/1000 м<sup>3</sup>, коэффициент перехода к единицам ТДж 29,9 ТДж/тыс. т.у.т., содержание углерода в топливе 15,30 т.С/ТДж, доля окисленного углерода 0,995, коэффициент перехода от С к  $CO_2$ , равный 44/12).

При расчете выбросов  $CH_4$  использовано значение коэффициента эмиссии 5 кг/ТДж.

Исходные данные для расчетов приведены выше. Величина годовых выбросов значительно уступает выбросам от других источников в секторах «Энергетика» и «Отходы». Для  $CO_2$  в период 1990-2011 гг. она изменялась в пределах 377,5-491,6 Гг, для  $CH_4$  составляла 0,71-0,92 Гг  $CO_2$ -экв..

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 рассмотрены в разделе 8.4 «Сжигание отходов».

### **8.3.2 Фекальные сточные воды (6.В.1)**

#### Методы расчета

Методика оценки выбросов и используемые коэффициенты соответствует методике МГЭИК и коэффициентам МГЭИК «по умолчанию», равным 0,16 кг N/кг протеинов для содержания азота (N) и 0,01 кг  $N_2O$ -N/кг фекальных стоков (МГЭИК, 1996).

#### Исходные данные для расчета

Исходные данные для расчета (потребление протеинов на душу населения и численность населения) получены из базы данных ФАО (Faostat, 2012) для периода 1992-2009 гг. Для тех лет, когда данные отсутствовали, ряд данных ФАО был продолжен на основе оценок с использованием ряда данных Росстата по численности населения и среднему душевому потреблению белков в домашних хозяйствах (табл. 8.11).

Рассчитанные величины выбросов  $N_2O$  приведены в таблице 8.1 и 8.11.

### **8.3.3 Промышленные сточные воды (6.В.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 1990-2011 гг. об объеме промышленного производства отдельных товаров в Российской Федерации (представлены в таблице 8.12).

Таблица 8.11

Исходные данные по потреблению белков в РФ и рассчитанные величины выбросов N<sub>2</sub>O

Год	Население, данные Росстата	Потребление белков в домашних хозяйствах, данные Росстата <sup>2)</sup>	Население, данные ФАО	Потребление белков населением, данные ФАО <sup>1)</sup>	Выбросы N <sub>2</sub> O
	млн. чел.	г/чел • сут	млн. чел.	г/чел • сут	Гг
1990	147,665	73,98	148,046	100,5	13,61
1991	148,274	72,30	148,656	98,2	13,41
1992	148,515	67,53	148,898	91,7	12,53
1993	148,562	68,00	148,946	91,4	12,49
1994	148,356	65,70	148,866	90,4	12,35
1995	148,460	61,00	148,699	88,9	12,13
1996	148,292	57,80	148,457	87,5	11,92
1997	148,029	61,70	148,139	88,7	12,06
1998	147,802	68,00	147,749	88,4	11,99
1999	147,539	61,00	147,287	86,8	11,73
2000	146,890	61,80	146,758	84,6	11,39
2001	146,304	64,94	146,162	87,4	11,72
2002	145,649	66,93	145,520	89,3	11,93
2003	144,964	66,98	144,880	90,5	12,03
2004	144,334	66,60	144,307	91,3	12,09
2005	143,801	71,20	143,843	95	12,54
2006	143,237	70,70	143,510	96	12,64
2007	142,863	71,70	143,295	100,6	13,23
2008	142,748	72,80	143,163	99,3	13,05
2009	142,737	73,30	143,064	100,1	13,14
2010	142,834	76,60	143,161	104,6	13,74
2011	142,865	76,70	143,192	104,7	13,76

<sup>1)</sup> для 1990-1992 и 20010-2011 гг. – расчетные оценки

<sup>2)</sup> в среднем, на одного члена домохозяйства в сутки (по итогам обследования бюджетов домохозяйств)

Таблица 8.12

## Объем отдельных видов промышленного производства

Год									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<i>Пивоварение</i>									
Пиво/ Пиво, кроме отходов пивоварения (с 2010г.), млн. дкл									
336	333	279	247	218	213	208	261	336	445
в пересчете на тыс.т									
3360	3330	2790	2470	2180	2130	2080	2610	3360	4450
<i>Молочная продукция</i>									
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
Сыры жирные (включая брынзу)/ Сыры и продукты сырные (с 2009г.), тыс. т									
458	394	299	313	285	218	193	174	185	185
Масло животное/ Масло сливочное и пасты масляные (с 2010г.), тыс. т									
833	729	762	732	488	421	323	292	276	262
Итого, в пересчете на тыс. т									
22091	19723	10861	9445	7973	6239	5816	5666	6061	6047
<i>Рыбопереработка</i>									
Товарная пищевая рыбная продукция, включая консервы рыбные/ Рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные (с 2010г.), млн т									
4,3	3,7	3,3	2,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6
в пересчете на тыс. т									
4300	3700	3300	2800	2400	2400	2400	2400	2500	2600
<i>Переработка мяса и птицы</i>									
Мясо, включая субпродукты 1 категории/ Мясо и субпродукты пищевые убойных животных и домашней птицы (с 2010г.), тыс. т									
6484	5700	4686	3970	3224	2370	1900	1510	1315	1113
Колбасные изделия/ Изделия колбасные (с 2010г.), тыс. т									
2283	2077	1547	1493	1545	1293	1296	1147	1087	948
Мясные полуфабрикаты /Полуфабрикаты мясные (мясосодержащие) охлажденные, замороженные и замороженные (с 2010г.), тыс. т									
1075	873	390	393	352	268	255	226	219	198

Продолжение таблицы 8.12

Год									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Консервы мясные и мясорастительные /Консервы мясные (мясосодержащие) и мясорастительные (с 2010г.), млн. условных банок									
545	478	558	488	352	348	380	326	344	560
Итого, в пересчете на тыс. т									
10034	8819	6820	6028	5245	4054	3585	2998	2768	2457
<i>Краски</i>									
Лакокрасочные материалы/ Материалы лакокрасочные и аналогичные для нанесения покрытий, краски и мастики полиграфические (с 2010г.), тыс. т									
2338	1914	1241	936	618	579	526	537	500	537
<i>Нефтепереработка</i>									
Первичная переработка нефти, млн.тонн/год									
298	286	256	223	186	182	176	177	164	169
Итого, в пересчете на тыс. т									
298000	286000	256000	223000	186000	182000	176000	177000	164000	168000
<i>Пластмассы и смолы</i>									
Синтетические смолы и пластические массы/ Пластмассы в первичных формах (с 2010г.), тыс. т									
3258	2963	2544	2246	1669	1804	1411	1578	1618	2206
<i>Целлюлоза и бумага</i>									
Бумага, тыс. т									
5240	4765	3608	2884	2216	2773	2302	2226	2453	2968
Картон, включая бумагу для гофрирования/ Картон (с 2010г.), тыс. т									
3085	2619	2157	1607	1196	1301	922	1114	1143	1579
Итого, тыс. т									
8325	7384	5765	4491	3412	4074	3224	3340	3596	4547
<i>Прохладительные напитки</i>									
Безалкогольные напитки/ Напитки безалкогольные, не включенные в другие группировки и воды газированные, содержащие добавки (с 2010г.), млн. дкл									
288	228	79,1	77	67,6	84,7	114	144	215	189
в пересчете на тыс. тонн/год									
2880	2280	791	770	676	847	1140	1440	2150	1890

Продолжение таблицы 8.12

Год									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<i>Очистка сахара</i>									
Сахар-песок/ Сахар белый свекловичный в твердом состоянии (с 2010г.), тыс. т									
3758	3425	3923	3918	2736	3155	3294	3778	4745	6808
Сахар-рафинад/ Сахар белый тростниковый в твердом состоянии (с 2010г.), тыс. т									
1077	886	747	443	214	126	127	139	100	69
Итого, тыс. т									
4835	4311	4670	4361	2950	3281	3421	3917	4845	6877
<i>Текстиль (натуральный)</i>									
Ткани хлопчатобумажные, млн. кв.м									
5624	5295	3292	2327	1529	1240	1023	1186	1080	1258
Ткани шерстяные, млн. кв.м									
466	386	277	206	91,1	72,2	50,3	46,8	39,3	47,8
Ткани льняные и пенько-джутовые/ ткани льняные (с 2010г.), млн. кв.м									
603	497	415	316	162	133	116	107	69,2	90,4
Ткани шелковые/ ткани из синтетических и искусственных волокон и нитей (с 2010г.), млн. кв.м									
1051	947	731	596	246	198	139	134	111	146
Итого, в пересчете на тыс. тонн									
946	862	568	410	244	198	160	177	156	184
<i>Растительные масла</i>									
Масла растительные/ Масла растительные нерафинированные, включая кукурузное (с 2010г.), тыс. т									
1159	1165	994	1127	909	802	879	687	782	881
<i>Овощи, фрукты и соки</i>									
Фрукты сушеные/ Фрукты, ягоды и орехи, кроме бананов сушеные, прочие (с 2010г.), т									
2116	1097	3766	3400	343	640	385	309	125	149
Овощи свежемороженые/ Овощи и грибы замороженные (с 2010г.), т									
3299	5639	3096	2000	540	604	210	132	536	1860
Консервы плодоовощные (включая напитки, нектары и соки), млн.условных банок									

Продолжение таблицы 8.12

Год									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
4449	3821	2950	2500	1324	1014	798	896	938	1160
Итого, в пересчете на тыс. т									
1576	1356	1048	888	468	359	282	317	332	411
<i>Вина и уксус</i>									
Вина виноградные/Вина – всего (с 2010г.), млн. дкл									
75,7	64,7	39,8	24,9	21,1	15,2	11,3	12,3	12,6	18,3
Вина плодовые/Вина плодовые специальные и столовые, кроме сидра (из вин – всего, с 2010г.), млн. дкл									
0	0,5	2,5	7,4	8,5	7,6	6,4	5,2	3,8	4,1
Вина шампанские и игристые/Вина игристые и газированные (из вин – всего, с 2010 г.), млн. дкл									
8,3	7,4	7,6	8,6	8,5	8,2	9,2	10	9,2	7,3
Коньяки/Коньяк (с 2010г.), тыс дкл									
5921	3688	1821	1652	1766	887	1156	925	1112	1400
Итого, в пересчете на тыс. т									
899	763	517	426	399	319	281	284	267	311
<i>Мыла и моющие средства</i>									
Синтетические моющие средства/Средства моющие (с 2010г.), тыс. тонн/год									
76	695	532	441	344	334	313	306	253	386

Продолжение таблицы 8.12

Год											
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Пивоварение</i>											
Пиво/ Пиво, кроме отходов пивоварения (с 2010г.), млн. дкл											
516	638	703	755	838	910	1001	1147	1140	1091	983	994
в пересчете на тыс.т											
5160	6380	7030	7550	8380	9100	10010	11470	11400	10910	9830	9940
<i>Молочная продукция</i>											
Цельномолочная продукция (в пересчете на молоко), млн. т											
6,2	6,7	7,7	8,5	9	9,7	10	10,5	10,3	10,9	10,9	10,7
Сыры жирные (включая брынзу)/ Сыры и продукты сырные (с 2010г.), тыс. т											
221	255	316	349	348	378	421	437	430	442	435	432
Масло животное/ Масло сливочное и пасты масляные (с 2010г.), тыс. т											
267	271	279	285	276	254	268	272	272	230	208	220
Итого, в пересчете на тыс. т											
6688	7226	8295	9134	9624	10332	10689	11209	11002	11572	11543	11352
<i>Рыбопереработка</i>											
Товарная пищевая рыбная продукция, включая консервы рыбные/ Рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные (с 2010г.), млн т											
3	3,1	3	3	3	3,4	3,5	3,8	3,7	3,9	3,5	3,6
в пересчете на тыс. т											
3000	3100	3000	3000	3000	3400	3500	3800	3700	3900	3461	3628
Год											
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Переработка мяса и птицы</i>											
Мясо, включая субпродукты 1 категории/ Мясо и субпродукты пищевые убойных животных и домашней птицы (с 2010г.), тыс. т											
1194	1284	1456	1677	1776	1857	2185	2561	2899	3380	3931	4239
Колбасные изделия/ Изделия колбасные (с 2010г.), тыс. т											
1052	1224	1468	1700	1865	2014	2198	2411	2454	2238	2388	2455
Мясные полуфабрикаты /Полуфабрикаты мясные (мясосодержащие) охлажденные, подмороженные и замороженные (с 2010г.), тыс. т											
244	338	409	599	772	987	1093	1254	1451	1538	1614	1927
Консервы мясные и мясорастительные /Консервы мясные (мясосодержащие) и мясорастительные (с 2010г.), млн. условных банок											

Продолжение таблицы 8.12

Год											
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
508	542	555	513	523	674	648	675	718	732	652	651
Итого, в пересчете на тыс. т											
2669	3037	3529	4157	4598	5096	5705	6464	7057	7414	8120	8851
Краски											
Лакокрасочные материалы/ Материалы лакокрасочные и аналогичные для нанесения покрытий, краски и мастики полиграфические (с 2010г.), тыс. т											
575	628	606	597	698	721	829	991	959	811	1035	1092
Нефтепереработка											
Первичная переработка нефти, млн.тонн/год											
173	179	185	190	195	208	220	229	237	237	250	258
Итого, в пересчете на тыс. т											
173000	179000	185000	190000	195000	208000	220000	229000	237000	237000	250000	258000
Пластмассы и смолы											
Синтетические смолы и пластические массы/ Пластмассы в первичных формах (с 2010г.), тыс. т											
2576	2771	2922	3118	3304	3418	3773	4464	4375	4649	4952	5436
Целлюлоза и бумага											
Бумага, тыс. т											
3326	3442	3552	3682	3903	4001	4038	4084	4004	3937	4675	4780
Картон, включая бумагу для гофрирования/ Картон (с 2010г.), тыс. т											
1985	2225	2428	2696	2927	3125	3396	3498	3696	3458	2908	2801
Итого, тыс. тонн											
5311	5667	5980	6378	6830	7126	7434	7582	7700	7395	7583	7581
Прохладительные напитки											
Безалкогольные напитки/ Напитки безалкогольные, не включенные в другие группировки и воды газированные, содержащие добавки (с 2010г.), млн. дкл											
214	273	321	360	415	484	549	598	571	514	572	531
в пересчете на тыс. тонн/год											
2140	2730	3210	3600	4150	4840	5490	5980	5710	5480	5720	5310
Очистка сахара											
Сахар-песок/ Сахар белый свекловичный в твердом состоянии (с 2010г.), тыс. т											
6077	6590	6167	5841	4828	5600	5833	6112	5873	5023	2782	4753



Продолжение таблицы 8.12

Год											
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Сахар-рафинад/ Сахар белый тростниковый в твердом состоянии (с 2010г.), тыс. т											
70,8	73,9	59,8	70,3	53,1	42,9	36,2	56,6	64,2	64,2	1969	2371
Итого, тыс. тонн											
6148	6664	6227	5911	4881	5643	5869	6169	5937	5087	4750	7124
Текстиль (натуральный)											
Ткани хлопчатобумажные, млн. кв.м											
1822	2094	2264	2329	2149	2225	2222	2108	1915	1477	1542	1237
Ткани шерстяные, млн. кв.м											
54,6	56,5	47,9	44,6	36	30,3	29	28,7	23,9	18,1	15,8	14,4
Ткани льняные и пенько-джутовые/ ткани льняные (с 2010г.), млн. кв.м											
113	125	143	157	160	122	124	101	97,9	46,8	52,5	47,7
Ткани шелковые/ ткани из синтетических и искусственных волокон и нитей (с 2010г.), млн. кв.м											
178	176	141	145	139	126	136	141	114	91,3	115	115
Итого, в пересчете на тыс. тонн											
258	293	313	322	298	299	299	282	256	193	201	164
Растительные масла											
Масла растительные/ Масла растительные нерафинированные, включая кукурузное (с 2010г.), тыс. т											
1375	1281	1197	1598	1895	2200	2755	2735	2485	3271	3068	3073
Овощи, фрукты и соки											
Фрукты сушеные/ Фрукты, ягоды и орехи, кроме бананов сушеные, прочие (с 2010г.), т											
238	159	126	22	2	1	512	1030	910	1076	3363	3271
Овощи свежемороженые/ Овощи и грибы замороженные (с 2010г.), т											
1099	1424	1304	4669	12764	11613	8669	17420	10154	12780	22168	37600
Консервы плодоовощные (включая напитки, нектары и соки), млн.условных банок											
1636	2478	3743	5283	6207	7123	8704	10461	10353	9441	6963	7291
Итого, в пересчете на тыс. т											
579	876	1323	1870	2204	2526	3082	3711	3666	3347	2483	2615
Вина и уксус											
Вина виноградные/Вина – всего (с 2010г.), млн. дкл											

Продолжение таблицы 8.12

Год											
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
24,1	27,4	33,3	36,5	39,1	31,7	47,4	51,3	50,3	50,1	79.1	71
Вина плодовые/Вина плодовые специальные и столовые, кроме сидра (из вин – всего, с 2010г.), млн. дкл											
2,8	3,5	2,6	3,2	4,2	3	3	3,4	3,9	4,2		
Вина шампанские и игристые/Вина игристые и газированные (из вин – всего, с 2010г.), млн. дкл											
6,8	7,7	8,1	8,8	12,1	14,1	15,4	21,6	20,8	19,4		
Коньяки/Коньяк (с 2010г.), тыс дкл											
1749	2056	2661	3533	3912	4512	6442	8060	9932	12646	9016	8100
Итого, в пересчете на тыс. т											
354	407	467	520	593	533	722	844	849	863	881	791
Мыла и моющие средства											
Синтетические моющие средства/Средства моющие (с 2010г.), тыс. тонн/год											
436	470	522	551	639	714	839	807	892	844	1506	1549

Коэффициент очистки для нормативно очищенных сточных вод рассчитывался как  $(\text{COD}_{\text{in}} - \text{COD}_{\text{норм}}) / \text{COD}_{\text{in}}$ , где  $\text{COD}_{\text{in}}$  и  $\text{COD}_{\text{норм}}$  – содержание ХПК в поступающих на очистку и нормативно очищенных стоках соответственно. Уровень очистки по ХПК для недостаточно очищенных стоков принят как 50% от очищенных.

Для расчета коэффициентов биологической очистки промышленных сточных вод были использованы данные об общем количестве сточных вод от отдельных отраслей промышленности, прошедших очистку и о количестве нормативно очищенных сточных вод, прошедших биологическую очистку. Полученные данные использованы для оценки объема недостаточно очищенных сточных вод, прошедших биологическую очистку и относились ко всем видам промышленного производства, соответствующие рассматриваемым отраслям промышленности.

При оценке объема недостаточно очищенных сточных вод, прошедших биологическую очистку для всех видов промышленного производства, соответствующие рассматриваемым отраслям промышленности, было принято, что их доля в общем объеме недостаточно очищенных стоков соответствует аналогичной доле биологически нормативно-очищенных стоков.

Доля ХПК, разлагающегося анаэробно в системе очистки промышленных вод, была принята равной 0,45 на основании отечественных данных (Гюнтер, 1996). При этом в расчет для каждой рассчитываемой отрасли промышленности были включены средневзвешенные корректирующие факторы, учитывающие не полную очистку части сточных вод, с использованием данных об долях стоков, проходящих полную и неполную биологическую очистку в общем объеме таких стоков.

Максимальный выход метана  $V_0$  был принят по умолчанию 0,25 г  $\text{CH}_4$ / г ХПК.

Все выбросы метана, выделяющиеся от разложения органических веществ в системе биологической очистки сточных вод считались происходящими от сточных вод. В соответствии с рекомендациями МГЭИК, 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. 8.13).

#### Исходные данные для расчета

Данные об объемах производства различных видов промышленной продукции получены из публикаций Росстата (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004-2012).

При проведении расчетов выбросов парниковых газов из всей производимой промышленной продукции, объем которой учитывается в Российской Федерации, были выбраны только соответствующие видам промышленного производства согласно методике МГЭИК (2000).

Нормы водоотведения и средние значения ХПК ( $\text{COD}_{\text{in}}$ ) в сточных водах взяты по умолчанию из Руководства по эффективной практике (МГЭИК, 2000).

Среднее значение содержания ХПК в для нормативно-очищенных сточных вод ( $COD_{полн}$ ) принято 22,5 мгХПК/л (СанПиН 2.1.5.980-00).

Перерасчеты и усовершенствования

При оценке выбросов от очистки сточных вод были произведены пересчеты по всему ряду данных, начиная с 1990 года, связанные с:

- ✓ уточнением данных о численности населения (в том числе городского и сельского) с 2003 по 2010 гг., произведенным Росстатом в связи с подведением итогов последней переписи населения;
- ✓ корректированием коэффициентов пересчета массы загрязняющих веществ из БПК<sub>5</sub> в БПК<sub>полн</sub> в соответствии с новой официальной российской методикой («Методика», 2009);
- ✓ уточнением доли органических веществ, разлагаемых в анаэробных условиях (МСФ) для сточных вод ЖКХ;
- ✓ исправлением технической ошибки в расчетах количества общей массы ХПК в сточных водах от производства пива, красок и вина;
- ✓ включения новых данных из базы данных FAO с целью построения более однородного ряда исходных данных для расчета выбросов от фекальных сточных вод и некоторой коррекции применяемой методики для их учета.

В связи с этим были пересчитаны выбросы ПГ от сточных вод ЖКХ по всему ряду с 1990 года, выбросы от промышленных сточных вод за 2010 год и выбросы от фекальных сточных вод всему ряду с 1990 года. В результате пересчета выбросы ПГ в 1990 году увеличились на 8,2%, а в 2010 году – на 11,5%.

В текст раздела в связи с замечаниями экспертов внесены данные последних лет из базы данных FAO, позволяющие построить более однородный ряд данных для выбросов ПГ от фекальных сточных вод. Информация о сжигании осадка сточных вод и биогаза перенесена в новый раздел 8.4 «Сжигание отходов».

### **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.

Будет продолжен сбор данных для уточнения технических особенностей работы систем очистки сточных вод в Российской Федерации, в том числе для корректировки 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.

Таблица 8.13

Оценка выбросов  $CH_4$  при очистке промышленных сточных вод основных отраслей промышленности,  $G_2 CO_2$ -экв

Год	Нефтеперерабатывающая промышленность <sup>1)</sup>	Химическая и нефтехимическая промышленность <sup>2)</sup>	Целлюлозно-бумажная промышленность <sup>3)</sup>	Легкая промышленность <sup>4)</sup>	Пищевая промышленность <sup>5)</sup>
1990	306	107	14759	186	1899
1991	294	88	13091	170	1673
1992	263	59	10220	112	1268
1993	229	46	7962	81	1123
1994	197	32	6064	48	888
1995	163	30	7166	39	772
1996	188	26	5673	32	737
1997	191	27	5880	36	744
1998	178	25	6333	31	824
1999	184	28	8011	37	950
2000	191	30	9360	53	1020
2001	196	34	9976	60	1165
2002	205	33	10523	64	1296
2003	204	33	11199	62	1415
2004	209	38	11993	58	1483
2005	223	39	12513	58	1646
2006	236	45	13054	58	1830
2007	246	53	13314	54	2043
2008	254	52	13521	49	2083
2009	254	47	12985	37	2039
2010	247	60	13134	37	1848
2011	254	63	13536	30	1991

<sup>1)</sup> Нефтеперерабатывающая промышленность (нефтепереработка)<sup>2)</sup> Химическая и нефтехимическая промышленность (краски, пластмассы и смолы, мыла и моющие средства)<sup>3)</sup> Целлюлозно-бумажная промышленность (целлюлоза и бумага)<sup>4)</sup> Легкая промышленность (натуральный текстиль)<sup>5)</sup> Пищевая промышленность (пивоварение, молочная продукция, рыбопереработка, переработка мяса и птицы, прохладительные напитки, очистка сахара, растительные масла, овощи, фрукты, соки и вина)

## 8.4 Выбросы от сжигания отходов (6.С)

Оценка выбросов парниковых газов от сжигания отходов включает оценки по следующим категориям источников:

- ✓ Выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от сжигания твердых бытовых отходов;
- ✓ Выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от сжигания осадка/активного ила.

Во всех этих случаях в России производится утилизация тепловой, а в некоторых случаях и электрической энергии, полученной в результате сжигания отходов на специализированных заводах. В соответствии с требованиями МГЭИК (МГЭИК, 2000) выбросы от сжигания отходов заводах отнесены к сектору «Энергетика» и учитывались в подразделе 1.АА.5А (Стационарное сжигание – прочие не учтенные в других местах). Выбросы от сжигания ископаемой части отходов учитывались как выбросы от твердого топлива, от сжигания биогенной части отходов – как выбросы от биомассы.

Кроме того, при обработке избыточного активного ила и осадка сточных вод в метантенках, оборудованных системами утилизации биогаза, производится его сжигание (более подробно описано в разделе «Энергетика»).

Описание и подробные данные для расчета выбросов от этого процесса приведены в разделе 8.4.1 «Сточные воды жилищно-коммунального хозяйства» (6.В.2.1).

### Выбросы от сжигания ТБО, учитываемые в секторе «Энергетика»

Для выполнения расчетной оценки выбросов  $\text{CO}_2$  использовалось уравнение 5.2 (МГЭИК, 2006). Биогенные выбросы  $\text{CO}_2$  рассчитывались аналогичным образом, с использованием доли биогенного углерода в общем углероде ТБО вместо доли ископаемого углерода в общем углероде ТБО.

Содержание в твердых бытовых отходах углерода ( $C_{\text{общ}}$ ) и доля ископаемого углерода в нем ( $C_{\text{иск}}$ ) оценивалось по многолетним результатам изучения состава ТБО России. Содержание углерода  $C_{\text{общ}}(x)$  и  $C_{\text{иск}}(x)$  в ТБО для периода 1990-2011 годов рассчитывалось с учетом имеющихся данных по эволюции его состава с использованием данных по умолчанию из Таблицы 2.4 (МГЭИК, 2006). Исходные данные по морфологическому составу ТБО и рассчитанные значения  $C_{\text{общ}}(x)$  и  $C_{\text{иск}}(x)$  приведены в таблице 8.14.

Расчет выбросов  $\text{CH}_4$  производился по формуле 5.4 МГЭИК (МГЭИК, 2006), а  $\text{N}_2\text{O}$  – по формуле 5.5 (МГЭИК, 2006). Биогенные выбросы рассчитывались аналогичным образом, с использованием доли биогенного углерода в общем углероде ТБО вместо доли ископаемого углерода в общем углероде ТБО. Коэффициент эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$  принят равным 21 кг  $\text{N}_2\text{O}/\text{Гг}$  ТБО (МГЭИК, 2000).

Эффективность сжигания ТБО принималась равной 0,95 (МГЭИК, 2000).

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 2003г. использовались также фактические данные о количестве сжигаемых на заводах отходов, публикуемые в ежегодных докладах Роспотребнадзора и региональных докладах об охране окружающей среды, а так же отчетности отдельных заводов (см. раздел 8.2.1 «Выбросы метана от захоронения твердых отходов»). Данные о сжигании твердых бытовых отходов приводятся в таблице 8.5.

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 парниковых газов очень невелики: выброс  $\text{CO}_2$ , связанный с ископаемой частью углерода ТБО, на протяжении 1990-2011 гг. находился в пределах 52,7-182,2 Гг, связанный с биогенной частью – в пределах 307,3-890,8 Гг. Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$  в этот период не превышали 0,04 Гг.

### Выбросы от сжигания ОСВ, учитываемые в секторе «Энергетика»

Методика расчета выбросов от ОСВ соответствует методике расчета выбросов от сжигания биогенной части ТБО.

Часть осадка/активного ила, образуемого при обработке сточных вод ЖКХ сжигается на специализированных заводах в г.Санкт-Петербурге (Васильев, Григорьева, 2006). Данные об образовании и сжигании ОСВ приведены в таблице 8.6. Исходные данные для расчета по массе сжигаемого сухого ила (кека) получены по запросу от ГУП «Водоканал Санкт-Петербург» (письмо от 15.01.2013 №05-12-4470/12-0-1).

Теплотворная способность влажного осадка была принята 19000 КДж/кг. Доля органического углерода в ОСВ принята равной 0,38 (Васильев, Григорьева, 2006).

Ввиду небольшого общего объема сжигания осадка, выбросы парниковых газов очень невелики: выброс  $\text{CO}_2$  на протяжении 1990-2011 гг. находился в пределах 36,9-144,8 Гг, Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$  в этот период не превышали 0,04 Гг.

Таблица 8.14

*Усредненный морфологический состав ТБО и расчетное содержание углерода, % по массе*

Компоненты ТБО	% <sup>1)</sup>	% <sup>2)</sup>	% <sup>3)</sup>	% <sup>4)</sup>	% <sup>5)</sup>
Пищевые отходы	35,3	40,0	35,2	29,5	28,0
Бумага, картон	24,7	30,0	32,5	41,5	43,5
Дерево	2,3	2,2	2,2	1,5	1,5
Текстиль	5,7	4,3	4,3	4,0	4,0
Кости	1,9	1,5	1,5	1,5	1,5
Кожа, резина	3,3	1,4	1,4	0,8	0,8
Пластмасса	2,8	3,8	5,5	5,5	5,0
Металл, стекло, камни	11,0	8,3	9,3	8,3	8,3
Другие отходы	13,0	8,4	8,2	7,5	7,5
С всего	23,4	25,3	26,8	28,9	29,1
С ископаемый (в С общем)	14,5	14,8	18,6	17,0	15,6

<sup>1)</sup> Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 1990)

<sup>2)</sup> Справочник (Систер В.Г. АКХ, 2005)

<sup>3)</sup> Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 2005)

<sup>4)</sup> Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 2010)

<sup>5)</sup> Справочник (Мирный А.Н. АКХ, 2010) (прогноз)

#### Перерасчеты и усовершенствования

В соответствии с методологией МГЭИК и в связи с замечаниями экспертов информация о выбросах ПГ при сжигании отходов выделена в отдельный раздел.

При расчете выбросов парниковых газов от сжигания отходов был произведен перерасчет выбросов для всего ряда значений, начиная с 1990 года, по причине:

- ✓ уточнение значений  $C_{\text{общ}}(x)$  и  $C_{\text{иск}}(x)$  с 1990 года после получения новых национальных данных;
- ✓ уточнения количества сжигаемого избыточного осадка сточных вод и активного ила (с 1998 года и далее) из-за получения более надежных данных от специализированных заводов по сжиганию ила.

#### 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 уточнение выбросов парниковых газов от сжигания отходов после сбора более подробных данных о применяемых технологиях сжигания.

## 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 – 2010г.», 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  $\text{CH}_4$  в атмосферу и утилизации биогаза, образующегося при обработке сточных вод в России» НПФ «БИФАР» – М., 1996.
10. Зайцев В. Эко-бюллетень ИНЭКА, 2004.
11. Инструкция по организации и технологии механизированной уборки населенных мест. Утв. Министерством ЖКХ РСФСР 12.07.78г., Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, – М., 1980.
12. МГЭИК (1996). Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996.
13. МГЭИК (2000). Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. 2000.
14. МГЭИК (2006). Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. 2006.
15. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утв. Приказом МПР РФ от 13.04.09 г. № 87).
16. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод МДК3-01.2001.
17. Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Экология и промышленность России, 1997, №3, с. 41-43.
18. Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И., Корецкий В.Е. Коммунальная экология. Энциклопедический справочник. – М., Прима-Пресс Экспо, 2007, 806 с.
19. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2001, 229 с.
20. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2006, 493 с.
21. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2008 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). Росстат. – М., 2009.
22. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2010 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). Росстат. – М., 2011.
23. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2010 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). Росстат. – М., 2012.
24. Промышленность России. Росстат, 2010.
25. Пурим В.Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. – М., Энергоатомиздат, 2002. 112 с.



26. Российский статистический ежегодник, Росстат, 1998.
27. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2004.
28. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2005.
29. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2006.
30. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2007.
31. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2010.
32. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2011.
33. Российский статистический ежегодник. Росстат, 2012.
34. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Минздрав, 2000.
35. СНиП 1.04.03-85 1986. Канализация. Наружные сети и сооружения Госстрой СССР, –М.
36. Состояние системы санитарной очистки города. Ассоциация мусорщиков Москвы, [www.mosmusor.ru](http://www.mosmusor.ru).
37. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2004.
38. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2006.
39. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2007.
40. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2008.
41. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2009.
42. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2010.
43. Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2012.
44. Сперанская О., Цитцер О. Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России. – М., 2004.
45. Справочник. Твердые бытовые отходы: сбор, транспорт и обезвреживание. В.Г.Систер, А.Н. Мирный, Л. С. Скворцов и др. – М., Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2001. – 319 с.
46. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Мирный А.Н., Абрамов Н.Ф., Беньямовский Д.Н. и др. Под ред. А.Н. Мирного, – 2-е изд., перераб. и доп., –М: Стройиздат, 1990; – 413 с.
47. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Мирный А.Н., Абрамов и др. Под ред. А.Н. Мирного, Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, –М., 2005; – 315 с.
48. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И. и др. – М.: Акад. коммун. хоз-ва им. К.Д. Памфилова, 2010. – 367 с.
49. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест. А.Н. Мирный, Д.Н.Беньямовский и др.; под ред. А.Н. Мирного. – М.: Строй-издат, 1985. –245 с.
50. 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.
51. Ульянов В.О существующих методах обезвреживания твердых бытовых отходов. Экологический бюллетень «Чистая земля», Владимир, Спец. выпуск № 1, 1997, с 22-27.
52. 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.
53. FAO (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Организации Объединенных Наций). База статистических данных FAOSTAT - <http://faostat.fao.org>. 1990-2004.

## 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 комментариев Группы экспертов РКИК ООН (UNFCCC, 2012; UNFCCC, 2012a), проводившей рассмотрение национального кадастра, представленного в 2011г.<sup>27</sup>
- ✓ 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 для всего ряда оценок, либо для отдельных его лет. Особое внимание отводилось оценкам за последний год, для которого выполнялись оценки в предыдущем кадастре (Российская Федерация, 2012). 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) с последней версией кадастра 2012 года (таблицы ОФД версии 2012-v.2.2). В целом, влияние пересчетов как на общую величину выбросов, так и на общую величину тренда можно оценить как незначительное. Более детальные данные содержатся непосредственно в таблицах ОФД кадастра.

Таблица 9.1

*Изменение величины выбросов парниковых газов  
в результате выполнения пересчетов (%)*

Парниковый газ	Год			
	1990		2010	
	Влияние на выброс без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	Влияние на выброс с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	Влияние на выброс без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	Влияние на выброс с учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>
CO <sub>2</sub>	0,13	0,13	0,08	0,11
CH <sub>4</sub>	0,11	0,11	0,24	0,34
N <sub>2</sub> O	-0,04	-0,04	0,20	0,29
Гидрофторуглероды (ГФУ)	0,00	0,00	0,00	0,00
Перфторуглероды (ПФУ)	0,00	0,00	0,00	0,00
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )	0,00	0,00	0,00	0,00
Совокупный выброс всех парниковых газов	0,07	0,19	0,44	0,74

<sup>1)</sup> Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

<sup>27</sup> Отчет Группы экспертов по рассмотрению кадастра, представленного в 2012 г., на момент окончания разработки данного кадастра не был получен российской стороной.

Таблица 9.2

*Изменение величины тренда выбросов парниковых газов  
в результате выполнения пересчетов (%)*

	Период
	1990-2010 гг.
С учетом ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	0,01
Без учета ЗИЗЛХ <sup>1)</sup>	0,04

<sup>1)</sup> Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство.

Следует отметить, что выполнение пересчетов и усовершенствований, связанных с учетом некоторых рекомендаций Группы экспертов РКИК ООН требует использования довольно значительных ресурсов времени. Учет таких рекомендаций будет осуществляться при подготовке последующих национальных кадастров.

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. МГЭИК, 2000. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов.
2. МГЭИК, 2003. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов.
3. Российская Федерация, 2012. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2009 гг.
4. UNFCCC, 2012. FCCC/ARR/2011/RUS. Russian Federation. Report of the individual review of the annual submission of the Russian Federation submitted in 2011.
5. UNFCCC, 2012a. FCCC/ARR/2011/RUS/Corr.1. Russian Federation. Report of the individual review of the annual submission of the Russian Federation submitted in 2011. Corrigendum.

## **10. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ СОГЛАСНО ПУНКТУ 1 СТАТЬИ 7 КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА**

### **10.1 Информация о российской системе оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов**

В 2006г., в соответствии с требованиями Киотского протокола были созданы российская система оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов<sup>28</sup> и российский реестр углеродных единиц<sup>29</sup>. Описание системы оценки содержится в разделе 1 настоящего доклада. Изменения в организации и функционировании российской системы в 2011г. не производились.

### **10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2012 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/СМР.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/СМР.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 выбросов 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.

#### **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 2012 год в стандартной электронной форме***

Информация о ЕСВ, ССВ, вССВ, дССВ, ЕУК и ЕА за 2012 год, подготовленная администратором российского реестра углеродных единиц в стандартной электронной форме в соответствии с решением Конференции Сторон 14/СМР.1, представлена в РКИК ООН в электронном формате. Заполненные таблицы с информацией о единицах в Реестре за 2012 год приведены в приложении 6 к настоящему докладу.

<sup>28</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. № 278-р.

<sup>29</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 215-р.

**10.2.1.2 Информация о любых расхождениях, выявленных с помощью регистрационного журнала операций, согласно пункту 43 приложения к решению 13/СМР.1 и пункту 54 приложения к решению 5/СМР.1**

В 2012 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/СМР.1**

Российская Федерация не получала в 2012 году уведомлений от Исполнительного совета механизма чистого развития (МЧР) на осуществление замены дССВ в соответствии с пунктом 49 приложения к решению 5/СМР.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/СМР.1**

Российская Федерация не получала в 2012 году уведомлений от Исполнительного совета механизма чистого развития (МЧР) на осуществление замены дССВ в соответствии с пунктом 50 приложения к решению 5/СМР.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/СМР.1**

Международный регистрационный журнал операций не выявил в 2012 году ни одной записи о том, что замена не была произведена, в соответствии с пунктом 56 приложения к решению 5/СМР.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/СМР.1**

В российском реестре углеродных единиц нет непригодных для использования в целях соблюдения обязательств по пункту 1 статьи 3 в соответствии с пунктом 43 b) приложения к решению 13/СМР.1 единиц, т.к. никаких расхождений в 2012 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 2012 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/СР.7**

По данным кадастра объем выбросов парниковых газов за 2012 год (без учета ЗИЗЛХ) составляет 2 320 834 383 т. CO<sub>2</sub>-экв. Пятикратное значение указанной величины составляет 2 320 834 383 • 5 = 11 604 171 915 т. CO<sub>2</sub>-экв. Таким образом, резерв Российской Федерации

на первый период действия обязательств Киотского протокола составляет 11 604 171 915 т. CO<sub>2</sub>-экв.

### 10.2.2 Деятельность российского реестра углеродных единиц в 2012 году

В 2012 году в российском реестре углеродных единиц проводилось регулярное тестирование программного обеспечения для целей ведения Реестра Seringas<sup>TM</sup>, разработанного государственным учреждением Франции «Депозитарная касса Франции». Перед установкой обновлений (патчей) Seringas<sup>TM</sup> на производственную платформу каждое обновление тестировалось на тестовой платформе.

В 2012 году в Реестре были открыты новые счета для юридического лица ОАО «Сбербанк России», осуществлялись внутренние и международные переводы, успешно выполнялись транзакции по конвертации единиц установленного количества (ЕУК) в единицы сокращения выбросов (ЕСВ).

В 2012 году осуществлялось ведение официального сайта российского реестра и наполнение его новой информацией. Оперативно публиковалась информация о состоянии счетов и авуаров в Реестре после завершения транзакций, а также общедоступная информация по проектам совместного осуществления.

В 2012 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 «Федеральный центр геоэкологических систем» (ФЦГС «Экология») назначено организацией-администратором российского реестра углеродных единиц.

Администратор Российского реестра углеродных единиц	
Название	Открытое акционерное общество «Федеральный центр геоэкологических систем» (ОАО ФЦГС «Экология»)
Адрес	ул. Кедрова д.8 к. 1
Индекс	117292
Город	Москва
Страна	Российская Федерация
Генеральный директор	Климанов Сергей Александрович
Тел.	+7 (495) 718-05-33
Факс	+7 (499) 125-55-59
E-mail	Klimanov@ecoinfo.ru
Контактная persona	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/СР.8 и одобренными решением 12/СМР.1, и документом РКИК ООН «Стандарты обмена данными для систем реестров – технические спецификации».

Российский реестр углеродных единиц построен с использованием программного продукта Seringas<sup>TM</sup> (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<sup>TM</sup>.

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/СР.7)**

Архитектура российского реестра углеродных единиц и использование программного продукта Seringas<sup>TM</sup> обеспечивают полное соблюдение требований технических стандартов для обмена данными между системами реестров, предусмотренными требованиями, определенными в приложении к решению 24/СР.8 и одобренными решением 12/СМР.1, и документом РКИК ООН «Стандарты обмена данными для систем реестров – технические спецификации», в котором содержатся технические спецификации для обмена данными между национальными реестрами и международным регистрационным журналом операций (МРЖО).

Реестр представляет собой комплекс оборудования, объединенного в локальную сеть и имеющего выход в Интернет для соединения с МРЖО. Все данные, участвующие в процедуре передаче данных от Реестра и к нему, шифруются с использованием протоколов IPSec VPN(AES-256) и SSL. Используются цифровые сертификаты X.509.

Шифрование данных производится в два этапа, с помощью протоколов IPSec VPN и SSL.

Для взаимной аутентификации Реестра и МРЖО по протоколу SSL используются четыре сертификата X.509.

В качестве программного обеспечения используется программный продукт Seringas<sup>TM</sup> 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 (ОАО ФЦГС «Экология»), предварительно прошедшие специальное обучение и допущенные к работе в Реестре.

Права и полномочия доступа к данным основываются на функциональных обязанностях каждого сотрудника и его должности в организации.

Функционирование Реестра обеспечивается тремя группами персонала:

- ✓ группа администраторов Реестра,
- ✓ группа операторов Реестра,
- ✓ группа технических администраторов Реестра.

Каждая группа проходит необходимое обучение в соответствии с функциональными требованиями.

Технические администраторы должны иметь высшее профессиональное образование (в т.ч. профессиональную подготовку в качестве администраторов баз данных, сетей, средств защиты информации и т.д.).

Администраторы Реестра должны иметь высшее профессиональное образование и пройти обучение по работе с программным обеспечением Seringas (под руководством разработчиков программного обеспечения Seringas).

Операторы Реестра обучаются под руководством Администраторов Реестра.

Технический администратор реестра имеет доступ к базе данных, в т.ч. физический доступ ко всему аппаратному комплексу Реестра. Технический администратор не выполняет в Реестре операций по открытию счетов, переводу единиц и т.д.

Администратор реестра имеет полномочия для осуществления всех типов операций, в т.ч. операции со счетами Российской Федерации. Администратор реестра несет ответственность за открытие счетов, управление счетами, проведение операций с единицами, выпуск отчетных документов. Администратор реестра определяет права доступа других пользователей Реестра. От также может выполнять операции от имени пользователя Реестра по его письменному распоряжению.

Оператор реестра имеет ограниченные полномочия для проведения операций.

Все операции в Реестре проводятся с учетом минимизации риска возможных ошибок, что реализуется с использованием процедуры подтверждения Администратором Реестра выполнения операции, создаваемой оператором Реестра.

2. Двойная валидация каждой операции в российском реестре углеродных единиц (метод №2 аутентификации пользователей)

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<sup>TM</sup> (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 на основании письменных распоряжений (метод аутентификации №3)

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.

Все операции выполняются на основании письменных распоряжений Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерства экономического разви-



тия Российской Федерации и ОАО «Сбербанк России» - оператора углеродных единиц в Российской Федерации - юридического лица, уполномоченного открывать счета в Российском реестре углеродных единиц под проекты совместного осуществления.

Внешние пользователи имеют доступ исключительно к сайту российского реестра углеродных единиц, не имеющего связи с базой данных 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/СМР.1 Конференции Сторон был разработан двуязычный открытый общедоступный сайт российского реестра углеродных единиц <http://www.carbonunitsregistry.ru>, обеспечивающий на постоянной основе доступ обществу 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/СМР.1 Конференции Сторон).
2. Информация о проектах согласно статье 6 Киотского протокола для каждого идентификатора проекта, в отношении которого Сторона ввела в обращение ЕСВ (пункт 46 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон).
3. Информация об авуарах и операциях в рамках национального реестра с указанием серийных номеров за каждый календарный год (пункт 47 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон).
4. Список юридических лиц, уполномоченных Стороной владеть ЕСВ, ССВ, ЕУК и/или ЕА под ее ответственность (пункт 48 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон).

На главной странице (рис. 10.1) размещена общая информация о Реестре со ссылками на официальные документы, регламентирующие процесс создания и ведения Реестра (Киот-

ский 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:

- а) название счета: владелец счета;
- б) вид счета: вид счета (текущий счет, счет аннулирования или счет изъятия из обращения);
- с) период действия обязательств: период действия обязательств, в отношении которого осуществляется аннулирование или изъятие из обращения;
- д) идентификатор представителя: представитель владельца счета с использованием идентификатора Стороны (двухбуквенного кода страны, определяемого в соответствии с ISO 3166) и собственного номера этого представителя в реестре Стороны;
- е) имя представителя и контактная информация: полное имя, почтовый адрес, номер телефона, номер факса и адрес электронной почты представителя владельца счета.

В подразделе «ПСО» (рис. 10.3) публикуется информация о проектах согласно статье 6 Киотского протокола для каждого идентификатора проекта, в отношении которого Сторона ввела в обращение ЕСВ (пункт 46 решения 13/СМР.1 Конференции Сторон):

- а) название проекта: собственное название проекта;
- б) место осуществления проекта: Сторона и город или район осуществления проекта;
- с) годы введения в обращение ЕСВ: годы, в которые были введены в обращение ЕСВ в результате проекта согласно статье 6;

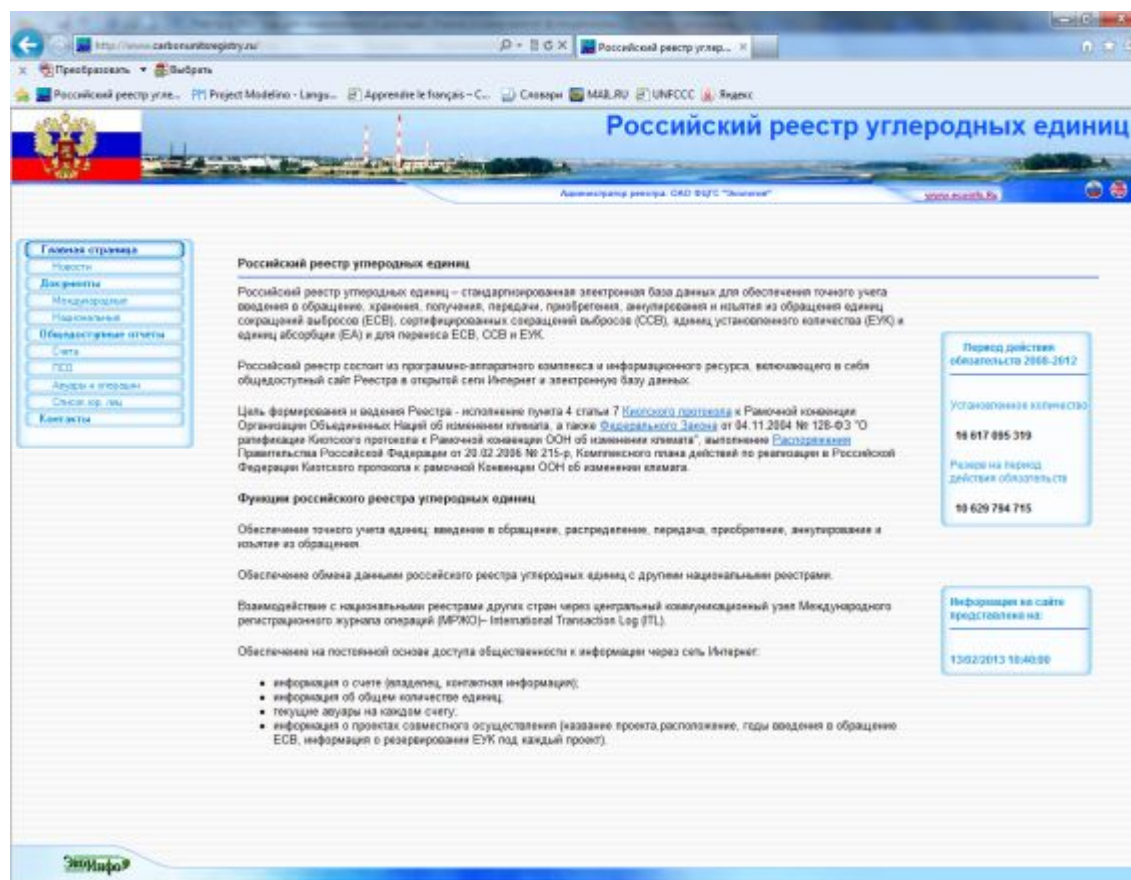


Рис. 10.1. Главная страница сайта Российского Реестра углеродных единиц

**Российский реестр углеродных единиц**

Администратор реестра: ОАО ФГУП "Окология"

**Счета**

В соответствии с **пунктом 45** решения **13СМР.1** Конференция Сторон на сайте российского реестра углеродных единиц публикуется следующая 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 обязательства: период действия обязательства, в отношении которого осуществляется аннулирование или изъятие из обращения;
- d) идентификатор представителя: представитель владельца счета с использованием идентификатора Стороны (двузначного 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.

[СКАЧАТЬ/ПОСМОТРЕТЬ](#) перечень правительственных счетов, открытых в российском реестре углеродных единиц.

[СКАЧАТЬ/ПОСМОТРЕТЬ](#) информацию о счетах в российском реестре углеродных единиц, открытых в 2012 году.

[СКАЧАТЬ/ПОСМОТРЕТЬ](#) информацию о счетах в российском реестре углеродных единиц, открытых в 2011 году.

[СКАЧАТЬ/ПОСМОТРЕТЬ](#) информацию о счетах в российском реестре углеродных единиц, открытых в 2010 году.

**ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СЧЕТАХ В РОССИЙСКОМ РЕЕСТРЕ УГЛЕРОДНЫХ ЕДИНИЦ**

**Правительственные счета**

Номер счёта	Название счёта (владелец счёта)	Тип счёта	Период действия обязательства
RU-100-2-0	Правительство РФ	Текущий счёт РФ	1
RU-100-7-0	Правительство РФ Технологический счёт	Текущий счёт РФ	1
RU-100-8-0	Правительство РФ Технологический счёт	Текущий счёт РФ	1
RU-210-13-1	Правительство РФ	Счёт аннулирования из-за частоты выбросов	1

Рис. 10.2. Подраздел «Счета»

**Российский реестр углеродных единиц**

Администратор реестра: ОАО ФГУП "Окология"

**Проекты совместного осуществления**

Проектом совместного осуществления (далее – ПСО) является инвестиционный проект, осуществляемый в соответствии со статьей 6 [Киотского протокола](#) и направленный на сокращение выбросов парниковых газов из источников и (или) увеличение их абсорбции попутными до эквивалентных обоснованных и экологически приемлемых уровней.

Порядок утверждения и хода реализации ПСО определен в [Постановлении Правительства от 28.10.2009 N 843](#) "О мерах по реализации статьи 6 Киотского протокола к рамочной конвенции ООН об изменении климата".

Руководящие принципы для ПСО содержатся в решениях, принятых на Т-й Конференции Сторон в 2001 г. в Марокко. В пакете решений на 15 документов 2 документа непосредственно касаются ст. 6. Наиболее детально процедура реализации ПСО описана в документе "Руководящие принципы для осуществления ст. 6 Киотского протокола" (решение [13СМР.1](#)), которые были утверждены в Монреале в 2005 г.

В соответствии с **пунктом 46** решения **13СМР.1** РКИК ООН на данном сайте публикуется следующая информация о проектах согласно статье 6 Киотского протокола для каждого идентификатора проекта, в отношении которого Сторона ввела в обращение ЕСВ (пункт 46 решения 13СМР.1 Конференция Сторон):

- a) название проекта: собственное название проекта;
- b) место осуществления проекта: Страна 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;
- d) доклады: загружаемые электронным способом версии 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 [13СМР.1](#).

**BUT000298**

- a) название проекта: "Проект совместного осуществления на Еты-Пуревском месторождении"
- b) место осуществления проекта: Еты-Пуревское нефтяное месторождение, Ямало-Ненецкий автономный округ.
- c) годы введения в обращение ЕСВ: 2011.
- d) документы: [проектная документация](#); [письмо одобрения Российский Федерации](#); [письмо одобрения Японии](#); [экспертное заключение \(на англ. яз.\)](#); [экспертное заключение по верификации за период с 01.08.2009 по 31.12.2009](#); [Отчет о ходе реализации проекта](#); [отчет по мониторингу сокращения выбросов парниковых газов за 01.01.2010-31.12.2010](#); [Отчет о верификации за 01.01.2010-31.12.2010](#); [экспертное заключение по верификации за 01.01.2010](#).

Рис. 10.3. Подраздел «ПСО»



д) доклады: загружаемые электронным способом версии всех публично доступных документов, связанных с проектом, включая предложения, мониторинг, проверку и введение в обращение ЕСВ, когда это уместно, при условии соблюдения положений о конфиденциальности, содержащихся в решении 9/СМР.1.

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 среднеевропейскому времени):

- а) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА на каждом счете по состоянию на начало года;
- б) общее количество ЕУК, введенных в обращение на основе установленного количества во исполнение пунктов 7 и 8 статьи 3;
- с) общее количество ЕСВ, введенных в обращение на основе проектов по статье 6;
- д) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, приобретенных из других реестров с указанием передавших счетов и реестров;
- е) общее количество ЕА, введенных в обращение на основе каждого вида деятельности согласно пунктам 3 и 4 статьи 3;
- ф) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, переданных в другие реестры с указанием счетов и реестров приобретения;
- г) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, аннулированных на основе деятельности согласно пунктам 3 и 4 статьи 3;
- h) общее количество ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА, аннулированных в результате принятия Комитетом по соблюдению заключения о том, что Сторона не соблюдает свое обязательство по пункту 1 статьи 3;
- и) общее количество других аннулированных ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;
- j) общее количество изъятых из обращения ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;
- к) общее количество ЕСВ, ССВ и ЕУК, перенесенных с предыдущего периода действия обязательств;
- l) текущие авуары ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА на каждом счете.

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.

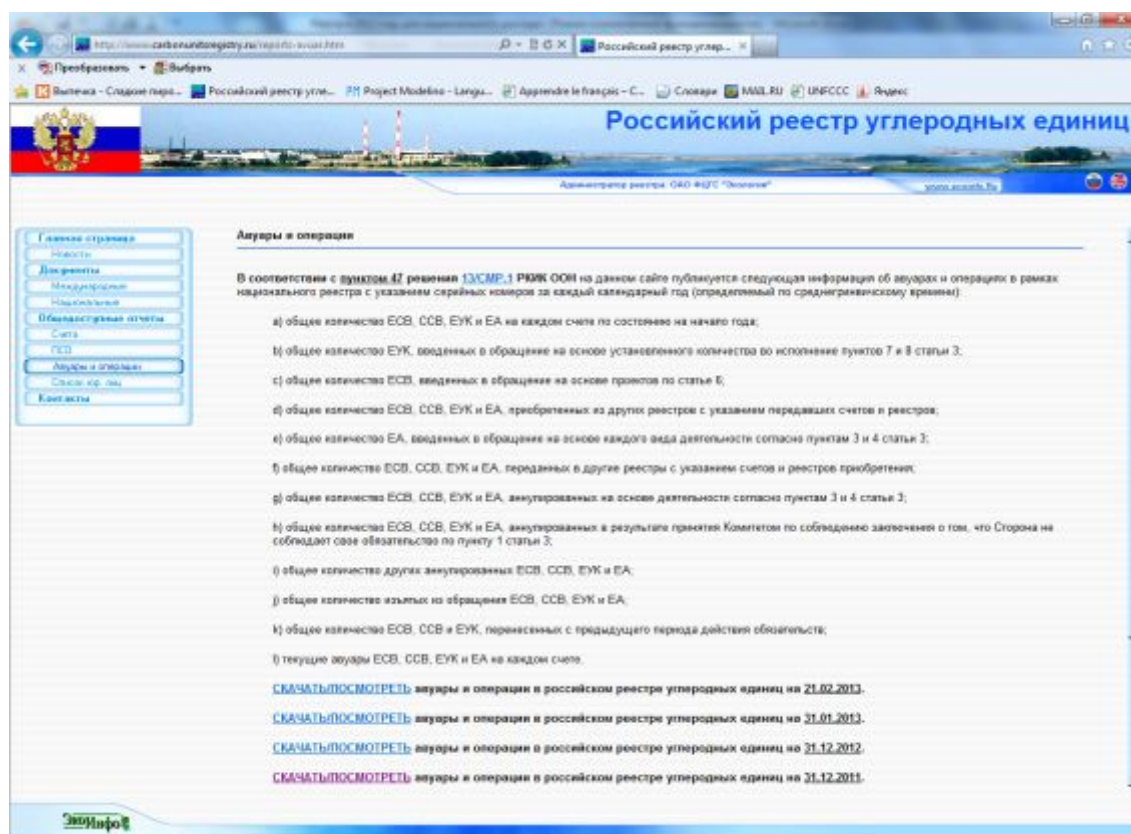


Рис. 10.4. Подраздел «Аукционы и операции»

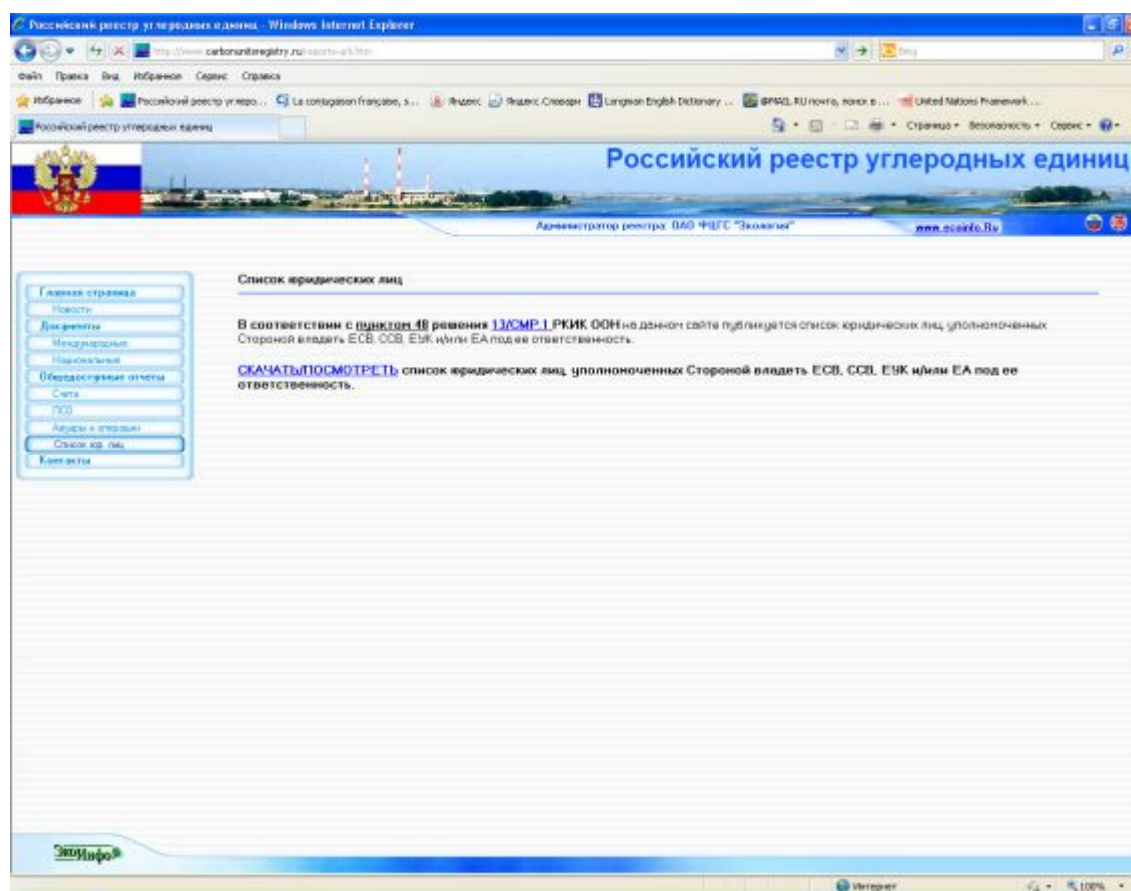


Рис. 10.5. Подраздел «Список юридических лиц»

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/СР.7, касающегося технических стандартов обмена данными между системами реестров**

В 2012 году продолжалось регулярное тестирование обновлений (патчей) и новых версий программного обеспечения Seringas™. 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/СМР.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/СМР.1.

**10.2.4 Рекомендации, выданные реестру в рамках предыдущей оценки**

В рамках оценки российского реестра в 2012 году группой по рассмотрению Российской Федерации не было дано никаких рекомендаций.

Таблица 10.1

*Изменения в национальном реестре Российской Федерации*

a.	Имя/фамилия администратора реестра, назначенного Стороной для ведения национального реестра, и контактная информация	Изменений не было
b.	Названия других Сторон, с которыми данная Страна сотрудничает в деле ведения их соответствующих национальных реестров в рамках единой системы	Изменений не было
c.	Описание структуры и емкости базы данных национального реестра	Изменений не было
d.	Описание того, как национальный реестр соблюдает технические стандарты для обмена данными между системами реестров для целей обеспечения точного, транспарентного и эффективного обмена данными между национальными реестрами, реестром механизма чистого развития и регистрационным журналом операций (пункт 1 решения 19/СР.7)	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

## Продолжение таблицы 10.1

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 Дополнительная информация о деятельности в области землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства согласно статьям 3.3 и 3.4

#### 10.3.1. Общая информация

##### 10.3.1.1 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 отчетности по пункту 4 статьи 3 Киотского протокола исключены земли, покрытые кустарниковой растительностью, поскольку они не соответствуют принятому определению леса. С этим связано отличие оценок стоков и выбросов парниковых газов по киотской отчетности от результатов, приведенных в разделе 7 национального доклада 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

##### 10.3.1.2 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.

**10.3.1.3 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/СМР.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 лесопользованию.

*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. Лесопользование составляет цельную систему взаимосвязанных организационно-хозяйственных мероприятий по обеспечению устойчивого и неистощительного пользования лесными ресурсами.

В рамках управления лесами проводятся следующие мероприятия:

- ✓ планируются и осуществляются регулярный учет, количественная оценка и анализ состояния, пространственно-временной и ресурсной динамики лесного фонда;
- ✓ выполняются лесовосстановительные мероприятия и уход за лесом;
- ✓ осуществляется охрана и защита лесов от пожаров и прочих причин гибели лесных насаждений;
- ✓ определяется оптимальный размер лесозаготовок (расчетная лесосека);
- ✓ производятся рубки главного и промежуточного пользования, заготовки недревесного сырья и другой лесной продукции.

Как управляемые леса, охваченные пунктом 4 статьи 3 Киотского протокола, дифференцируются от остальных лесов в статистике земель. Российская Федерация, добровольно выбравшая лесопользование 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 2008-2011 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).

**10.3.1.4 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 2011г. площадь управляемых лесных земель (без учета кустарников) составила 614,7 млн. га или 68,5% 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 1998г. база данных государственных учетов лесного фонда (с 2008г. – государственный лесной реестр) обновляется ежегодно, что обеспечивает возможность ежегодного формирования отчетности по выбросам и абсорбции парниковых газов. Ежегодный порядок представления 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.

### **10.3.2 Информация, касающаяся земель**

#### ***10.3.2.1 Единица пространственной оценки, использовавшаяся для определения площади земельных единиц согласно статье 3.3 (в соответствии с пунктом 3 приложения к проекту решения СМР.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/СМР.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 лесопользования. Облесение осуществляется на землях сельскохозяйственного назначения, лесопользование 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 лесопользования 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, 7.4.1.2, 7.4.5.2, 10.3.2.2 и 10.3.2.3 настоящего доклада). Таким образом, выполняется требование пункта 8 приложения к решению 16/СМР.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.

#### ***10.3.2.2 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 2011 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, 2011).
- ✓ 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 соответствует определению леса.

На основании этих допущений составлены матрицы преобразования земель за 2008 год (табл. 10.3), за 2009 год (табл. 10.4), за 2010 год (табл. 10.5) и за 2011 год (табл. 10.6).

### ***10.3.2.3 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.).

## **10.3.3 Информация о конкретных видах деятельности**

### ***10.3.3.1 Методы оценки изменений в накоплении углерода, выбросов и абсорбции парниковых газов***

#### ***10.3.3.1.1 Облесение***

Методы оценки изменений в накоплении углерода, выбросов и абсорбции парниковых газов при облесении подробно рассмотрены в разделе 7.4.1.2 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 лесовосстановление	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	545,72	0,00						545,72
	Обезлесение		671,71						671,71
Деятельность по статье 3.4	Управление лесным хозяйством		22,12	569828,63					569850,75
	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		4,68	17,68	84,87	0,00	0,00	0,00	1138648,80	1138756,03
Общая площадь в конце 2008 года инвентаризации		550,40	711,50	569913,50	0,00	0,00	0,00	1138648,80	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 лесовосстановление	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	550,40	0,00						550,40
	Обезлесение		711,50						711,50
Деятельность по статье 3.4	Управление лесным хозяйством		23,79	569889,71					569913,50
	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	12,84	42472,29	0,00	0,00	0,00	1096160,42	1138648,80
Общая площадь в конце 2009 года инвентаризации		553,64	748,14	612362,00	0,00	0,00	0,00	1096160,42	1709824,20

Примечание: NA – not applicable (не применимо).

Таблица 10.5

## Матрица преобразования земель за 2010 год

к текущей инвентаризации  от предыдущей инвентаризации		Деятельность по статье 3.3		Деятельность по статье 3.4				Прочие земли	Общая площадь в начале 2010 года инвентаризации
		Облесение и лесовосстановление	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	553,64	0,00						553,64
	Обезлесение		748,14						748,14
Деятельность по статье 3.4	Управление лесным хозяйством		23,31	612338,69					612362,00
	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		6,58	12,37	1793,51	0,00	0,00	0,00	1094348,37	1096160,82
Общая площадь в конце 2010 года инвентаризации		560,22	783,82	614132,20	0,00	0,00	0,00	1094348,37	1709824,60

Примечание: NA – not applicable (не применимо).

Таблица 10.6

## Матрица преобразования земель за 2011 год

к текущей инвентаризации  от предыдущей инвентаризации		Деятельность по статье 3.3		Деятельность по статье 3.4				Прочие земли	Общая площадь в начале 2010 года инвентаризации
		Облесение и лесовосстановление	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	560,22	0,00						560,22
	Обезлесение		783,82						783,82
Деятельность по статье 3.4	Управление лесным хозяйством		21,72	614110,48					614132,20
	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		5,72	12,01	570,22	NA	NA	NA	1093760,42	1094348,37
Общая площадь в конце 2010 года инвентаризации		565,94	817,55	614680,70	NA	NA	NA	1093760,42	1709824,60

Примечание: NA – not applicable (не применимо).



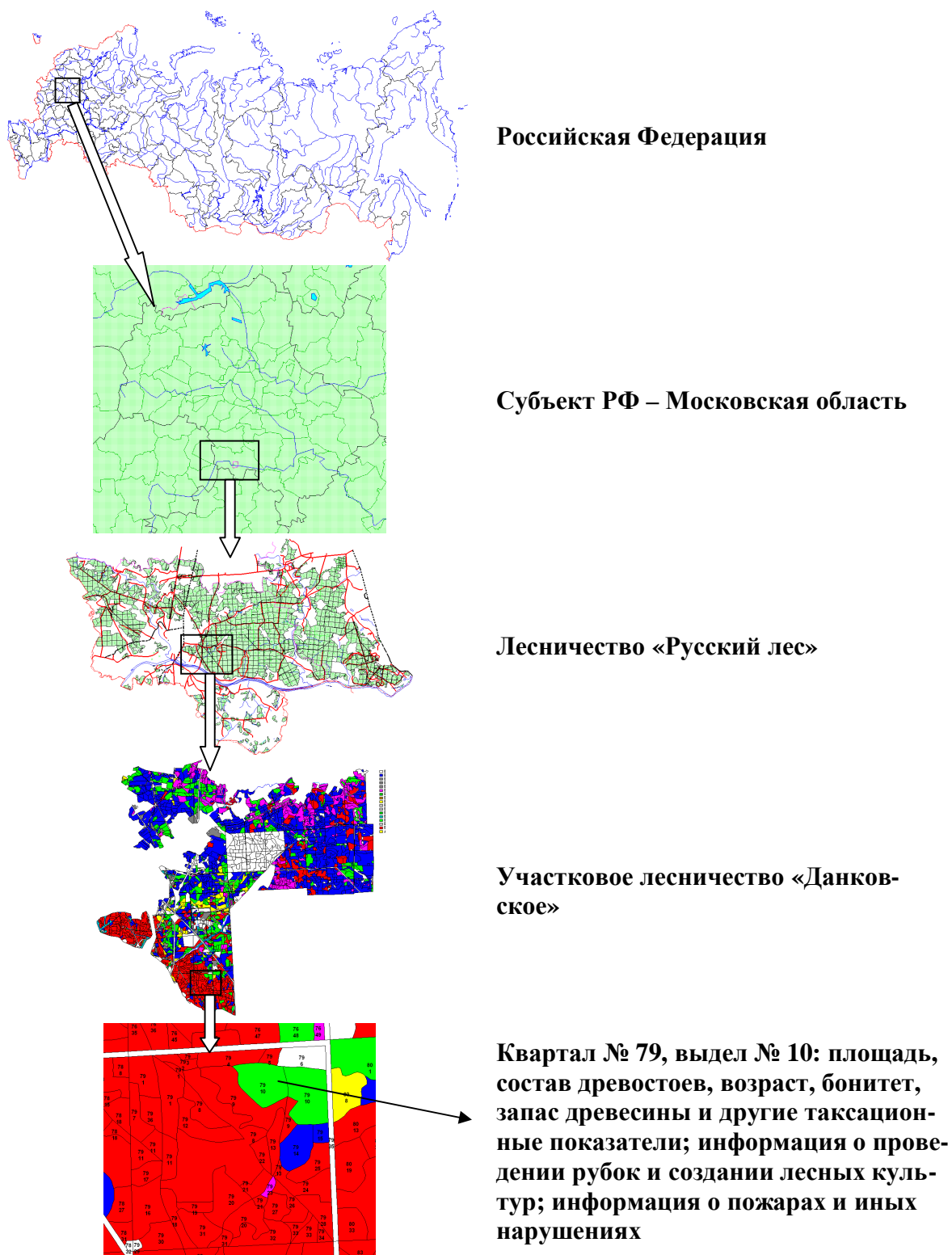
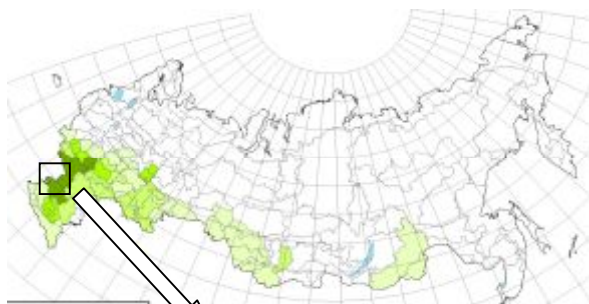
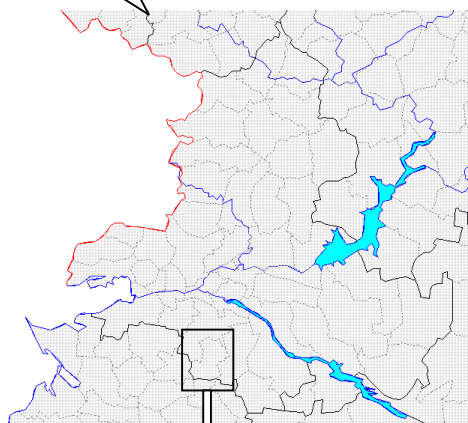


Рис. 10.6. Схема идентификации географического местоположения участка управляемых лесов



## Российская Федерация:

компиляция ежегодной формы статистической отчетности в дифференциации по субъектам РФ



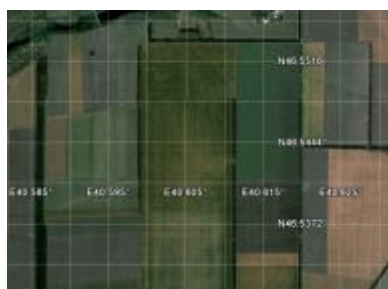
**Субъект РФ – Ростовская область:**

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, ста-  
ница Егорлыкская:**

осуществление работ по созданию и уходу за полезащитными полосами

Рис. 10.7. Схема идентификации географического местоположения участка облесения  
(на примере полейзащитных лесных полос Ростовской области)

#### 10.3.3.1.2 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 лесопользования, которое, в свою очередь, учитывается в рамках пункта 4 статьи 3 Киотского протокола.

#### 10.3.3.1.3 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 7.4.5.2 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 10.3.1.1).

Для расчета потерь углерода при обезлесении были использованы значения площадей, представленные в таблицах 7.63 и 7.64 (без учета кустарников), а также средние значения запасов углерода по пулам (таблица 7.65) 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 веществе почв за период 20 лет. Потери углерода в органическом веществе почв за 1990-2010 годы рассчитаны с учетом остаточной эмиссии от окисления органического вещества почв при обезлесении, начиная с 1971 года.

#### 10.3.3.1.4 Управление лесным хозяйством

Методы расчета бюджета углерода управляемых лесов детально рассмотрены в разделе 7.4.1.1 настоящего доклада.

#### **10.3.3.2 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 учитываются в общем объеме лесовосстановления, которое, является частью лесопользования. 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.

#### **10.3.3.3 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.

#### **10.3.3.4 Изменения в данных и методах со времени представления предыдущего доклада (перерасчеты)**

Со времени представления предыдущего доклада методы расчета не изменились. Незначительные перерасчеты абсорбции и выбросов парниковых газов за период 2008-2010 гг. связаны с уточнением статистических данных по площадям полезащитных насаждений в ходе согласования кадастра Росстатом, а также с уточнением площадей обезлесения в управляемых и неуправляемых лесах.

#### **10.3.3.5 Оценки неопределенности**

Неопределенность оценки бюджета углерода при облесении составляет  $\pm 22\%$ , при обезлесении –  $\pm 15\%$ , при управлении лесным хозяйством –  $\pm 28\%$  (таблица 10.7). Поле подробно оценка неопределенности рассматривается в разделе 7.5 НДК.

Таблица 10.7

*Оценка неопределенности потоков парниковых газов  
при облесении, обезлесении и управлении лесным хозяйством в 2011 г.*

Категория источника/поглотителя	Выброс парниковых газов, CO <sub>2</sub> -экв., Гг <sup>1)</sup>	Неопределенность, %		
		исходных данных	коэффициента	объединенная
<b>3.3 Облесение</b>	<b>-4999,2</b>			<b>22,0</b>
Фитомасса	-3316,5	5	25	25,5
Мертвая древесина	-601,8	5	32	32,4
Подстилка	-136,8	5	62	62,2
Минеральные почвы	-1028,1	5	65	65,2
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от пожаров	46,2	20	70	72,8

Продолжение таблицы 10.7

Категория источника/поглотителя	Выброс парниковых газов, CO <sub>2</sub> -экв., Гг <sup>1)</sup>	Неопределенность, %		
		исходных данных	коэффициента	объединенная
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от пожаров	37,8	20	60	63,2
<b>3.3 Обезлесение</b>	<b>20449,9</b>			<b>15,0</b>
Фитомасса	5748,1	10	13	16,4
Мертвая древесина	1143,8	10	13	16,4
Подстилка	1038,0	10	22	24,2
Минеральные почвы	12520,0	10	21	23,3
<b>3.4. Управление лесным хозяйством</b>	<b>-527958,6</b>			<b>28,4</b>
Фитомасса	-459643,4	20	25	32,0
Мертвая древесина	-57609,4	20	32	37,7
Подстилка	-10592,3	10	62	62,8
Минеральные почвы	-20582,8	10	65	65,8
Органогенные почвы	1144,1	20	50	53,9
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от пожаров	10521,5	20	70	72,8
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от пожаров	8592,0	20	60	63,2
Эмиссия N <sub>2</sub> O от осушения органических почв	211,6	5	150	150,1

<sup>1)</sup> Положительные величины показывают выброс, отрицательные – поглощение

### 10.3.4 Статья 3.3

#### 10.3.4.1 Информация, демонстрирующая, что деятельность согласно статье 3.3 началась с 1 января 1990г. и завершилась до 31 декабря 2012г., и что она непосредственно вызвана деятельностью человека

Статистические формы, содержащие необходимую для расчетов информацию, были предоставлены Росстатом (табл. 7.27, 7.62). 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 противозерозионных 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.

#### 10.3.4.2 Информация о том, каким образом заготовительные работы или нанесение ущерба лесам, за которыми следует лесовосстановление, 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 рубкам 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 возоб-

новлению, 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 – в государственных учетах лесного фонда). Эти земли остаются объектом лесоуправления и они не должны рассматриваться как обезлесение.

#### 10.3.4.3 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.

#### 10.3.4.4 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 7.4.1.2 национального доклада). Хотя темпы создания защитных лесных насаждений резко снизились, поглощение углерода созданными насаждениями увеличивается, достигнув к 2011 г. 5,0 млн. т  $\text{CO}_2$  год<sup>-1</sup> для всех пулов углерода (рис. 10.8). 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 ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ) при пожарных нарушениях представлена в таблице 7.31.

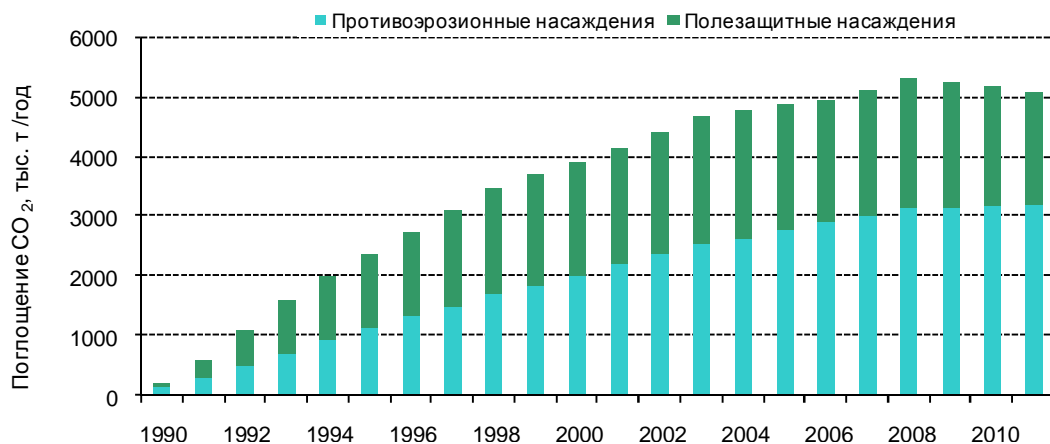


Рис. 10.8. Динамика годового поглощения  $\text{CO}_2$  (за исключением потерь от нарушений) суммарно по пулам фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы при облесении в Российской Федерации

Пространственное распределение противоэрозионных лесных насаждений, созданных за период 1990-2011 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 полевых лесных полос, созданных за 1990-2011 гг. представлено на рисунке 10.10. В целом оно близко к рассмотренному выше распределению противоэрозионных насаждений за некоторыми исключениями. Так, полевые лесополосы присутствуют в Читинской области, крайне южная часть которой находится в степной зоне. По относительной доле полевых лесных полос лидируют Ростовская, Воронежская, Белгородская и Тамбовская области.

Вклад противоэрозионных лесных насаждений в поглощение углерода при облесении за 2011г. составляет около 63%. Причиной тому являются значительно большие площади создаваемых противоэрозионных насаждений (68% от общей площади облесения) по сравнению с полевыми. Однако по средним величинам поглощения углерода пулом фитомассы полевые насаждения оказываются на 50-60% более эффективными, чем противоэрозионные. Эта ситуация объясняется значительной долей в составе полевых лесных полос березы (26%) и тополя (19%). Указанные породы обладают существенно более быстрыми темпами роста по сравнению с сосной, доминирующей в противоэрозионных насаждениях.

#### **10.3.4.5 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.

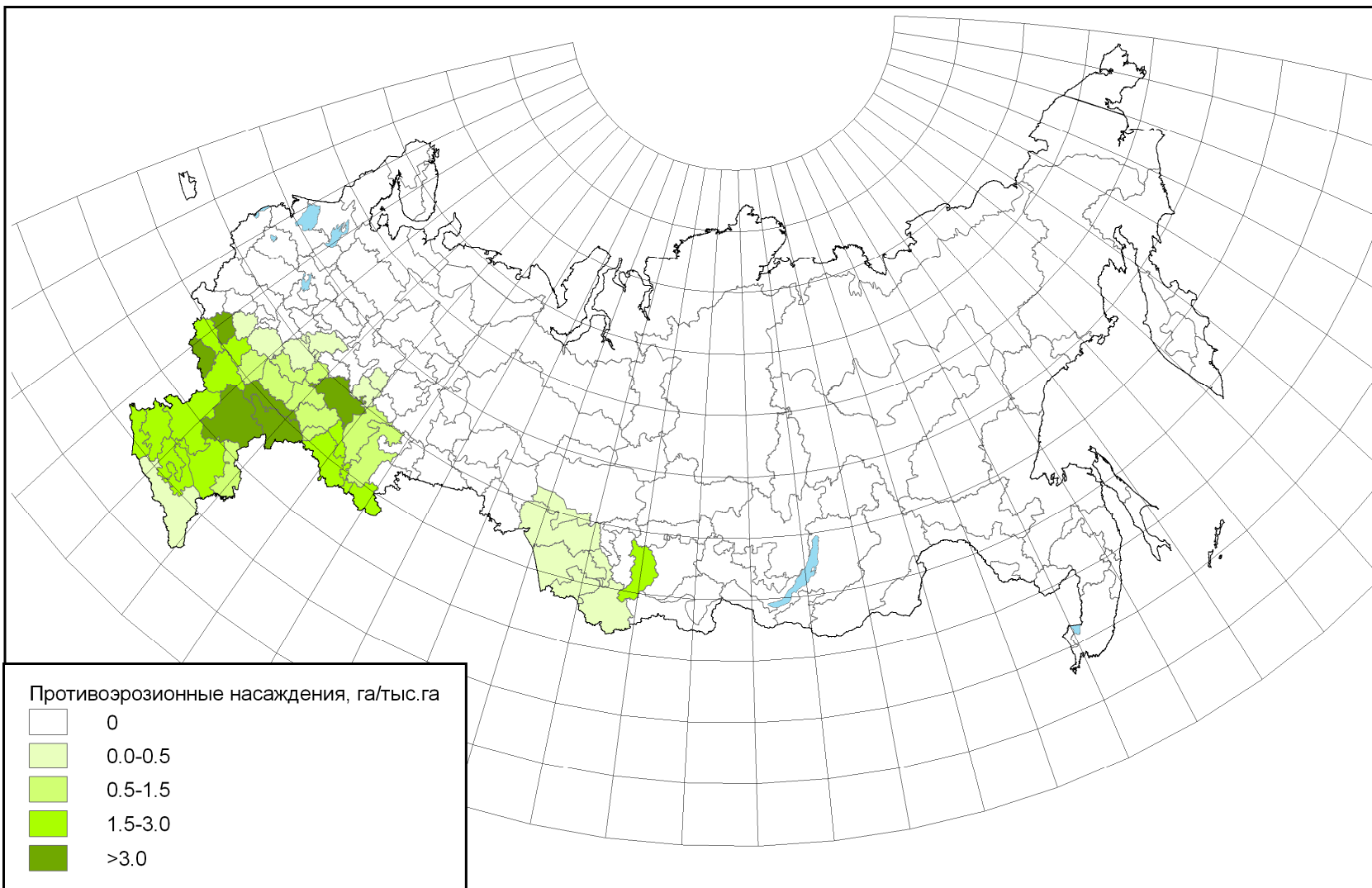


Рис. 10.9. Доля площадей противоэрозионных насаждений, созданных в период 1990-2011 гг., от общей площади субъектов РФ



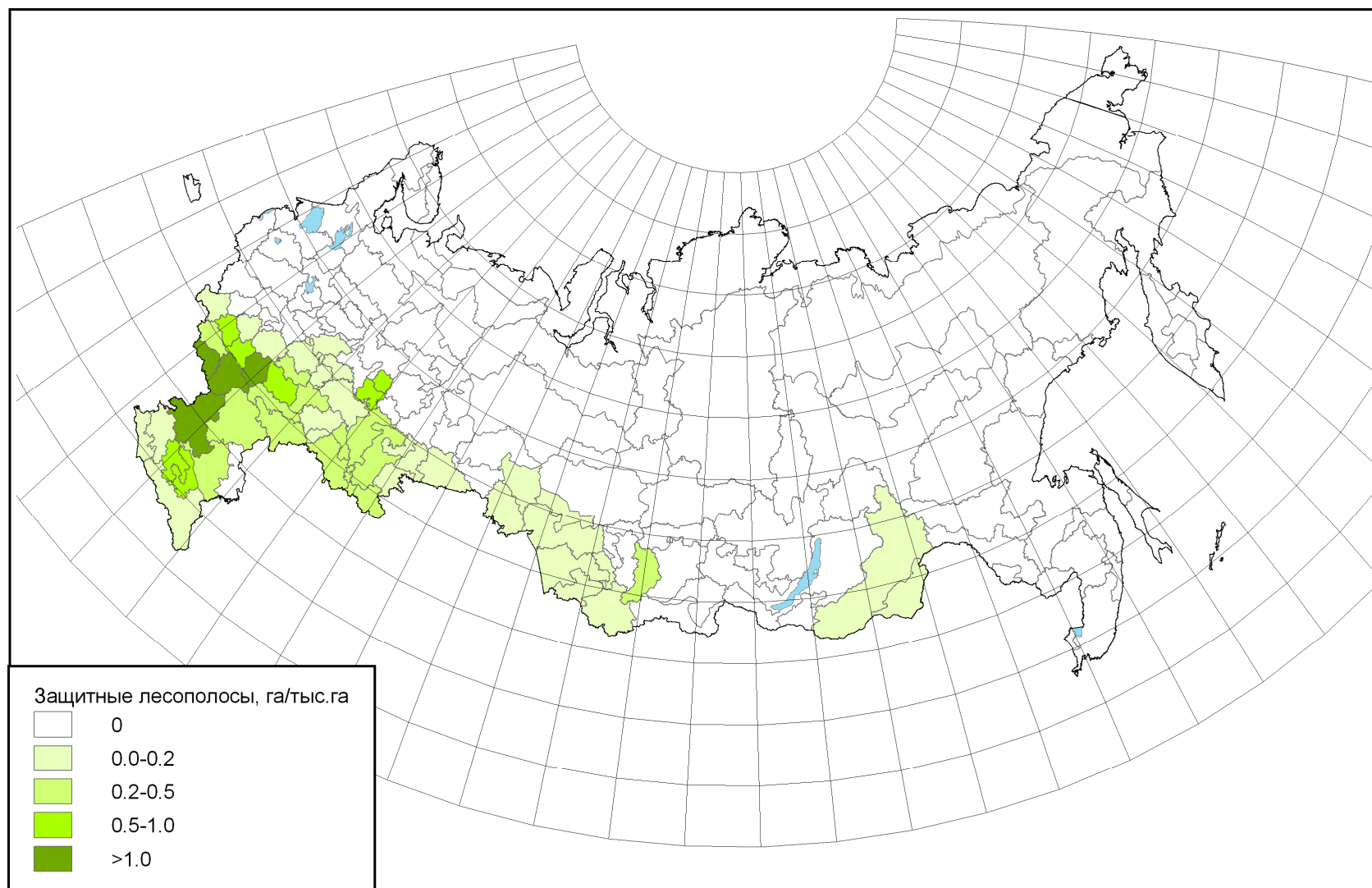


Рис. 10.10. Доля площадей защитных лесных полос, созданных в период 1990-2011 гг., от общей площади субъектов РФ

Результаты расчета потерь углерода при обезлесении управляемых и неуправляемых лесов по пулам показаны в таблице 10.8. Начиная с 1990г. по 2011г. общая площадь обезлесения в управляемых и неуправляемых лесах (без учета кустарников) составила 817,5 тыс. га. Суммарный выброс углекислого газа от обезлесения снизился с 33,5 млн. т CO<sub>2</sub> в 1990г. до 20,4 млн. т CO<sub>2</sub> в 2011г. (рис. 10.11).

### 10.3.5 Статья 3.4

#### 10.3.5.1 Информация, демонстрирующая, что деятельность согласно статье 3.4 имела место после 1 января 1990г. и вызвана деятельностью человека

В отчетности по статье 3.4 учитывается деятельность по управлению лесным хозяйством, начиная с 1 января 1990г. 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.

#### 10.3.5.2 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 противозерозионных и полезащитных лесонасаждений, заложенных на землях сельскохозяйственного назначения (облесение) (см. раздел 7.4.1.2), 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 7.4.5.2). 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 10.3.2.2 и 10.3.2.3).

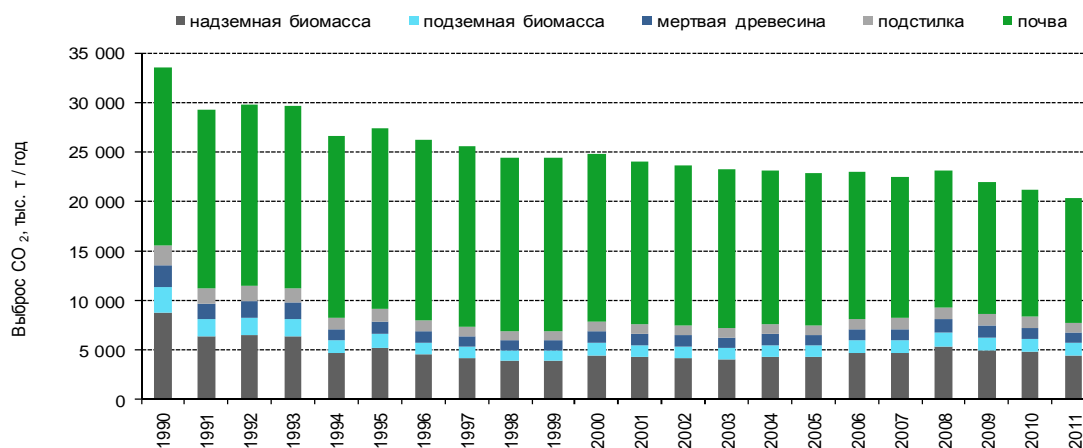


Рис. 10.11. Оценка выбросов CO<sub>2</sub> по пулам при обезлесении (суммарно для управляемых и неуправляемых лесов)

Таблица 10.8

## Потери углерода при обезлесении (без учета кустарников) в Российской Федерации

Пулы	Потери углерода при обезлесении по годам, тыс. т С год <sup>-1</sup>																	
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Управляемые леса																		
Надземная биомасса	1751,7	953,5	813,3	733,4	673,3	661,7	745,4	699,1	673,1	643,7	671,1	650,4	706,3	721,5	818,1	880,4	862,4	800,3
Подземная биомасса	486,9	265,3	225,9	203,7	186,8	183,5	206,6	193,6	186,3	178,0	185,6	179,9	195,2	189,8	214,1	231,6	225,7	209,1
Мертвая древесина	443,5	241,5	205,9	185,4	170,4	167,3	188,3	176,5	169,7	162,4	168,8	163,6	177,5	181,6	205,3	221,6	216,4	200,9
Подстилка	407,0	223,5	190,3	172,0	157,7	155,1	175,0	164,6	157,8	150,5	156,8	151,8	165,7	163,5	185,6	199,5	195,6	182,3
Почва	3520,2	3566,7	3565,2	3540,1	3393,1	3373,1	3232,1	3130,5	3055,6	2999,5	2873,1	2810,5	2669,3	2539,2	2423,0	2314,0	2191,0	2128,5
Неуправляемые леса																		
Надземная биомасса	671,9	469,8	424,5	405,1	393,1	408,2	485,5	480,4	485,2	481,2	516,2	521,3	566,4	578,7	654,0	475,2	457,4	442,6
Подземная биомасса	186,8	130,7	117,9	112,5	109,1	113,2	134,5	133,0	134,3	133,1	142,8	144,2	156,6	152,2	171,1	125,0	119,7	115,7
Мертвая древесина	170,1	119,0	107,4	102,4	99,5	103,2	122,6	121,3	122,3	121,4	129,8	131,1	142,4	145,6	164,1	119,6	114,8	111,1
Подстилка	156,1	110,1	99,3	95,0	92,1	95,6	114,0	113,1	113,8	112,5	120,6	121,6	132,9	131,2	148,3	107,7	103,8	100,8
Почва	1351,5	1410,2	1424,6	1431,5	1393,0	1405,8	1378,2	1367,4	1368,8	1378,2	1363,9	1375,9	1361,0	1350,4	1350,0	1326,0	1295,3	1286,1
Итого по всем землям, покрытым лесной растительностью																		
Биомасса	3097,3	1819,3	1581,6	1454,7	1362,3	1366,5	1571,9	1506,1	1478,9	1436,0	1515,8	1495,9	1624,5	1642,1	1857,3	1712,2	1665,1	1567,7
Мертвая древесина	613,7	360,5	313,3	287,8	269,9	270,5	310,9	297,7	292,0	283,7	298,6	294,7	319,9	327,2	369,5	341,1	331,2	311,9
Подстилка	563,1	333,6	289,6	266,9	249,7	250,7	288,9	277,7	271,6	263,0	277,4	273,4	298,5	294,7	333,9	307,3	299,4	283,1
Почва	4871,6	4976,9	4989,9	4971,6	4786,1	4778,9	4610,4	4497,9	4424,4	4377,7	4237,0	4186,4	4030,3	3889,6	3773,0	3640,1	3486,3	3414,5
Все пулы	9145,7	7490,2	7174,4	6981,0	6668,0	6666,7	6782,2	6579,5	6466,9	6360,5	6328,8	6250,4	6273,2	6153,5	6333,7	6000,7	5782,0	5577,2

#### 10.3.5.2 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 использованию 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 2011г. увеличилась на 50,2 млн. га за счет перевода из неуправляемых лесных земель (рис. 10.12). Площадь покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов от 1990 к 2011г. увеличилась на 61,2 млн. га. Здесь в первую очередь сказывается значительное сокращение объема лесозаготовок в 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 1990г. до 10,3% в 2011г. (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 1990г. доля спелых и перестойных древостоев составляла 47,5% от площади управляемых лесов, в 2011г. – 44,7%. Доля площади спелых и перестойных древостоев с преобладанием хвойных пород сократилась с 51,3% в 1990 году до 47,7% в 2009г., 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 36,6% в 2011 году) и с преобладанием твердолиственных пород (с 46,9% в 1990 году до 42,3% в 2011 году).

Управляемые леса (без учета кустарников) ежегодно абсорбировали от 251,5 до 295,0 Мт С год<sup>-1</sup> (в среднем – 267,0 Мт С год<sup>-1</sup>). В среднем 74% абсорбции атмосферного углерода

приходилось на фитомассу, 11% – на мертвую древесину, 3% – на подстилку и 12% – на почву (рис. 10.14, табл. 10.13).

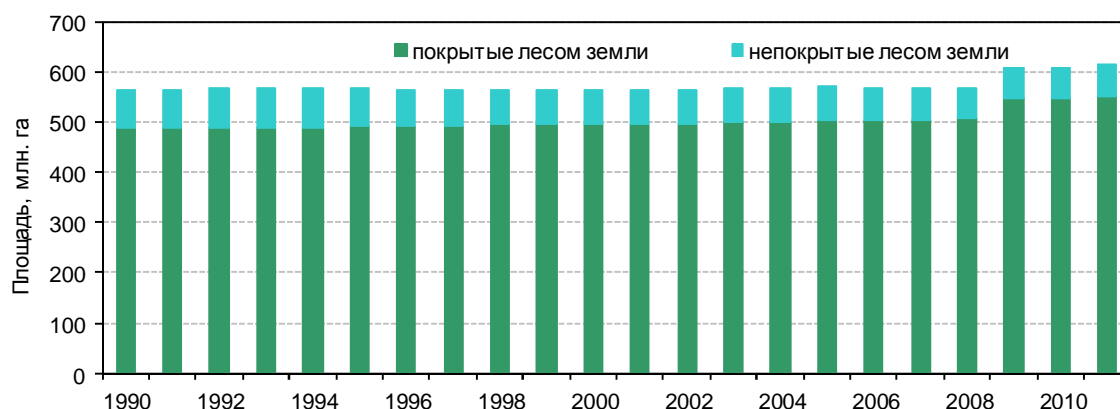


Рис. 10.12. Динамика площади управляемых лесных земель России (без учета кустарников)

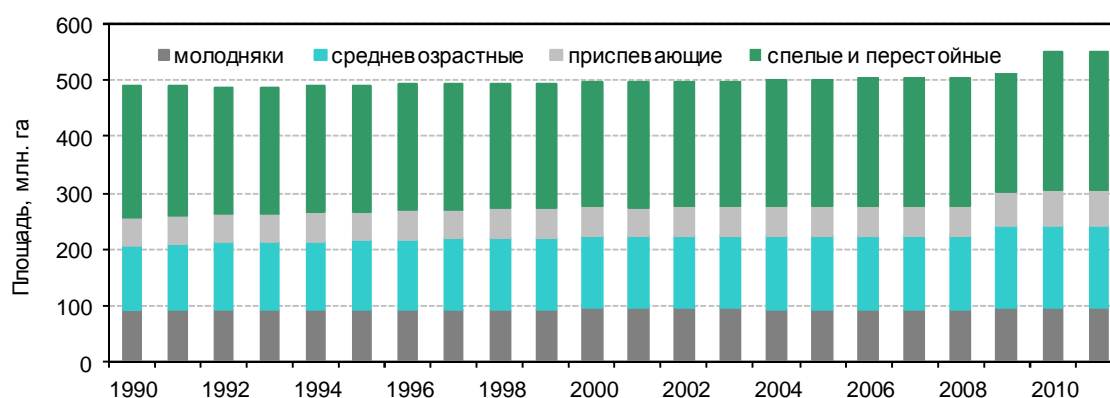


Рис. 10.13. Динамика возрастной структуры управляемых лесов России (без учета кустарников)

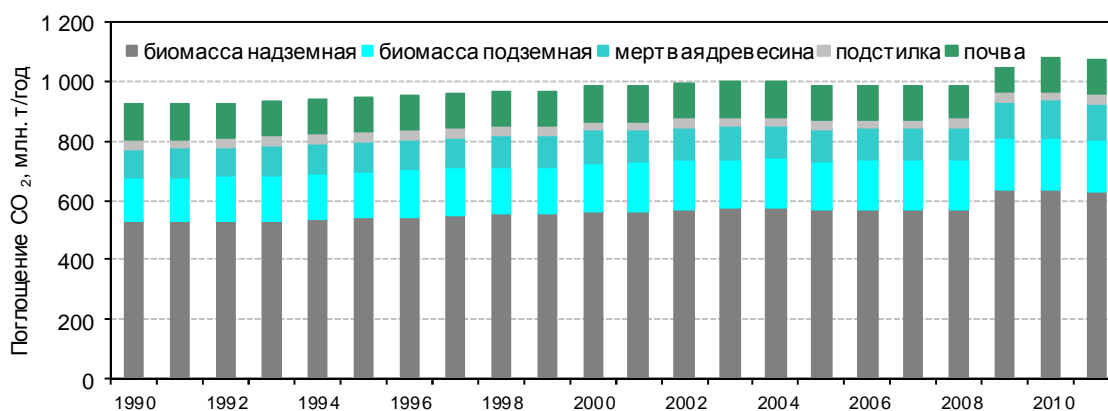


Рис. 10.14. Динамика абсорбции  $CO_2$  управляемыми лесами по пулам

Таблица 10.9

Абсорбция атмосферного углерода управляемыми лесами (без учета кустарников) по пулам

Год	Абсорбция углерода управляемыми лесами по пулам, тыс. т С год <sup>-1</sup>					
	Биомасса надземная	Биомасса подземная	Мертвая древесина	Подстилка	Почва	Итого
1990	144 242	40 367	25 438	8 770	32 648	251 465
1995	147 761	42 208	27 457	8 442	31 436	257 304
1996	148 958	42 499	27 842	8 422	31 322	259 043
1997	150 199	42 811	28 235	8 403	31 207	260 855
1998	151 538	43 160	28 659	8 383	31 093	262 833
1999	151 651	43 032	28 861	8 400	31 296	263 240
2000	154 137	44 009	29 470	8 481	31 788	267 886
2001	154 398	44 141	29 604	8 416	31 723	268 282
2002	155 901	44 527	29 868	8 497	32 047	270 840
2003	156 953	44 889	30 015	8 315	31 650	271 821
2004	157 442	44 646	30 009	8 132	31 216	271 445
2005	155 509	44 242	29 547	7 954	31 134	268 386
2006	155 960	44 313	29 809	7 867	30 909	268 858
2007	155 942	44 382	29 773	7 716	30 376	268 190
2008	156 364	44 851	29 901	7 668	30 092	268 875
2009	172 788	48 099	33 436	7 932	31 524	293 778
2010	173 529	48 330	33 919	7 792	31 404	294 973
2011	171 989	47 172	33 510	7 874	31 802	292 347

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<sup>-1</sup> (в среднем – 161,1 Мт С год<sup>-1</sup>) (рис. 10.15, табл. 10.10). 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<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O в управляемых лесах России приведены в таблице 10.11. Значительная вариация выбросов парниковых газов в таблице 10.11 обусловлена воздействием природных и антропогенных факторов, определяющих условия возникновения и характер пожаров в лесах.

Согласно рекомендациям группы по проверке в отчетность включены выбросы CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> в связи с недостаточным объемом работ по поддержанию мелиоративной сети и сокращению площадей осушенных лесных земель (табл. 10.11). По сравнению с 1990 годом выбросы N<sub>2</sub>O от осушенных органических почв сократились с 0,82 тыс. т N<sub>2</sub>O-N год<sup>-1</sup> в 1990 году до 0,68 тыс. т N<sub>2</sub>O-N год<sup>-1</sup> в 2011 году.

За весь рассматриваемый период поглощение CO<sub>2</sub> управляемыми лесами РФ (без учета кустарников) превышало его потери, то есть наблюдался сток атмосферного углерода в объемах от 116,3 Мт CO<sub>2</sub>-экв. год<sup>-1</sup> в 1990г. до 528,0 Мт CO<sub>2</sub>-экв. год<sup>-1</sup> в 2011г. (среднее значение – 388,5 Мт CO<sub>2</sub>-экв. год<sup>-1</sup>) (рис. 10.16).

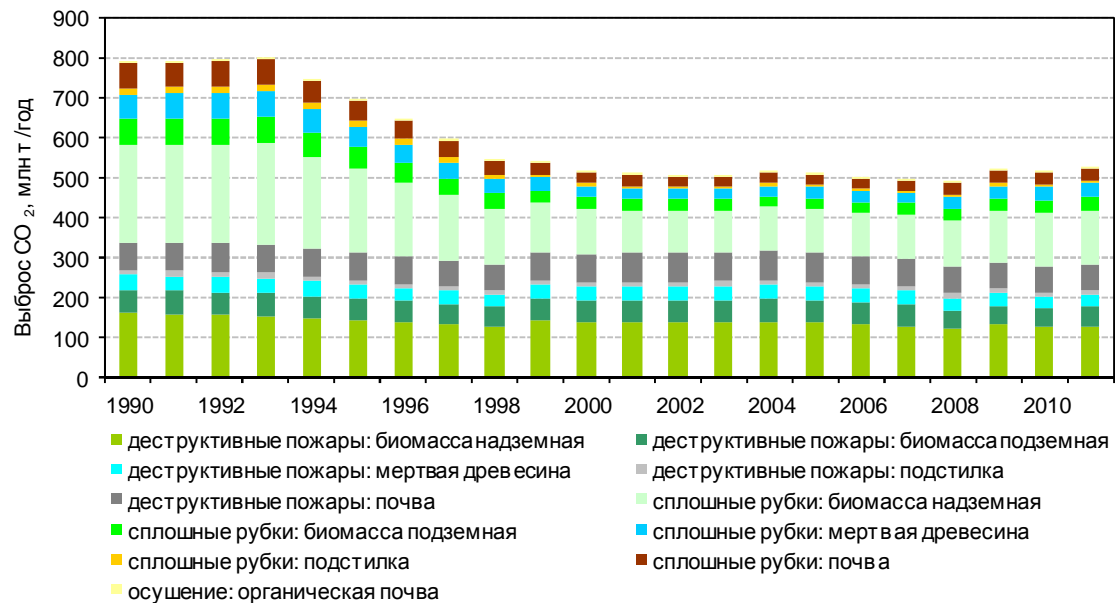


Рис. 10.15. Динамика выбросов  $\text{CO}_2$  управляемыми лесами по пулам

Таблица 10.10

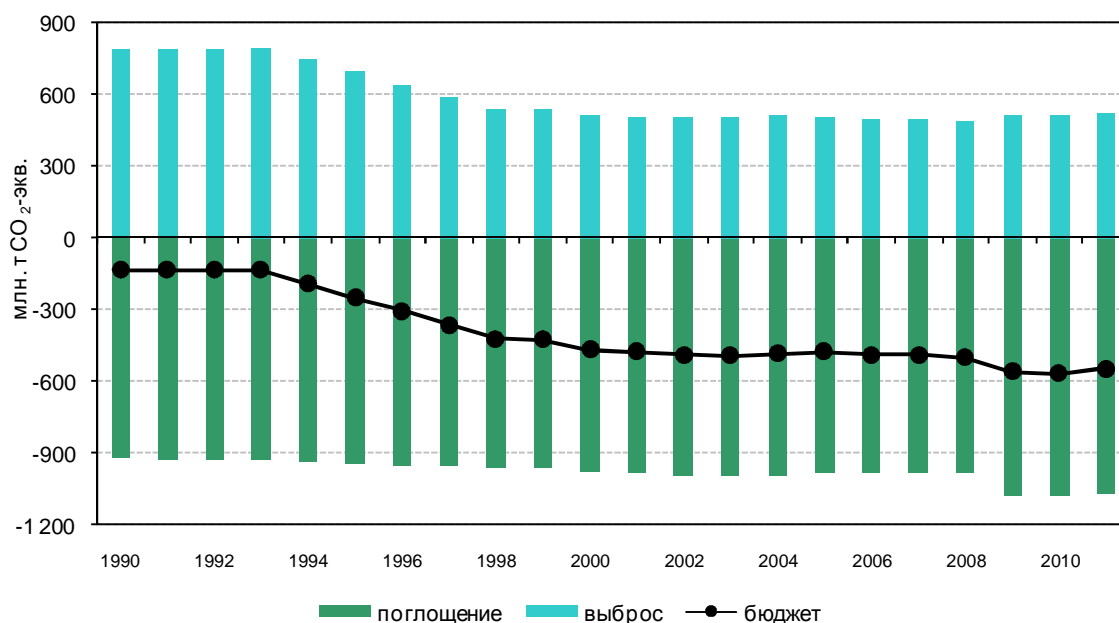
Потери углерода управляемыми лесами в результате пожаров и других антропогенных воздействий

Годы	Потери углерода управляемыми лесами, тыс. т С год <sup>-1</sup>			
	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
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
2010	76 078,2	63 812,8	312,0	140 203,0
2011	77 563,1	65 212,4	312,0	143 087,5

Таблица 10.11

Выбросы  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  в управляемых лесах России

Год	Выброс от пожаров, тыс. т $\text{CO}_2$ -экв. год <sup>-1</sup>		Выброс от осушения ор- ганических почв, тыс. т $\text{CO}_2$ -экв. год <sup>-1</sup>	Суммарный выброс, тыс. т $\text{CO}_2$ -экв. год <sup>-1</sup>
	$\text{CH}_4$	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{N}_2\text{O}$	
1990	10036,0	8195,6	254,0	18485,6
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
2010	10386,6	8481,9	211,6	19080,1
2011	10521,5	8592,0	211,6	19325,1

Рис. 10.16. Бюджет  $\text{CO}_2$  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 лесопользованию: 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.

#### ***10.3.5.3 Отчетность Российской Федерации по статье 3 Киотского протокола***

Таблица 10.12 показывает отчетность по изменениям углеродных пулов и по источникам парниковых газов, представленную Российской Федерацией по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола.

Таблица 10.13 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 лесопользованием.

#### ***10.3.5.4 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 относятся деятельность по управлению лесным хозяйством и обезлесение, поскольку связанные категории в кадастре парниковых газов (5.A.1 Лесные земли, остающиеся лесными землями; 5.E.2.1 Лесные земли, переустроенные в поселения) являются ключевыми (табл. 10.14).

Таблица 10.12

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		
											CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Статья 3.3	Облесение и лесовозобновление	R	R	R	R	R	NA			NA	IE <sup>1)</sup>	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:** <sup>1)</sup> Выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания биомассы включены в отчетность по изменениям углеродных пулов; NA – not applicable (не применимо); R – reported (отчетность представлена).

Таблица 10.13

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 <sup>3</sup> т CO <sub>2</sub> -экв. год <sup>-1</sup>				
	Облесение	Лесовозобновление	Обезлесение	Управление лесным хозяйством	Всего
1990	-202,4	IE	33534,1	-116425	-83093,3
1995	-2330,3	IE	27463,6	-232910,1	-207776,8
1996	-2695,9	IE	26305,8	-286530,6	-262920,7
1997	-3048,9	IE	25596,5	-347849,9	-325302,3
1998	-3411,7	IE	24448,8	-397094,6	-376057,5
1999	-3630,3	IE	24443,9	-408064,3	-387250,7
2000	-3851,8	IE	24867,3	-447890,1	-426874,6
2001	-4071,1	IE	24124,1	-458772,9	-438719,9
2002	-4343,9	IE	23711,3	-467442,6	-448075,2
2003	-4579,9	IE	23321,0	-469480,4	-450739,3
2004	-4684,9	IE	23204,7	-466294,7	-447774,9
2005	-4774,9	IE	22917,2	-457731,8	-439589,5
2006	-4871,1	IE	23000,7	-469282,9	-451153,3
2007	-5035,3	IE	22562,0	-470410,9	-452884,2
2008	-5200,4	IE	23222,5	-478536,9	-460514,8
2009	-5165,2	IE	22001,4	-538900,6	-522064,4
2010	-5092,2	IE	21199,6	-548411,2	-532303,8
2011	-4998,9	IE	20378,4	-527958,6	-512579,0

Примечание: IE – деятельность по лесовозобновлению включена в отчетность по управлению лесным хозяйством.

Таблица 10.14

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 <sub>2</sub>	Лесные земли, остающиеся лесными землями (управляемые леса)	Да	Поглощение составляет 95,8% от суммы абсолютной оценки выбросов / поглощения	–
Обезлесение	CO <sub>2</sub>	Лесные земли, переустроенные в поселения	Да	–	–

#### 10.4 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 и охрана здоровья населения. Указом Президента Российской Федерации от 4 июня 2008г. №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» предусмотрено снижение к 2020г. энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации не менее, чем на 40 процентов по сравнению с 2007г., обеспечение рационального и экологически ответственного использования энергии и энергетических ресурсов, что приведет к значительному снижению удельных (на единицу ВВП) выбросов парниковых газов.

«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 2009г. № 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 (без учета гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт): в 2010г. – 1,5 %; в 2015г. – 2,5 %; в 2020г. – 4,5 %.

Российская Федерация практически полностью обеспечивает себя энергоресурсами за счет внутренней добычи. Значительный объем энергоресурсов экспортируется.<sup>30</sup> Российский природный газ замещает в странах-импортерах более карбоноемкие виды топлива, снижая, таким образом, выбросы в атмосферу парниковых газов, в первую очередь, CO<sub>2</sub>. Экспорт осуществляется как в развитые, так и в развивающиеся страны. В 2010 – 2011 гг. Российская Федерация и Китайская Народная Республика (КНР) согласовали порядок экспортных поставок природного газа из России в КНР. 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<sup>3</sup> г<sup>-1</sup>. Начало поставок запланировано на 2015 год. Поставки природного газа будут способствовать сокращению потребления в КНР угольного топлива и внедрению современных технологий в энергетическом секторе. В 2011 году Россия также осуществляла экспорт природного газа в Южную Корею и Индию.

Наряду с природным газом, Российская Федерация осуществляет экспорт сырой нефти в развивающиеся страны. Осуществляя поставки сырой нефти в развивающиеся страны, Российская Федерация содействует устойчивому развитию экономики этих государств. При этом выбросы парниковых газов от операций по добыче и первичной переработке (подготовке) экспортируемых нефти и природного газа, а также утилизации нефтяного (попутного) газа учитываются на территории России и включены в настоящий доклад о кадастре в составе национальных выбросов Российской Федерации. Снижение выбросов парниковых газов в нефтегазовом секторе выполняется Российской Федерацией в рамках запланированных и осуществляемых национальных политики и мер. В последние годы Президентом РФ и Правительством России принят комплекс мер, 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 2030г. предусмотрено увеличение до 95% уровня полезного использования попутного (нефтяного) газа. В свою очередь, объем попутного (нефтяного) газа, сжигаемого в факелах, не должен

<sup>30</sup> Данные по экспорту энергоресурсов за 2011г. приведены в приложении 2 к настоящему докладу.

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 2009г. №7, Постановление Правительства России от 8 ноября 2012г. №1148).

В соответствии с долгосрочным соглашением о сотрудничестве между Российской Федерацией и КНР, в рамках строительства нефтепроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан» построен отвод в КНР. В 2011 году объем поставок сырой нефти в КНР составил 15 млн. т.<sup>31</sup> В целом же в 2011 году экспорт нефти в восточном направлении составил 43,4 млн. т, что на 18 млн. т больше, чем в 2010 году (по данным информационного агентства РИА-Новости<sup>32</sup>). География экспортных поставок российской нефти включала также Южную Корею, Таиланд, Филиппины, Сингапур и Индию.

Российская Федерация осуществляет укрепление потенциала в области предотвращения изменения климата в развивающихся странах путем подготовки квалифицированных специалистов. Подготовка специалистов и повышение их квалификации (обучение в аспирантуре) осуществляется в профильных высших учебных заведениях. Помимо обучения специалистов из развивающихся стран Африки, Азии и Латинской Америки, производится обучение студентов и аспирантов из стран СНГ, некоторые из которых также являются развивающимися странами. В системе высшего профессионального образования разработано 4 учебные программы, в которых осуществляется преподавание основ метеорологии, климатологии, систем сбора и обработки климатической информации, методов оценки состояния и прогнозирования изменений окружающей среды и климата. В 2011 году по специальности «Метеорология» и смежным специальностям климатологического и экологического профиля в Российской Федерации обучались 124 иностранных студента (в том числе 65 человек из развивающихся стран и 59 человек из стран СНГ, являющихся Сторонами РКИК ООН и Киотского протокола). В аспирантуре в 2011 году обучалось 14 человек (в том числе 6 человек из развивающихся стран и 3 человека из стран СНГ). Ежегодно Правительство Российской Федерации осуществляет оплату обучения иностранных граждан из развивающихся стран и стран СНГ специальностям гидрометеорологического профиля на безвозмездной основе. В 2011 году на безвозмездной основе обучалось 95 студентов из развивающихся стран и стран СНГ, являющихся Сторонами РКИК ООН и Киотского протокола.

## 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. Постановление Правительства России от 8 января 2009г. № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».
4. Постановление Правительства России от 8 ноября 2012г. № 1148 «Об особенностях исчисления платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа».
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](http://unfccc.int/resource/docs/natc/rus_nc5_resubmit.pdf)).
6. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
7. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 года № 1715-р.

<sup>31</sup> <http://www.transneft.ru/>

<sup>32</sup> [http://ria.ru/research\\_comments/20120222/572192208.html](http://ria.ru/research_comments/20120222/572192208.html)