



**РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ДОКЛАД**

**О КАДАСТРЕ**

**антропогенных выбросов из источников**

**и абсорбции поглотителями**

**парниковых газов**

**не регулируемых Монреальским протоколом**

**за 1990 – 2013 гг.**

**Часть 1**

**Москва 2015**

**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 энергетики Российской Федерации (Минэнерго России);  
Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз);  
Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы);  
Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация);  
Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр);  
Федеральная служба государственной статистики (Росстат);  
Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор);  
Федеральная таможенная служба (ФТС России).

*Организационное руководство разработкой доклада осуществлялось Управлением специальных и научных программ Росгидромета. Оценки выбросов и абсорбции парниковых газов, методическое руководство, подготовка и редактирование доклада выполнены 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., Говор И.Л., 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., Уварова Н.Е., к.г.н., Волкова Г.Л., Смирнов Н.С., Трунов А.А., Баринев Г.В.*

*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», Объединенная компания РУСАЛ, ОАО «Концерн Росэнергоатом», ООО «Азотэкон-плюс», ООО «Литвинчук Маркетинг», ОАО «Воркутауголь», ОАО «СУЭК».*

**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>Резюме.....</b>	<b>5</b>
P.1 Общие сведения об изменении климата и кадастрах парниковых газов.....	5
P.2 Тенденции изменения выбросов и абсорбции парниковых газов.....	7
P.3 Оценки величин и тенденций изменения выбросов и абсорбции парниковых газов по секторам кадастра .....	9
<b>1. Введение .....</b>	<b>11</b>
1.1 Общие сведения об изменении климата и кадастрах парниковых газов.....	11
1.2 Организация и разработка национального кадастра Российской Федерации.....	14
1.3 Общее описание методологий и источников данных.....	20
1.4 Анализ ключевых категорий.....	21
1.5 Общая оценка неопределенности.....	21
1.6 Общая оценка полноты.....	21
<b>2. Тенденции изменения выбросов и абсорбции парниковых газов .....</b>	<b>22</b>
2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов.....	22
2.2 Тенденции выбросов по секторам .....	24
<b>3. Энергетика (Сектор 1 ОФД).....</b>	<b>25</b>
3.1 Обзор сектора .....	25
3.2 Сжигание топлива (1.A) .....	27
3.3 Выбросы утечек и испарения топлив (1.B).....	69
<b>4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД).....</b>	<b>92</b>
4.1 Обзор по сектору.....	92
4.2 Производство минеральных материалов (2.A).....	94
4.3 Химическая промышленность (2.b).....	102
4.4 Металлургия (2.C).....	116
4.5 Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива.....	125
4.6 Электронная промышленность .....	129
4.7 Использование фторированных заменителей ОРВ.....	130
4.8 Производство и использование других продуктов. ....	140
4.9 Другие производства (2.H).....	142
<b>5. Сельское хозяйство (Сектор 3 ОФД).....</b>	<b>146</b>
5.1 Обзор по сектору.....	146
5.2 Методология сбора данных о деятельности по сектору сельского хозяйства .....	148
5.3 Выбросы CH <sub>4</sub> при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (3A).....	149
5.4 Выбросы CH <sub>4</sub> от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (3B1) .....	162
5.5 Выбросы N <sub>2</sub> O от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (3B2) .....	167
5.6 Рисоводство (3C).....	176
5.7 Прямые выбросы N <sub>2</sub> O от сельскохозяйственных земель (3D1).....	179
5.8 Косвенный выброс N <sub>2</sub> O от сельскохозяйственных земель (3D2).....	198
5.9 Контролируемое сжигание растительных остатков (3F).....	199
5.10 Выбросы CO <sub>2</sub> от известкования, внесения мочевины и других углерод-содержащих удобрений (3.G-I) .....	201
5.11 Неопределенность оценок выбросов в секторе сельское хозяйство .....	202
5.12 Обеспечение и контроль качества по сектору Сельского хозяйства.....	205
5.13 Пересчеты и планируемые усовершенствования.....	206

<b>6. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство</b>	
<b>(Сектор 4 ОФД) .....</b>	<b>208</b>
6.1 Обзор по сектору .....	208
6.2 Определение категорий землепользование и разработка матрицы земель .....	211
6.3 Информация о подходах и исходных данных, используемых для согласованного представления земель и разработки матрицы преобразований в землепользовании .....	216
6.4 Характеристика выбросов по подкатегориям .....	221
6.5 Неопределенность оценок по сектору ЗИЗЛХ .....	375
6.6 Обеспечение и контроль качества .....	379
6.7 Перерасчеты и усовершенствования .....	379
6.8 Планируемые усовершенствования .....	381
<b>7. Отходы (Сектор 5 ОФД) .....</b>	<b>382</b>
7.1 Обзор по сектору .....	382
7.2 Захоронение твердых отходов на свалках и полигонах (5.A) .....	386
7.3 Биологическая обработка твердых отходов (5.B.) .....	393
7.4 Выбросы от сжигания отходов (5.C) .....	394
7.5 Очистка бытовых сточных вод (5.D.1) .....	396
7.6 Очистка промышленных сточных вод (5.D.2) .....	403
<b>8. Прочие (Сектор 6 ОФД) .....</b>	<b>410</b>
<b>9. Пересчеты и усовершенствования .....</b>	<b>411</b>
9.1 Объяснение и обоснование пересчетов .....	411
9.2 Влияние на уровни выбросов .....	411
9.3 Влияние на тренды и согласованность временных рядов .....	412
9.4 Планируемые усовершенствования .....	412
<b>10. Дополнительная информация согласно пункту 1 статьи 7 Киотского протокола .....</b>	<b>413</b>
10.1 Информация о российской системе оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов .....	413
10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2014 году .....	413
10.3 Дополнительная информация о деятельности в области землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства согласно статьям 3.3 и 3.4 .....	426
10.4 Сведение к минимуму неблагоприятных последствий в соответствии с пунктом 14 статьи 3 .....	451
<b>Литература и источники данных .....</b>	<b>454</b>



## РЕЗЮМЕ

### Р.1 Общие сведения об изменении климата и кадастрах парниковых газов

Климат можно определить как совокупность всех погодных условий, наблюдавшихся на конкретной территории за некоторый продолжительный промежуток времени<sup>1</sup>. При этом такой «конкретной территорией» может быть как отдельный регион, или даже населенный пункт, так и целый континент или весь земной шар. Приведенное определение климата содержит довольно расплывчатое указание на срок наблюдений. Он не должен быть слишком коротким, поскольку тогда изменениями климата пришлось бы признать и смену времен года, и единичный аномально жаркий (или холодный) год. С другой стороны, использование слишком длительного промежутка времени, например столетия, тоже вряд ли возможно хотя бы из-за отсутствия разветвленной сети метеорологических станций, производивших по всему миру каждодневные наблюдения в течение такого срока (Кароль, Киселев, 2013). Согласно рекомендациям Всемирной метеорологической организации (ВМО) оптимальным полагается 30-летний период. За такой период и осредняются данные метеорологических наблюдений чтобы охарактеризовать состояние климата.

Климатическая система Земли включает в себя не только атмосферу, но и гидросферу (океаны, моря, озера и реки), и литосферу (сушу), и криосферу (снег, морской и горный лед, а также лед, содержащийся в материковых щитах Гренландии, Антарктиды и полярных островов, и, кроме того, вечную мерзлоту), и, наконец, биосферу, объединяющую все виды живого. Все эти составляющие климатической системы находятся в тесной связи друг с другом, обмениваясь энергией и массой (Кароль, Киселев, 2013).

Температура Земли (её атмосферы, гидросферы, литосферы и криосферы) определяется балансом между поступающей солнечной энергией и энергией, уходящей из атмосферы в космос. Существенное влияние на этот баланс оказывает присутствие в атмосфере газов и аэрозолей (твердых и жидких частиц), создающих парниковый эффект. Парниковым эффектом называется поглощение в атмосфере Земли теплового излучения, испускаемого сушей и океаном, в результате чего количество уходящего в космос излучения оказывается меньшим, чем оно было бы в отсутствие поглотителей в атмосфере<sup>2</sup>. Существование природного (не связанного с деятельностью человека) парникового эффекта приводит к тому, что средняя глобальная температура воздуха у земной поверхности равна примерно +14°C, в то время как в отсутствие парникового эффекта она была бы равна минус 19°C. Основной вклад в природный парниковый эффект вносит водяной пар (МГЭИК, 2013, ВМО, 2015).

Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (2013-2014 гг.) констатирует, что с вероятностью более 95% влияние человека было доминирующей причиной потепления, наблюдаемого с середины XX в. Согласованность наблюдаемых и расчетных изменений во всей климатической системе указывает на то, что наблюдаемые изменения климата вызваны в первую очередь увеличением атмосферных концентраций парниковых газов, происходящим вследствие хозяйственной деятельности человека.

Наблюдаемые и ожидаемые в будущем изменения климата на территории России обуславливают многочисленные и, зачастую, важные – отрицательные и положительные – последствия для природных и хозяйственных систем, а также для населения страны.

---

<sup>1</sup> Существуют и другие определения климата, несколько отличающиеся от приведенного. Обсуждение можно найти в книге (Груза, Ранькова, 2012).

<sup>2</sup> Здесь приведено упрощенное определение парникового эффекта. Более точное научное определение имеется, например, в Пятом оценочном докладе (МГЭИК, 2013, с. 196)

Российская Федерация является страной, входящей в приложение I РКИК ООН и в приложение В Киотского протокола. В соответствии со своими обязательствами по статьям 4 и 12, Российская Федерация разрабатывает, периодически (в настоящее время – ежегодно) обновляет, публикует и представляет Конференции Сторон РКИК ООН через ее секретариат национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом. В соответствии со своими обязательствами по статье 7 Киотского протокола, Российская Федерация включает в национальный кадастр дополнительную информацию, необходимую для целей обеспечения соблюдения Протокола.

На основании решения 24/CP.19 Конференции Сторон РКИК ООН, представляемый в 2015 г. кадастр впервые разработан в соответствии с требованиями пересмотренных «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 парниковых газов». Изменения в данном кадастре по отношению к предшествующим кадастрам включают пересмотр структуры Национального доклада о кадастре и таблиц Общего формата данных, учет некоторых ранее не оценивавшихся источников, использование обновленных значений потенциалов глобального потепления парниковых газов.

Следует отметить, что Российская Федерация, принявшая на себя обязательства по ограничению выбросов парниковых газов в первый период действия обязательств Киотского протокола (2008 – 2012 гг.), во втором периоде (2013 – 2020 гг.) таких обязательств не имеет. На момент разработки настоящего кадастра решения, определяющие требования к дополнительной информации для стран, не имеющих обязательств по сокращению или ограничению выбросов после 2012 г., еще не были приняты Совещанием Сторон Киотского протокола. В условиях такой юридической неопределенности, в настоящем кадастре содержание и структура дополнительной информации, представляемой согласно статье 7 Протокола, в основном сохранены идентичными ее содержанию и структуре в кадастрах, представлявшихся в предшествовавшие годы.

Методической основой для выполнения оценок выбросов и абсорбции парниковых газов, включенных в настоящий кадастр, являлись руководящие документы, разработанные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК).

В состав представляемого в РКИК ООН кадастра входит Национальный доклад о кадастре (НДК), электронные таблицы Общего формата данных (ОФД), содержащие детальную количественную информацию по выбросам и абсорбции парниковых газов, и таблицы Стандартного электронного формата данных, содержащие данные российского реестра углеродных единиц.

**В настоящем кадастре представлены ряды данных по выбросам и абсорбции парниковых газов за период 1990-2013 гг. В связи с использованием при его разработке пересмотренных «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 парниковых газов», и переходом на обновленную методическую базу, многие значения выбросов и абсорбции за 1990-2012 гг., включавшиеся в предыдущие кадастры, подверглись пересмотру или уточнению. Изменились также значения общего выброса/абсорбции по секторам и значения совокупных годовых выбросов. В некоторой степени изменились тенденции (тренды) выбросов и абсорбции за 1990-2012 гг., выраженные в CO<sub>2</sub>-эквиваленте.**

В данный кадастр 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>). Выбросы трифторида азота (NF<sub>3</sub>) не оценивались, ввиду того, что эти выбросы отсутствовали или были незначительными в течение всего периода времени, охватываемого кадастром. Оценки выбросов или абсорбции произведены для всех секторов и большинства категорий источников МГЭИК, за исключением тех категорий, для которых на территории РФ отсутствует хозяйственная или иная деятельность, приводящая к выбросам/абсорбции. Для некоторых видов деятельности оценки выбросов приведены в категориях, отличных от предусмотренных классификацией МГЭИК, что связано со специфическими особенностями исходных данных о деятельности, используемых для оценок выбросов.

В докладе содержатся оценки выбросов и абсорбции для всей территории Российской Федерации. Природные (неантропогенные) выбросы и абсорбция парниковых газов в кадастр не включались.

Для пересчета выбросов парниковых газов в эквивалент диоксида углерода (CO<sub>2</sub>-экв.) использовались 100-летние потенциалы глобального потепления МГЭИК.

## Р.2 Тенденции изменения выбросов и абсорбции парниковых газов

Данные о совокупных антропогенных выбросах в Российской Федерации всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, (в CO<sub>2</sub>-экв.) представлены на рисунке Р.1 и в таблице Р.1. Как видно из этих данных, по сравнению с 1990 годом – базовым годом РКИК ООН Киотского протокола, совокупные выбросы значительно снизились (на 42,8% с учетом сектора ЗИЗЛХ, и на 28,6% - без его учета).

С 1990 по 1998 гг. в Российской Федерации происходило уменьшение совокупного выброса, затронувшее все секторы, и связанное с динамикой общей экономической ситуации в стране. В последующие годы, в период экономического роста, наблюдалось устойчивое увеличение выбросов парниковых газов. В 2009г., под влиянием кризиса, выбросы в секторах экономики сократились по сравнению с предыдущим годом; а в 2011 и 2012гг. рост выбросов возобновился. Однако в 2013г. совокупный выброс парниковых газов вновь сократился (на 1,8% по отношению к предыдущему году, без учета сектора ЗИЗЛХ). Основными драйверами изменения выбросов в Российской Федерации являются общие тенденции развития экономики (прирост и падение ВВП), изменение структуры ВВП, изменения структуры топливного баланса и, в некоторой степени, межгодовые колебания температуры воздуха на территории РФ и связанные с ними колебания энергопотребления.

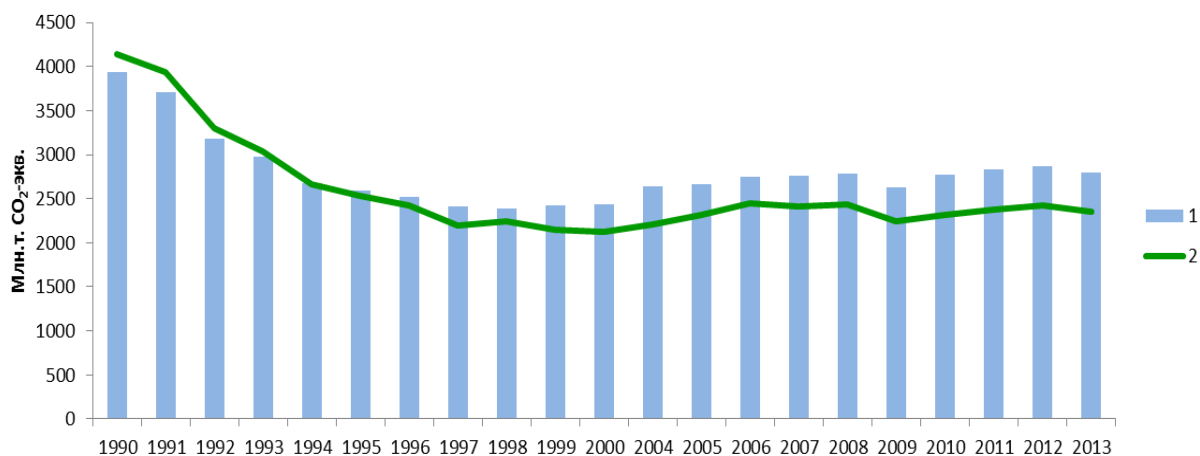


Рисунок Р.1 – Совокупные антропогенные выбросы парниковых газов в Российской Федерации, без учета (1) и с учетом (2) землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства

Таблица Р.1

Тенденции выбросов парниковых газов в Российской Федерации по парниковым газам (млн. т. CO<sub>2</sub>-экв.)

Сектор	Год												
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CO <sub>2</sub> без учета ЗИЗЛХ	2 590,1	1 629,9	1 504,5	1 575,6	1 594,3	1 653,7	1 653,5	1 685,4	1 577,0	1 663,0	1 717,6	1 727,9	1 667,1
CO <sub>2</sub> с учетом ЗИЗЛХ	2 759,1	1 535,1	1 160,5	1 111,9	1 176,0	1 275,4	1 232,7	1 258,2	1 113,6	1 160,1	1 196,3	1 239,4	1 168,5
CH <sub>4</sub> без учета ЗИЗЛХ	1 115,5	815,9	790,6	944,0	958,7	978,7	988,4	992,3	948,1	994,9	1 015,6	1 018,4	1 025,5
CH <sub>4</sub> с учетом ЗИЗЛХ	1 136,7	834,6	810,9	962,9	981,0	1 004,1	1 013,0	1 017,8	973,6	1 017,7	1 038,3	1 041,0	1 046,5
N <sub>2</sub> O без учета ЗИЗЛХ	183,2	115,2	98,8	92,5	89,9	90,0	90,2	88,3	89,5	94,9	90,2	94,6	90,0
N <sub>2</sub> O с учетом ЗИЗЛХ	193,7	130,4	116,1	110,2	130,0	143,1	147,1	142,6	140,9	126,0	122,5	121,5	119,6
ГФУ	35,9	15,4	26,6	18,4	19,8	18,0	16,9	17,9	12,5	13,4	11,3	17,6	25,0
ПФУ	15,1	13,5	9,9	6,7	6,3	5,6	5,0	4,9	3,4	3,6	3,3	3,3	3,4
SF <sub>6</sub>	1,1	0,4	0,7	1,2	1,3	1,3	1,3	0,8	0,8	0,6	0,5	5,2	4,9
NF <sub>3</sub> <sup>1)</sup>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего, без учета ЗИЗЛХ	3 941,1	2 590,2	2 431,0	2 638,3	2 670,4	2 747,3	2 755,3	2 789,6	2 631,3	2 770,4	2 838,6	2 867,1	2 815,8
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	4 141,7	2 529,4	2 124,7	2 211,2	2 314,5	2 447,5	2 416,0	2 442,2	2 244,8	2 321,5	2 372,2	2 428,0	2 367,9

<sup>1)</sup>Выбросы не оценивались ввиду их незначительности или отсутствия

Таблица Р.2

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

Сектор	Год												
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Энергетика	3 250,1	2 127,0	2 002,2	2 204,2	2 238,9	2 307,6	2 309,6	2 351,9	2 217,7	2 334,6	2 402,5	2 414,9	2 361,1
Промышленные процессы и использование продукции	298,1	181,1	197,0	207,6	210,1	219,0	221,8	212,4	186,3	202,9	205,9	212,9	216,9
Сельское хозяйство	314,8	205,3	152,5	142,1	135,0	132,5	133,6	133,0	133,2	136,5	130,5	136,5	131,8
ЗИЗЛХ	200,6	-60,8	-306,4	-427,0	-355,8	-299,8	-339,3	-347,4	-386,5	-448,9	-466,4	-439,1	-447,9
Отходы	78,1	76,7	79,3	84,4	86,3	88,2	90,4	92,3	94,1	96,5	99,7	102,7	106,0
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	4 141,7	2 529,4	2 124,7	2 211,2	2 314,5	2 447,5	2 416,0	2 442,2	2 244,8	2 321,5	2 372,2	2 428,0	2 367,9

### Р.3 Оценки величин и тенденций изменения выбросов и абсорбции парниковых газов по секторам кадастра

В таблице Р.2 представлены данные о выбросах и абсорбции парниковых газов в Российской Федерации с разбивкой по секторам кадастра<sup>3</sup>, а в таблице Р.3 – приращения выбросов парниковых газов по секторам.

Таблица Р.3

Приращения выбросов парниковых газов в Российской Федерации, %

Приращения	Сектор					Всего, без учета ЗИЗЛХ	Всего, с учетом ЗИЗЛХ
	Энергетика	Промышленные процессы и использование продукции	Сельское хозяйство	ЗИЗЛХ	Отходы		
Последний год по отношению к предпоследнему	-2,23	1,84	-3,46	2,02	3,22	-1,79	-2,48
Последний год по отношению к 1990г.	-27,35	-27,24	-58,13	-323,26	35,79	-28,55	-42,83

Распределение выбросов по секторам в охватываемом кадастром периоде времени изменилось не очень существенно. Доминирующую роль в совокупном выбросе продолжают играть выбросы энергетического сектора. Уменьшился вклад сельского хозяйства. В противоположность другим секторам, выбросы, связанные с отходами демонстрируют постоянный рост, превысив уровень базового года, вследствие чего доля этого сектора в совокупном выбросе заметно увеличилась.

Динамика выбросов при землепользовании, изменениях в землепользовании и в лесном хозяйстве определяется воздействием следующих факторов:

- уменьшением выброса от пахотных земель (обусловленным сокращением площадей пахотных земель, увеличением средней урожайности большинства культурных растений в последние годы, и, в основном, снижением уровня микробного дыхания пахотных почв в результате низких доз внесения органических удобрений);
- увеличением поглощения на территории управляемых лесов (обусловленным сокращением объема лесозаготовки, увеличением площади управляемых лесов);
- аккумуляцией почвенного органического углерода на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья, в связи с ростом их площадей.

<sup>3</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 для получения энергии, а также потери газообразных топливных продуктов в атмосферу в виде технологических выбросов, утечек и сжигания в факелах.

Доминирующим в данном секторе парниковым газом является  $\text{CO}_2$ . Его выбросы в секторе преобладали над поглощением в 1990-1993 гг., когда в стране происходило достаточно интенсивное использование сельскохозяйственных земель и лесных ресурсов. Однако в последующие годы действие перечисленных выше факторов привело к сокращению выбросов и к интенсификации накопления углерода в биомассе за счет стока  $\text{CO}_2$  из атмосферы. Абсорбция  $\text{CO}_2$  из атмосферы в этот период превышала эмиссию (табл. Р.2). В последнем году инвентаризации сектор ЗИЗЛХ оставался значительным поглотителем парниковых газов, компенсируя около 16% выбросов, происходивших в остальных секторах.

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## 1.1 Общие сведения об изменении климата и кадастрах парниковых газов

### 1.1.1 Изменение климата

Климат можно определить как совокупность всех погодных условий, наблюдавшихся на конкретной территории за некоторый продолжительный промежуток времени<sup>4</sup>. При этом такой «конкретной территорией» может быть как отдельный регион, или даже населенный пункт, так и целый континент или весь земной шар. Приведенное определение климата содержит довольно расплывчатое указание на срок наблюдений. Он не должен быть слишком коротким, поскольку тогда изменениями климата пришлось бы признать и смену времен года, и единичный аномально жаркий (или холодный) год. С другой стороны, использование слишком длительного промежутка времени, например столетия, тоже вряд ли возможно хотя бы из-за отсутствия разветвленной сети метеорологических станций, производивших по всему миру каждодневные наблюдения в течение такого срока (Кароль, Киселев, 2013). Согласно рекомендациям Всемирной метеорологической организации (ВМО) оптимальным полагается 30-летний период. За такой период и осредняются данные метеорологических наблюдений чтобы охарактеризовать состояние климата.

Климатическая система Земли включает в себя не только атмосферу, но и гидросферу (океаны, моря, озера и реки), и литосферу (сушу), и криосферу (снег, морской и горный лед, а также лед, содержащийся в материковых щитах Гренландии, Антарктиды и полярных островов, и, кроме того, вечную мерзлоту), и, наконец, биосферу, объединяющую все виды живого. Все эти составляющие климатической системы находятся в тесной связи друг с другом, обмениваясь энергией и массой (Кароль, Киселев, 2013).

Температура Земли (её атмосферы, гидросферы, литосферы и криосферы) определяется балансом между поступающей солнечной энергией и энергией, уходящей из атмосферы в космос. Существенное влияние на этот баланс оказывает присутствие в атмосфере газов и аэрозолей (твердых и жидких частиц), создающих парниковый эффект. Парниковым эффектом называется поглощение в атмосфере Земли теплового излучения, испускаемого сушей и океаном, в результате чего количество уходящего в космос излучения оказывается меньшим, чем оно было бы в отсутствие поглотителей в атмосфере<sup>5</sup>. Существование природного (не связанного с деятельностью человека) парникового эффекта приводит к тому, что средняя глобальная температура воздуха у земной поверхности равна примерно +14°C, в то время как в отсутствие парникового эффекта она была бы равна минус 19°C. Основной вклад в природный парниковый эффект вносит водяной пар (МГЭИК, 2013, ВМО, 2015).

Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (2013-2014 гг.) констатирует, что с вероятностью более 95% влияние человека было доминирующей причиной потепления, наблюдаемого с середины XX в. Согласованность наблюдаемых и расчетных изменений во всей климатической системе указывает на то, что наблюдаемые изменения климата вызваны в первую очередь увеличением атмосферных концентраций парниковых газов, происходящим вследствие хозяйственной деятельности человека.

Российская Федерация занимает большую часть Восточной Европы и Северную Азию. Площадь ее территории составляет 17,1 млн. км<sup>2</sup> (первое место в мире). Протяженность территории в меридиональном направлении 2,5 – 4,0 тыс. км, в широтном – 9,0 тыс. км. Россия омывается морями Северного Ледовитого океана, Тихого океана, Атлантического океана. На более чем 67% площади территории России распространена вечная мерзлота (многолетне-

---

<sup>4</sup> Существуют и другие определения климата, несколько отличающиеся от приведенного. Обсуждение можно найти в книге (Груза, Ранькова, 2012).

<sup>5</sup> Здесь приведено упрощенное определение парникового эффекта. Более точное научное определение имеется, например, в Пятом оценочном докладе (МГЭИК, 2013, с. 196)

мерзлые породы). Лесные земли занимают более половины земельной площади страны<sup>6</sup>, а сельскохозяйственные угодья – 12,9%.

Большая протяженность территории Российской Федерации с севера на юг и с запада на восток обусловила многообразие ландшафтов, отличающихся своей пространственной неоднородностью. В регионах Российской Федерации осуществляются различные виды хозяйственной, рекреационной и другой деятельности.

Климат России отличается значительным разнообразием. Основная часть территории располагается в умеренном поясе. Острова Северного Ледовитого океана и его материковое побережье относятся к арктическому и субарктическому поясам. За пределы умеренного пояса выходит узкая полоса Черноморского побережья Кавказа, которая относится к субтропическому поясу. Средняя годовая температура подстилающей поверхности изменяется от +12÷14°C на Северном Кавказе до -16÷ -14 °C в Республике Саха (Якутия).

Текущее изменение климата России в целом следует охарактеризовать как продолжающееся потепление со скоростью, более чем в два с половиной раза превышающей скорость глобального потепления. Изменение климата не сводится лишь к повышению средней температуры воздуха у поверхности Земли, но проявляется во всех компонентах климатической системы, в том числе в изменениях гидрологического режима, ледяного покрова российских морей, экстремальности климата. Согласно оценкам, полученным с помощью современных климатических моделей, в течение всего XXI в. Россия останется регионом мира, где потепление климата существенно превышает среднее глобальное потепление. Ожидаются значительные изменения других климатических характеристик, причем в разных регионах России эти изменения могут существенно различаться (Росгидромет, 2014).

В целом за год и во все сезоны, кроме зимы, потепление за период с 1976 г. наблюдается на всей территории Российской Федерации: тренд осредненной по РФ среднегодовой температуры за 1976-2014 гг. составил +0,42°C/10 лет. Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана (более +0,8°C/10 лет на Таймыре). В среднем по России самый быстрый рост температуры наблюдается весной (+0,58°C/10 лет). Зимой имеются области отрицательного тренда: за 1976-2014 гг. – на крайнем северо-востоке, на юге Сибири (до минус 0,54°C/10 лет), в Забайкалье. Средняя по РФ зимняя температура росла до середины 1990-х гг., после чего наблюдается ее уменьшение (Росгидромет, 2015).

Во многих регионах земного шара происходят изменения региональных экстремальных значений температуры, в частности, уменьшается число морозных дней, увеличиваются значения максимальной температуры, а значения минимальной температуры становятся выше, увеличивается частота возникновения необычно теплых сезонов. Для региона Северная Азия, охватывающего значительную часть территории России, в изменениях сезонных и суточных экстремальных значений температуры выявлено антропогенное влияние, которые в целом согласуются с наблюдаемым глобальным потеплением. Анализ экстремальных явлений погоды, в частности, жаркого лета на ЕЧР в 2010 г., показал, что хотя такие условия в основном генерируются внутренней изменчивостью климата, общее потепление, вызванное антропогенным воздействием, значительно увеличивает вероятность их возникновения.

Наблюдаемые и ожидаемые в будущем изменения климата на территории России обуславливают многочисленные и, зачастую, важные – отрицательные и положительные – последствия для природных и хозяйственных систем, а также для населения страны.

Изменения природных систем суши на территории России, связанные с изменением климата, многообразны. Увеличивается суммарный годовой сток рек; одновременно он перераспределяется по сезонам в пользу межени, увеличивается его межгодовая изменчивость. В основном деградирует оледенение арктических островов и горное оледенение. На равнине область протаявшей с поверхности многолетней мерзлоты увеличивается, а температура многолетнемерзлых пород повышается. Увеличивается вегетационный период, повышается первичная продуктивность экосистем. Наблюдается продвижение древесной растительности в горные тундры и продвижение темнохвойной тайги на территории, занимаемые листвен-

---

<sup>6</sup> Включая лесные земли лесного фонда и лесные земли, не входящие в лесной фонд.



ничниками на равнине. Опустынивание по климатическим причинам на территории РФ не происходит, при снижении хозяйственной нагрузки (выпаса скота) наблюдается скорее обратный процесс – остепнение. Увеличиваются интенсивность засух и охват ими территории, при этом долговременных трендов повторяемости засух не обнаружено. В условиях существующих сценариев изменения климата в XXI в. многие из этих тенденций сохраняются и даже усилятся. Однако возможно и обращение тенденций – изменение знака эффекта.

Изменения климата оказывают выраженное влияние на состояние здоровья людей в России. Так, увеличение частоты и длительности волн жары – продолжительных периодов сухой и жаркой погоды – приводит к повышению заболеваемости и смертности населения, особенно в группах риска (дети, пожилые люди, люди с хроническими заболеваниями органов кровообращения и дыхания). Это негативное воздействие часто осложняется ухудшением качества воздуха, как вследствие неблагоприятных метеорологических условий, так и из-за пожаров в лесах и на торфяниках (Росгидромет, 2014).

### 1.1.2 Национальный кадастр парниковых газов Российской Федерации

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

Российская Федерация является страной, входящей в приложение I РКИК ООН и в приложение В Киотского протокола. В соответствии со своими обязательствами по статьям 4 и 12, Российская Федерация разрабатывает, периодически (в настоящее время – ежегодно) обновляет, публикует и представляет Конференции Сторон РКИК ООН через ее секретариат национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом. В соответствии со своими обязательствами по статье 7 Киотского протокола, Российская Федерация включает в национальный кадастр дополнительную информацию, необходимую для целей обеспечения соблюдения Протокола.

На основании Решения 24/CP.19 Конференции Сторон РКИК ООН, представляемый в 2015 г. кадастр впервые разработан в соответствии с требованиями пересмотренных «Руководящие принципы для подготовки национальных сообщений Сторон, включенных в приложение I к Конвенции, часть I: руководящие принципы РКИК ООН для представления информации о годовых кадастрах парниковых газов» (РКИК ООН, 2014). Изменения в кадастре включают пересмотр структуры Национального доклада о кадастре и таблиц Общего формата данных, использование обновленных значений потенциалов глобального потепления парниковых газов.

Следует отметить, что Российская Федерация, принявшая на себя обязательства по ограничению выбросов парниковых газов в первый период действия обязательств Киотского протокола (2008 – 2012 гг.), во втором периоде (2013 – 2020 гг.) таких обязательств не имеет. На момент разработки настоящего кадастра решения, определяющие требования к дополнительной информации для стран, не имеющих обязательств по сокращению или ограничению выбросов после 2012 г., еще не были приняты Совещанием Сторон Киотского протокола. В условиях такой юридической неопределенности в настоящем кадастре содержание и структура дополнительной информации, представляемой согласно статье 7 Протокола, в основном сохранены идентичными ее содержанию и структуре в кадастрах, представлявшихся в предшествовавшие годы.

Методической основой для выполнения оценок выбросов и абсорбции парниковых газов, включенных в настоящий кадастр, являлись руководящие документы, разработанные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК, 2006, IPCC, 2014).

В состав представляемого в РКИК ООН кадастра входит Национальный доклад о кадастре (НДК), электронные таблицы Общего формата данных (ОФД), содержащие детальную

количественную информацию по выбросам и абсорбции парниковых газов, и таблицы Стандартного электронного формата данных, содержащие данные российского реестра углеродных единиц.

В настоящем кадастре представлены ряды данных по выбросам и абсорбции парниковых газов за период 1990-2013 гг. В связи с использованием при его разработке пересмотренных «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 парниковых газов» (РКИК ООН, 2014), и переходом на обновленную методическую базу (МГЭИК, 2006, IPCC, 2014), многие значения выбросов и абсорбции за 1990-2012 гг., включавшиеся в предыдущие кадастры, подверглись пересмотру или уточнению. Изменились также значения общего выброса/абсорбции по секторам и значения совокупных годовых выбросов. В некоторой степени изменились тенденции (тренды) выбросов и абсорбции за 1990-2012 гг., выраженные в CO<sub>2</sub>-эквиваленте. Изменения коснулись также и структуры НДК и ОФД, в частности, сектор «Использование растворителей и другой продукции» был объединен с сектором «Промышленные процессы»; в кадастре был учтен ряд ранее отсутствовавших категорий источников выбросов.

## 1.2 Организация и разработка национального кадастра Российской Федерации

### 1.2.1 Нормативно-правовые и организационные аспекты

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>7</sup>.

Росгидромету поручено обеспечить функционирование российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой. и представление кадастра и другой необходимой в соответствии с РКИК ООН и Киотским протоколом информации. Таким образом, Росгидромет выполняет функции уполномоченного национального органа по системе оценки.

Росгидромет, по согласованию с Минэкономразвития России, МПР России, Минпромэнерго России, Минтрансом России, Минсельхозом России, Минрегионом России, Росстатом и Ростехнадзором,<sup>8</sup> разработал порядок формирования и функционирования российской

---

<sup>7</sup> Обеспечение разработки мероприятий данными (оценками) выбросов и абсорбции парниковых газов.

<sup>8</sup> Названия федеральных органов исполнительной власти приводятся в соответствии с текстом Распоряжения Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. №278-р., без учета последующих изменений структуры федеральных органов исполнительной власти.

системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов 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>9</sup> федеральные органы исполнительной власти должны обеспечить ежегодное представление в Росгидромет соответствующих данных и информации.

После согласования порядка функционирования российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой, произошли следующие изменения:

- в 2008 г. произошло перераспределение функций указанных федеральных органов в рамках российской системы оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов в связи с изменениями в системе и структуре федеральных органов исполнительной власти. Министерство природных ресурсов Российской Федерации было преобразовано в Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации; в его ведение были переданы Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации было преобразовано в Министерство промышленности и торговли Российской Федерации и Министерство энергетики Российской Федерации. Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации было преобразовано в Министерство экономического развития Российской Федерации с подчинением ему Федеральной службы государственной статистики.
- в 2012 г. изменения в системе были связаны с переводом в ведение Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз).

Кроме того, в 2013 г. для улучшения межведомственной координации по сбору первичной информации и подготовки отчетности в лесном секторе была создана рабочая группа по разработке методики инвентаризации парниковых газов в лесах Российской Федерации при Рослесхозе. Данная рабочая группа функционирует на постоянной основе, ее заседания проходят не реже двух раз в год.

В случае необходимости к подготовке кадастра могут быть привлечены министерства и ведомства, не задействованные на постоянной основе в национальной системе. Кроме министерств и ведомств, в структуру национальной системы включены также компании и частные организации. Так, заключены соглашения о сотрудничестве между Росгидрометом и Объединенной компанией «Российский алюминий», ОАО «Газпром», предусматривающие обмен данными и информацией, обмен опытом, консультации и другие виды сотрудничества, направленные на разработку и совершенствование национального кадастра.

## 1.2.2 Планирование, разработка и управление кадастром

В рамках российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой, 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

---

<sup>9</sup> Зарегистрирован в Минюсте России 29 сентября 2006 г. Рег. № 8335.

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 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 (в частности, содержащихся в базе данных МГЭИК) или представленных международными организациями величин (МГЭИК, 2006). 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.

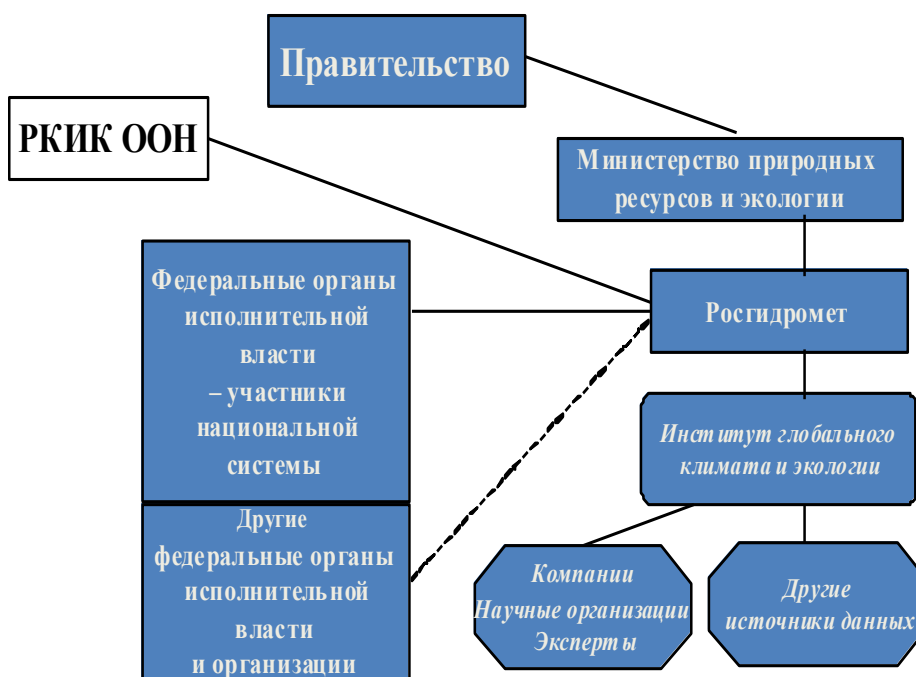


Рисунок 1.1 – Организация инвентаризации парниковых газов в Российской Федерации

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, направляемых 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 направлены Росгидрометом в министерства и ведомства, не задействованные на постоянной основе в национальной системе. Запросы также направляются 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 и экспертные оценки.



Рисунок 1.2 – Общая схема оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов

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.

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 (ИГКЭ, 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 не менее чем 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. Материалы, относящиеся к межведомственному взаимодействию, хранятся в Росгидромете (копии – в ИГКЭ).

### 1.2.3 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»* (ИГКЭ, 2007). Упомянутый документ (далее Порядок), определяет объем, перечень и сроки проведения мероприятий по обеспечению и контролю качества кадастра, их соответствие положениям руководящих принципов МГЭИК, а также требованиям соответствующих нормативных документов РКИК ООН. 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;
- проверку процедур сбора и хранения данных о деятельности, параметров, расчетных и других материалов, включая информацию о проверках.

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

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

- 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.

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 достаточную 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. График обеспечения и контроля качества соответствует плану обеспечения и контроля качества, необходимость подготовки которого устанавливается соответствующими документами МГЭИК и РКИК ООН). 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.

Информация ограниченного доступа, необходимая для разработки кадастра, в том числе для оценки выбросов и абсорбции парниковых газов в отдельных категориях источников, запрашивается, поступает и хранится в ИГКЭ в соответствии с требованиями действующих в Российской Федерации нормативно-правовых актов. В соответствии с положениями Руко-

водящих принципов (РКИК ООН, 2014) информация ограниченного доступа не включается в состав кадастра.

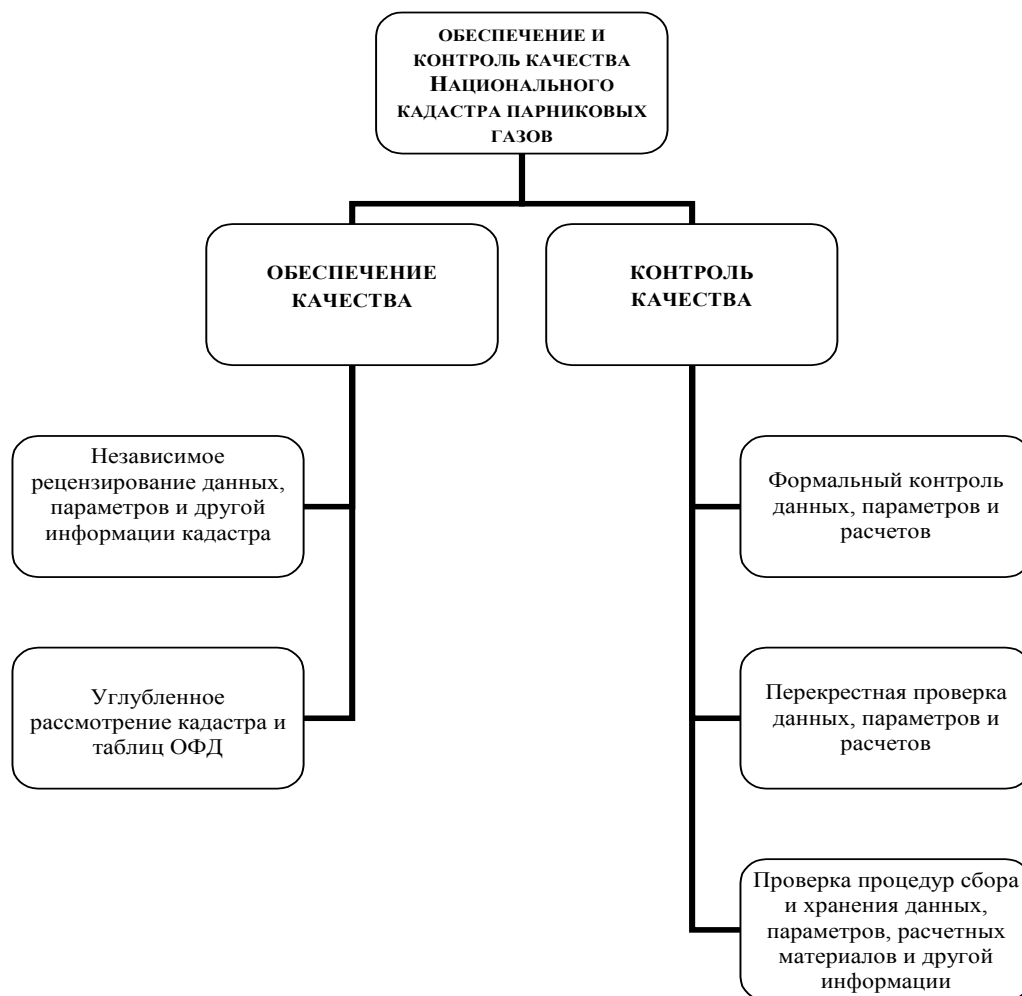


Рисунок 1.3 – Организационная диаграмма обеспечения и контроля качества Национального кадастра парниковых газов Российской Федерации

#### 1.2.4 Изменения в организации национального кадастра после представления предыдущего ежегодного кадастра

С момента представления предыдущего ежегодного кадастра изменения в организации и системе подготовки национального кадастра Российской Федерации не производились.

### 1.3 Общее описание методологий и источников данных

Методическую основу оценки выбросов и абсорбции парниковых газов составляют Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 года (МГЭИК, 2006), дополненные методическими разработками, основанными на отечественном опыте проведения национальных инвентаризаций и материалах научных исследований. Более подробная информация о методологиях расчета выбросов и поглощения парниковых газов по отдельным секторам и категориям источников и поглотителей приведена в соответствующих разделах настоящего доклада.

Основные источники данных и материалов, используемых для разработки кадастра, включая выполнение оценок выбросов и абсорбции парниковых газов, перечислены в под-



разделе 1.2.2. Более подробная информация, относящаяся к отдельным секторам и категориям источников и поглотителей, приведена в соответствующих разделах настоящего доклада.

#### 1.4 Анализ ключевых категорий

В соответствии с требованиями Руководящих принципов МГЭИК (МГЭИК, 2006), к ключевым отнесены категории источников, вносившие наибольший вклад в совокупный выброс парниковых газов в Российской Федерации в последнем, учтенном в кадастре, году, либо вносившие наибольший вклад в тренд совокупного выброса за весь учитываемый в кадастре период лет, начиная с 1990г. Анализ проводился как для совокупного выброса с учетом выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ, так и для совокупного выброса без учета ЗИЗЛХ. Более подробная информация содержится в приложении 1 (часть 2 настоящего доклада).

Результаты анализа будут использованы в процессе планирования при разработке следующего ежегодного кадастра, с целью оптимального распределения ресурсов – с тем, чтобы совершенствование методик, сбор и уточнение исходных данных, оценка и контроль качества для ключевых категорий производились в приоритетном порядке.

#### 1.5 Общая оценка неопределенности

В настоящем кадастре парниковых газов выполнена количественная оценка неопределенности для всех секторов и категорий источников выбросов и абсорбции парниковых газов, а также для совокупного выброса Российской Федерации (общая неопределенность кадастра). Более подробные сведения содержатся в приложении 2 (часть 2 доклада).

#### 1.6 Общая оценка полноты

В данный кадастр включены данные о выбросах и абсорбции всех парниковых газов, указанных в Приложении А к Киотскому протоколу – диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гидрофторуглеродов (ГФУ), перфторуглеродов (ПФУ) и гексафторида серы ( $\text{SF}_6$ ), а также газов с косвенным парниковым эффектом – окислов азота ( $\text{NO}_x$ ) окиси углерода ( $\text{CO}$ ), и диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ). Выбросы трифторида азота ( $\text{NF}_3$ ) не оценивались, ввиду того, что эти выбросы отсутствовали или были незначительными в течение всего периода времени, охватываемого кадастром. Оценки выбросов или абсорбции произведены для всех секторов и большинства категорий источников МГЭИК, за исключением тех категорий, для которых на территории РФ отсутствует хозяйственная или иная деятельность, приводящая к выбросам/абсорбции. Для некоторых видов деятельности оценки выбросов приведены в категориях, отличных от предусмотренных классификацией МГЭИК, что связано со специфическими особенностями исходных данных о деятельности, используемых для оценок выбросов.

В докладе содержатся оценки выбросов и абсорбции для всей территории Российской Федерации. Природные (неантропогенные) выбросы и абсорбция парниковых газов в кадастр не включались. Более подробная информация о полноте охвата отдельных категорий источников по секторам МГЭИК приведена в соответствующих разделах доклада.

Для пересчета выбросов парниковых газов в эквивалент диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ -экв.) использовались 100-летние потенциалы глобального потепления МГЭИК<sup>10</sup>, приведенные в Руководящих принципах (РКИК ООН, 2014).

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

---

<sup>10</sup> В соответствии с таблицей 2.14 «Исправлений к вкладу Рабочей группы I в Четвертый доклад об оценках Межправительственной группы экспертов по изменению климата»

## 2. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫБРОСОВ И АБСОРБЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

В настоящий раздел включена информация об общей динамике и приростах антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) шести основных не регулируемых Монреальским протоколом парниковых газов за период с 1990г. по 2013г. Подробное описание использованных методов, данных и параметров расчетных оценок выбросов, применительно к отдельным категориям источников и поглотителей парниковых газов, приведено в разделах 3-7 настоящего доклада.

### 2.1 Тенденции совокупных выбросов парниковых газов

Данные о совокупных антропогенных выбросах в Российской Федерации всех парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, (в CO<sub>2</sub>-экв.) представлены на рисунке 2.1 и в таблице 2.1. Как видно из этих данных, по сравнению с 1990 годом – базовым годом РКИК ООН Киотского протокола, совокупные выбросы значительно снизились (на 42,8% с учетом сектора ЗИЗЛХ, и на 28,6% - без его учета).

С 1990 по 1998 гг. в Российской Федерации происходило уменьшение совокупного выброса, затронувшее все секторы, и связанное с динамикой общей экономической ситуации в стране. В последующие годы, в период экономического роста, наблюдалось устойчивое увеличение выбросов парниковых газов. В 2009г., под влиянием кризиса, выбросы в секторах экономики сократились по сравнению с предыдущим годом; а в 2011 и 2012гг. рост выбросов возобновился. Однако в 2013г. совокупный выброс парниковых газов вновь сократился (на 1,8% по отношению к предыдущему году, без учета сектора ЗИЗЛХ). Основными драйверами изменения выбросов в Российской Федерации являются общие тенденции развития экономики (прирост и падение ВВП), изменение структуры ВВП, изменения структуры топливного баланса и, в некоторой степени, межгодовые колебания температуры воздуха на территории РФ и связанные с ними колебания энергопотребления.

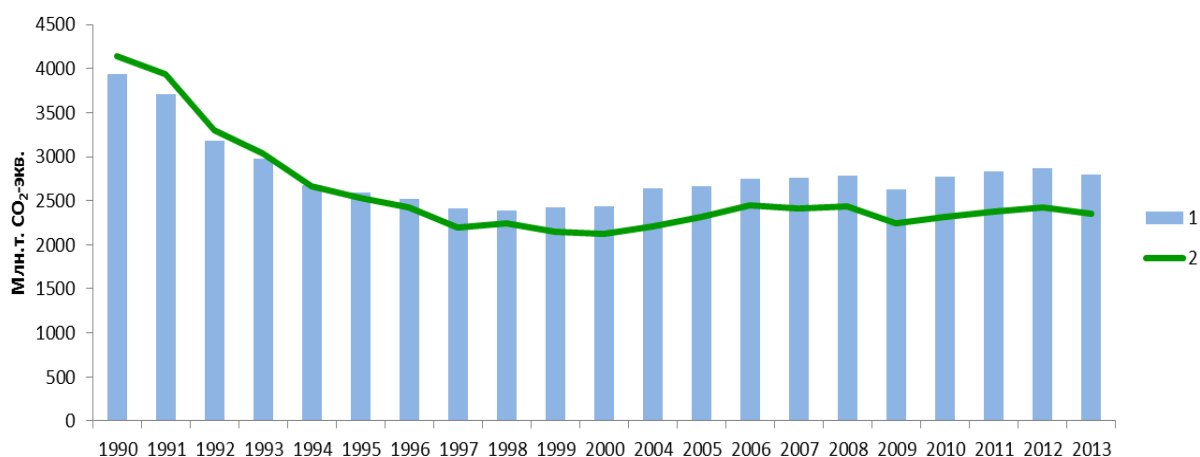


Рисунок 2.1 – Совокупные антропогенные выбросы парниковых газов в Российской Федерации, без учета (1) и с учетом (2) землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства

Таблица 2.1

Тенденции выбросов парниковых газов в Российской Федерации по парниковым газам (млн. т. CO<sub>2</sub>-экв.)

Сектор	Год												
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CO <sub>2</sub> без учета ЗИЗЛХ	2 590,1	1 629,9	1 504,5	1 575,6	1 594,3	1 653,7	1 653,5	1 685,4	1 577,0	1 663,0	1 717,6	1 727,9	1 667,1
CO <sub>2</sub> с учетом ЗИЗЛХ	2 759,1	1 535,1	1 160,5	1 111,9	1 176,0	1 275,4	1 232,7	1 258,2	1 113,6	1 160,1	1 196,3	1 239,4	1 168,5
CH <sub>4</sub> без учета ЗИЗЛХ	1 115,5	815,9	790,6	944,0	958,7	978,7	988,4	992,3	948,1	994,9	1 015,6	1 018,4	1 025,5
CH <sub>4</sub> с учетом ЗИЗЛХ	1 136,7	834,6	810,9	962,9	981,0	1 004,1	1 013,0	1 017,8	973,6	1 017,7	1 038,3	1 041,0	1 046,5
N <sub>2</sub> O без учета ЗИЗЛХ	183,2	115,2	98,8	92,5	89,9	90,0	90,2	88,3	89,5	94,9	90,2	94,6	90,0
N <sub>2</sub> O с учетом ЗИЗЛХ	193,7	130,4	116,1	110,2	130,0	143,1	147,1	142,6	140,9	126,0	122,5	121,5	119,6
ГФУ	35,9	15,4	26,6	18,4	19,8	18,0	16,9	17,9	12,5	13,4	11,3	17,6	25,0
ПФУ	15,1	13,5	9,9	6,7	6,3	5,6	5,0	4,9	3,4	3,6	3,3	3,3	3,4
SF <sub>6</sub>	1,1	0,4	0,7	1,2	1,3	1,3	1,3	0,8	0,8	0,6	0,5	5,2	4,9
NF <sub>3</sub> <sup>1)</sup>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего, без учета ЗИЗЛХ	3 941,1	2 590,2	2 431,0	2 638,3	2 670,4	2 747,3	2 755,3	2 789,6	2 631,3	2 770,4	2 838,6	2 867,1	2 815,8
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	4 141,7	2 529,4	2 124,7	2 211,2	2 314,5	2 447,5	2 416,0	2 442,2	2 244,8	2 321,5	2 372,2	2 428,0	2 367,9

<sup>1)</sup>Выбросы не оценивались ввиду их незначительности или отсутствия

Таблица 2.2

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

Сектор	Год												
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Энергетика	3 250,1	2 127,0	2 002,2	2 204,2	2 238,9	2 307,6	2 309,6	2 351,9	2 217,7	2 334,6	2 402,5	2 414,9	2 361,1
Промышленные процессы и использование продукции	298,1	181,1	197,0	207,6	210,1	219,0	221,8	212,4	186,3	202,9	205,9	212,9	216,9
Сельское хозяйство	314,8	205,3	152,5	142,1	135,0	132,5	133,6	133,0	133,2	136,5	130,5	136,5	131,8
ЗИЗЛХ	200,6	-60,8	-306,4	-427,0	-355,8	-299,8	-339,3	-347,4	-386,5	-448,9	-466,4	-439,1	-447,9
Отходы	78,1	76,7	79,3	84,4	86,3	88,2	90,4	92,3	94,1	96,5	99,7	102,7	106,0
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	4 141,7	2 529,4	2 124,7	2 211,2	2 314,5	2 447,5	2 416,0	2 442,2	2 244,8	2 321,5	2 372,2	2 428,0	2 367,9

## 2.2 Тенденции выбросов по секторам

В таблице 2.2 представлены данные о выбросах и абсорбции парниковых газов в Российской Федерации с разбивкой по секторам кадастра<sup>11</sup>, а в таблице 2.3 – приращения выбросов парниковых газов по секторам.

Таблица 2.3

Приращения выбросов парниковых газов в Российской Федерации, %

Приращения	Сектор					Всего, без учета ЗИЗЛХ	Всего, с учетом ЗИЗЛХ
	Энергетика	Промышленные процессы и использование продукции	Сельское хозяйство	ЗИЗЛХ	Отходы		
Последний год по отношению к предпоследнему	-2,23	1,84	-3,46	2,02	3,22	-1,79	-2,48
Последний год по отношению к 1990г.	-27,35	-27,24	-58,13	-323,26	35,79	-28,55	-42,83

Распределение выбросов по секторам в охватываемом кадастром периоде времени изменилось не очень существенно. Доминирующую роль в совокупном выбросе продолжают играть выбросы энергетического сектора. Уменьшился вклад сельского хозяйства. В противоположность другим секторам, выбросы, связанные с отходами демонстрируют постоянный рост, превысив уровень базового года, вследствие чего доля этого сектора в совокупном выбросе заметно увеличилась.

Динамика выбросов при землепользовании, изменений в землепользовании и лесном хозяйстве определяется следующими факторами:

- уменьшением выброса от пахотных земель (обусловленным сокращением площадей пахотных земель, увеличением средней урожайности большинства культурных растений в последние годы, и, в основном, снижением уровня микробного дыхания пахотных почв в результате низких доз внесения органических удобрений);
- увеличением поглощения на территории управляемых лесов (обусловленным сокращением объема лесозаготовки, увеличением площади управляемых лесов);
- аккумуляцией почвенного органического углерода на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья, в связи с ростом их площадей.

Доминирующим в данном секторе парниковым газом является CO<sub>2</sub>. Его выбросы в секторе преобладали над поглощением в 1990-1993 гг., когда в стране происходило достаточно интенсивное использование сельскохозяйственных земель и лесных ресурсов. Однако в последующие годы действие перечисленных выше факторов привело к сокращению выбросов и к интенсификации накопления углерода в биомассе за счет стока CO<sub>2</sub> из атмосферы. Абсорбция CO<sub>2</sub> из атмосферы в этот период превышала эмиссию (табл. Р.2). В последнем году инвентаризации сектор ЗИЗЛХ оставался значительным поглотителем парниковых газов, компенсируя около 16% выбросов, происходивших в остальных секторах.

<sup>11</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 для получения энергии, а также потери газообразных топливных продуктов в атмосферу в виде технологических выбросов, утечек и сжигания в факелах.

### 3. ЭНЕРГЕТИКА (Сектор 1 ОФД)

#### 3.1 Обзор сектора

Сектор «Энергетика» вносит наибольший вклад в общий антропогенный выброс парниковых газов России. Он является источником выбросов парниковых газов диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), оксида диазота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) и предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , летучих неметановых органических соединений (ЛНОС) и  $\text{SO}_2$ ). В 2013 г. вклад сектора в суммарный эквивалентный выброс парниковых газов составил 83,9% без учета выбросов от сектора «Землепользование, изменения землепользования и лесное хозяйство». Основные выбросы связаны с добычей, первичной переработкой, транспортировкой и использованием природного топлива (нефть, природный и нефтяной (попутный) газы, уголь, торфа и др.) и продуктов его переработки (рис. 3.1). В составе выбросов преобладает  $\text{CO}_2$  – на него в 2013 г. приходилось 63,0% всех выбросов по сектору. Вклады  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составляют 36,8% и 0,2% соответственно.

Согласно Руководящим принципам РКИК ООН<sup>12</sup>, в секторе «Энергетика» представляются данные о выбросах парниковых газов и предшественников озона от сжигания топлив (1.A), их утечек и испарения (1.B) и транспорта и хранения диоксида углерода (1.C). В 2013 году общие выбросы парниковых газов в эквиваленте  $\text{CO}_2$  составили 2,4 млрд. т (2 361 132,1 Гг  $\text{CO}_2$ -экв.), что на 27,4% ниже уровня 1990 года. Результаты оценок выбросов парниковых газов по сектору «Энергетика» приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

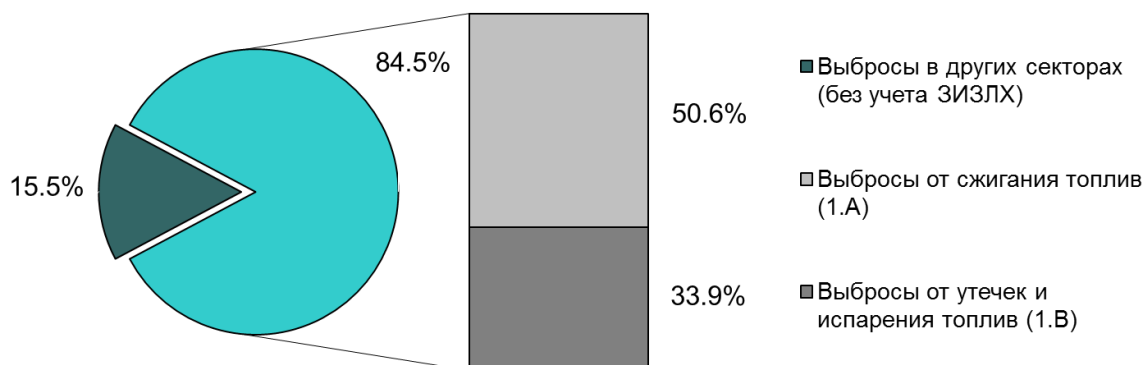


Рисунок 3.1 – Вклад сектора «Энергетика» в совокупный выброс парниковых газов

Оценки выбросов газов с косвенным парниковым эффектом представлены на рисунке 3.2. Эмиссия  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}$  в 2013 году сократилась соответственно до 58,8% и 50,7% от уровня 1990 года. В свою очередь величины выбросов ЛНОС и диоксида серы приближаются к уровню 1990 года: в 2013 году их выбросы составили соответственно 96,7% и 94,2% от величин 1990 года.

<sup>12</sup> Пересмотр руководящих принципов РКИКООН для представления информации о годовых кадастрах Сторон, включенных в приложение I к Конвенции. Решение 24/CP.19. // Доклад Конференции Сторон о работе ее девятнадцатой сессии, состоявшейся в Варшаве с 11 по 23 ноября 2013 года. FCCC/CP/2013/10/Add.3, С. 2 – 25. (<http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/rus/10a03r.pdf>)

Таблица 3.1

Выбросы парниковых газов от основных категорий источников в секторе «Энергетика»  
(Tg CO<sub>2</sub>-экв.)

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1.А Сжигание топлива												
1.АА Подход по секторам												
2288,6	1446,5	1307,4	1334,5	1350,3	1397,2	1385,1	1437,0	1346,8	1409,3	1455,8	1468,4	1413,6
1.В Утечки и испарение топлив												
1.В.1 Твердые топлива												
87,6	58,6	50,5	52,8	54,7	57,6	57,7	58,9	54,6	55,8	56,8	58,5	58,6
1.В.2 Нефть и газ												
873,9	622,0	644,3	816,9	833,9	852,8	866,7	856,1	816,3	869,5	889,9	888,1	889,0
1.С Транспорт и хранение диоксида углерода												
NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Всего												
3250,1	2127,0	2002,2	2204,2	2238,9	2307,6	2309,6	2351,9	2217,7	2334,6	2402,5	2414,9	2361,2
Использование топлив в международных морских и авиационных перевозках <sup>(1)</sup>												
17,4	17,2	18,6	23,8	24,9	26,6	30,1	25,1	23,9	27,3	32,3	40,0	46,7
Сжигание биомассы в энергетических целях <sup>(1)</sup>												
62,6	29,5	18,5	16,5	16,4	16,5	17,7	15,4	14,4	14,8	14,6	14,6	13,9

<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 секторе «Энергетика» (Tg CO<sub>2</sub>-экв.)

Газ	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CO <sub>2</sub>	2338,4	1478,7	1347,2	1397,5	1415,2	1463,1	1458,7	1500,1	1411,8	1482,2	1531,6	1545,6	1488,2
CH <sub>4</sub>	902,5	643,1	650,3	801,7	818,5	839,1	845,7	846,6	800,9	847,5	865,7	864,0	867,7
N <sub>2</sub> O	9,3	5,2	4,7	5,0	5,2	5,4	5,2	5,2	5,0	4,9	5,2	5,3	5,2
Всего	3250,1	2127,0	2002,2	2204,2	2238,9	2307,6	2309,6	2351,9	2217,7	2334,6	2402,5	2414,9	2361,2

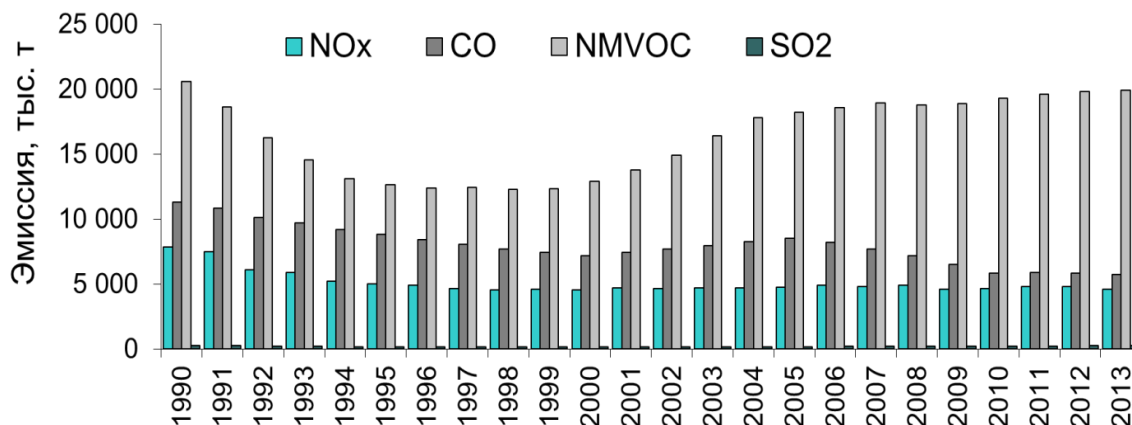


Рисунок 3.2 – Выбросы газов с косвенным парниковым эффектом в секторе «Энергетика»

### 3.2 Сжигание топлива (1.А)

Расчеты выбросов  $\text{CO}_2$  от сжигания топлива проведены для всего временного ряда с 1990 по 2013 год с использованием базового (по основным видам топлива) и секторного (по основным категориям источников) подходов. Впервые расчет выбросов от сжигания топлива проведен с применением Руководящих подходов МГЭИК 2006 (IPCC, 2006). Выбросы от некоторых подкатегорий источников рассчитаны в соответствии с методом уровня 2 методологии МГЭИК (IPCC, 2006) с использованием национальных коэффициентов эмиссии. Эмиссия других, кроме  $\text{CO}_2$ , газов при сжигании топлива рассчитана по категориям источников также для всего временного ряда с 1990 по 2013 гг.

Суммарные выбросы парниковых газов при сжигании топлива в 2013 году составляли 1413516.75 Гг  $\text{CO}_2$ -экв., что на 38,2% меньше, чем в 1990 году и на 3,7% меньше, чем в 2012 году. На долю сжигания топлива в 1990 г. в России приходилось 55,3% национального выброса парниковых газов (в  $\text{CO}_2$ -эквиваленте, без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство») и 70,4% общих выбросов в секторе «Энергетика». В 2013 г. эти величины составили соответственно, 59,7% и 59,9% (рис. 3.3). Вклад выбросов парниковых газов от подсектора 1А-Сжигание топлива в суммарные выбросы от сектора «Энергетика» и суммарные национальные выбросы значительно сократился при переходе на расчеты по Руководящим принципам МГЭИК 2006 г. (МГЭИК, 2006). В 2013 году 36,1% выбросов от подсектора определяло сжигание топлива в энергетической промышленности. Сжигание топлива на транспорте вносило 10,7% суммарных выбросов парниковых газов от сектора, сжигание топлива в промышленности – 5,8%, а в других отраслях экономики – по 7,2% (рис. 3.3).

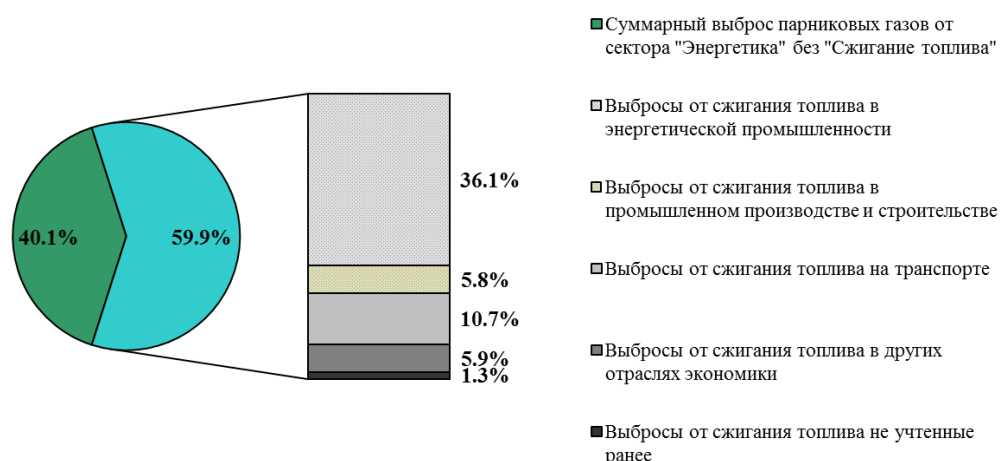


Рисунок 3.3 – Доля сжигания топлива в суммарном выбросе парниковых газов от сектора «Энергетика»

В России широко используются все основные ископаемые топлива – уголь, нефть и природный газ, а также продукты их переработки. Значительные количества нефти, нефтепродуктов и газа экспортируются. В относительно небольших количествах в качестве топлива используется торф, использование горючих сланцев с 2012 года отсутствует.

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 выбросов от сжигания топлива, в соответствии с требованиями РКИК ООН и МГЭИК, не включались выбросы от топлив, использованных при международных морских

и авиационных перевозках (бункерное топливо) и выбросы от использования топлива из биомассы (в России к такому топливу относится, в основном, древесное топливо).<sup>13</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.

В кадастре 2015 года природный газ, использующийся для производства железа прямого восстановления, исключен из расчетов в секторе Энергетика подкатегории 1.A.2a – Черная металлургия, т.к. выбросы от его использования уже учитываются в секторе «Промышленные процессы». Соответствующее количество природного газа также исключено и из расчетов по базовому подходу и отнесено к неэнергетическому использованию.

Как и в прошлых кадастрах, в кадастре 2015 года 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, приведены в разделе 3.2.5.

### 3.2.1 Сравнение базового и секторного подходов

В 2013г. общее расхождение между выбросами CO<sub>2</sub> от сжигания топлива, определенными с помощью базового и секторного подходов МГЭИК, составило 539,19 Гг, или -0,04% общего выброса CO<sub>2</sub> в данной категории. Суммарный выброс, определенный с помощью базового подхода, практически равен рассчитанному, с помощью секторного подхода, хотя для индивидуальных видов топлива расхождение может быть как положительным, так и отрицательным (табл. 3.3).

Таблица 3.3

*Сравнение выбросов CO<sub>2</sub>, полученных на основе базового и секторного подхода*

Вид топлива	Базовый подход		Секторный подход		Расхождение, %	
	Кажущееся потребление, ПДж	Выброс CO <sub>2</sub> , Гг	Кажущееся потребление, ПДж	Выброс CO <sub>2</sub> , Гг	Потребление	Выброс CO <sub>2</sub>
Жидкое	4646,25	334209,00	4519,55	321346,52	2,80	4,00
Твердое	2985,96	278949,37	3232,49	297918,86	-7,63	-6,37
Газовое	14529,08	790362,59	13998,93	761541,77	3,79	3,78
Торф	12,49	1323,27	11,01	1166,72	13,44	13,42
<b>Всего</b>	<b>22173,77</b>	<b>1404641,80</b>	<b>21925,41</b>	<b>1405234,99</b>	<b>1,13</b>	<b>-0,04</b>

В кадастре 2015 года, в связи с переходом на Руководящие принципы МГЭИК 2006 года (МГЭИК, 2006), из расчетов по базовому подходу исключен весь углерод, содержащийся в топливе, идущем на неэнергетические цели (сырье, восстановители, нетопливное использование).

Вероятными причинами оставшегося расхождения между оценками выбросов углекислого газа по базовому и секторному подходу являются:

- Наличие потерь топлив на стадии переработки (преобразования) из одних видов топлива в другие (в частности, при переработке первичных (природных) топлив). Базовый подход МГЭИК игнорирует наличие таких потерь, т.е. по умолчанию

<sup>13</sup> Оценки выбросов от топлива, используемого при международных авиационных и морских перевозках (бункерное топливо), и от сжигания биомассы приводятся отдельно от национальных выбросов парниковых газов и включаются в кадастр в виде справочной информации.



предполагает потерянное топливо сожженным (использованным). Секторный подход, наоборот, учитывает только действительно использованное топливо. (Согласно методике МГЭИК потери при переработке, происходящие в форме выбросов парниковых газов в атмосферу, оцениваются в подразделе 1В – выбросы от утечек и испарения топлив).

- Принципиальная особенность базового подхода МГЭИК, заключающаяся в оценке выбросов  $\text{CO}_2$  на основе расчетного, «кажущегося», потребления топлив, в результате чего для условий России количество потребленного первичного (природного) жидкого топлива оказывается завышенным, а вторичного – заниженным. Учитывая, что к первичным и вторичным топливам применяются различающиеся расчетные параметры (например, содержание углерода) это приводит к дополнительным расхождениям при сравнении с результатами секторного подхода.

### 3.2.2 Исключенный углерод и неэнергетическое использование топлив

Расчет исключенного 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 2006 года (МГЭИК, 2006). Российский топливный баланс предоставляет данные о количестве топлива, используемого для неэнергетических целей. Однако не все из этих топлив включены в расчет исключенного углерода при неэнергетическом использовании.

В кадастре 2015 года, в связи с переходом на расчеты по Руководящим принципам МГЭИК 2006, из расчета по базовому подходу исключен весь углерод, содержащийся в топливе, используемом в неэнергетических целях (сырье, восстановители, нетопливное использование).

Выбросы от использования кокса в черной металлургии учитываются в секторе 2.С.1. «Промышленные процессы, Черная металлургия», поэтому весь кокс, отнесенный в национальной статистике к черной металлургии, исключен из расчетов в категории 1.А.2.а – Черная металлургия, а в секторе 1.А.1 – «Сжигание топлива, базовый подход» рассматривается как исключенный углерод. Весь временной ряд данных по использованию кокса в черной металлургии, производстве и неэнергетическом использовании нефтебитума и смазочных материалов согласован с данными, используемыми при проведении расчетов в секторе 2 ОФД – Промышленные процессы и использование иной продукции (Глава 4).

В кадастре 2015 года впервые из расчетов в подсекторе Сжигание топлива (1.А) исключен природный газ, использующийся в качестве восстановителя при производстве железа прямого восстановления. Выбросы от использования природного газа учтены в категории Железо прямого восстановления (2.С.1.с) и исключены из расчета в секторе «Энергетика» в секторном подходе. Соответствующие объемы природного газа в базовом подходе учтены как топливо, идущее на неэнергетические цели. В предыдущие годы, включение данных объемов газа в расчеты в секторе «Энергетика» приводило к двойному учету выбросов  $\text{CO}_2$ .

В 2013 г. доля включенного в инвентаризацию парниковых газов неэнергетического использования топлива от общего количества топлив, используемых в неэнергетических целях согласно ТЭБ, составила 65%. В таблице 3.4 приведены данные о количестве топлива, включенного в расчет накопленного углерода в кадастре 2015 года.

Для корректного определения доли учтенного неэнергетического использования топлива, к данным по суммарному неэнергетическому использованию топлива, приведенным в материалах Росстата, были добавлены рассчитанные в секторе «Промышленные процессы и использование иной продукции» объемы неэнергетического использования смазочных материалов, битума, кокса. Для всех лет доли учтенного неэнергетического использования топлива пересчитаны с учетом объемов природного газа, используемого для производства железа прямого восстановления. 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.

Таблица 3.4

*Общее количество топлива, используемого для неэнергетических целей в России, и общее количество топлива, включенного в расчеты эмиссии парниковых газов*

Год	Общее неэнергетическое использование (ТДж)	Включено в расчеты в данном кадастре (ТДж)	Доля топлива, включенного в расчет в данном кадастре, %
1990	6513308,73	4548484,81	69,83
1995	2942522,57	1701462,82	57,82
2000	4606759,32	2358968,07	51,21
2004	3936498,64	2357558,09	59,89
2005	3903560,90	2581636,10	66,14
2006	4061521,69	2636868,38	64,92
2007	4346781,35	2810164,16	64,65
2008	4299683,58	2752917,81	64,03
2009	4215036,84	2685460,51	63,71
2010	4510512,00	2954643,02	65,51
2011	4643832,43	3086628,22	66,47
2012	4566590,51	3013804,00	66,00
2013	4463874,14	3188790,95	71,44

В расчет накопленного углерода в данном кадастре 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.

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

#### 3.2.3.1 Описание категории

В соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 года, для проведения расчетов выбросов CO<sub>2</sub> по базовому подходу был использован метод уровня 1 – по видам топлива (МГЭИК, 2006). Для каждого года за период с 1990 по 2013 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 CO<sub>2</sub> 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. Использование горючих сланцев с 2012 года прекращено. 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.

В 2013 г. выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива, рассчитанные с использованием базового подхода по видам топлива, составили 1 404 641,8 Гг, что на 40,6% меньше, чем в 1990 году. Временной ряд выбросов диоксида углерода при сжигании основных видов топлива приведен в таблице 3.5.

#### 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 ис-

пользовалось для того, что бы избежать двойного учета выброса CO<sub>2</sub> при переработке первичных видов топлив.

Таблица 3.5

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего, в том числе	2,363	1,510	1,367	1,369	1,339	1,361	1,348	1,402	1,309	1,350	1,446	1,479	1,404
Жидкое топливо	0,926	0,408	0,314	0,282	0,309	0,304	0,296	0,315	0,286	0,275	0,327	0,354	0,334
Твердое топливо	0,625	0,411	0,363	0,334	0,282	0,290	0,274	0,309	0,285	0,272	0,291	0,308	0,278
Газ	0,803	0,686	0,686	0,751	0,745	0,765	0,776	0,777	0,736	0,801	0,825	0,816	0,790
Торф	0,007	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

В период с 1992 по 1999 гг. для расчетов использовались данные национальной статистики, представляемые Росстатом в банк данных Международного Энергетического Агентства. Для расчетов за 1990, 1991 и 2000-2013 гг. использовались данные по производству, экспорту, импорту и изменению запаса топлив, предоставленные Росстатом. Краткий расчетный баланс энергоресурсов Российской Федерации за 2013г. приведен в Приложении 2. Временной тренд потребления топлива в России приведен в таблице 3.6.

Таблица 3.6

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

	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего, в том числе	63,01	60,00	61,28	61,08	62,20	62,49	63,94	60,09	63,02	67,06	67,81	65,48
Жидкое топливо	43,96	37,89	34,58	37,39	36,85	36,74	38,62	34,89	34,56	40,45	43,23	42,42
Твердое топливо	65,78	60,25	57,80	50,09	51,80	49,51	53,35	49,30	48,20	50,75	52,60	47,93
Газ	77,01	77,59	84,31	85,05	87,25	89,04	89,09	85,23	92,56	95,79	94,42	91,94
Торф	49,65	42,93	20,64	21,76	21,93	17,28	12,99	12,98	16,81	21,02	18,74	18,41

#### Динамика выбросов углекислого газа

Динамика выбросов углекислого газа от сжигания топлив в Российской Федерации определялась в основном изменением компонентного состава топливного баланса и объемов их потребления (рис. 3.4, табл. 3.7). В период с 1990 по 1998 гг. в стране наблюдалось значительное снижение выбросов CO<sub>2</sub>, выбросы 1998 года составили 58,29% от выбросов 1990 года. После 1998 года наметилась их стабилизация. Относительный спад выбросов парниковых газов отмечался в 2009-2010 году, что может быть результатом кризиса 2008 года, однако уже в 2011 году выбросы диоксида углерода снова стали увеличиваться. Оцененная с применением базового подхода эмиссия CO<sub>2</sub> в 2013 году составила 1 404 641,80 Гг CO<sub>2</sub> или 59,4% объема эмиссии 1990г.

За период с 1990 по 2013 гг. произошло значительное изменение доли потребления различных видов топлив, а, следовательно, и вкладов от сжигания твердых, жидких и газообразных топлив в суммарную эмиссию CO<sub>2</sub> в России (табл. 3.7, рис. 3.5). В 2013 г. по сравнению с 1990г. на 20% выросла доля выбросов диоксида углерода от сжигания природного газа, а доли выбросов, обусловленные сжиганием жидких и твердых топлив, сократились соответственно на 14% и 6%.

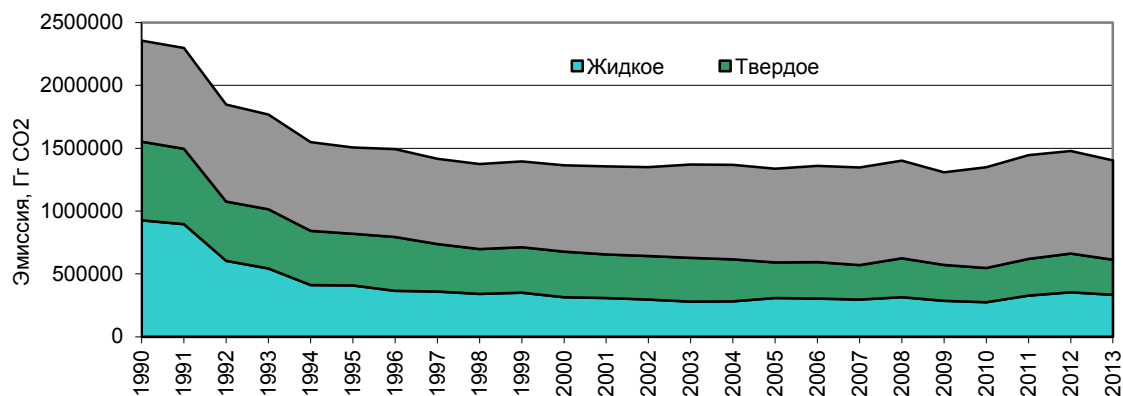


Рисунок 3.4 – Тренды выбросов углекислого газа от сжигания различных видов топлива, Гг.

Таблица 3.7

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

Год	Всего	Жидкое топливо	Твердое топливо	Газ
1995	63,90	44,08	65,75	85,44
2000	57,87	33,96	58,04	85,47
2004	57,96	30,47	53,40	93,56
2005	56,67	33,33	45,23	92,79
2006	57,62	32,82	46,39	95,27
2007	57,06	31,97	43,82	96,66
2008	59,35	34,01	49,47	96,68
2009	55,42	30,90	45,64	91,69
2010	57,13	29,69	43,52	99,75
2011	61,22	35,38	46,67	102,71
2012	62,62	38,22	49,27	101,54
2013	59,44	36,05	44,60	98,34

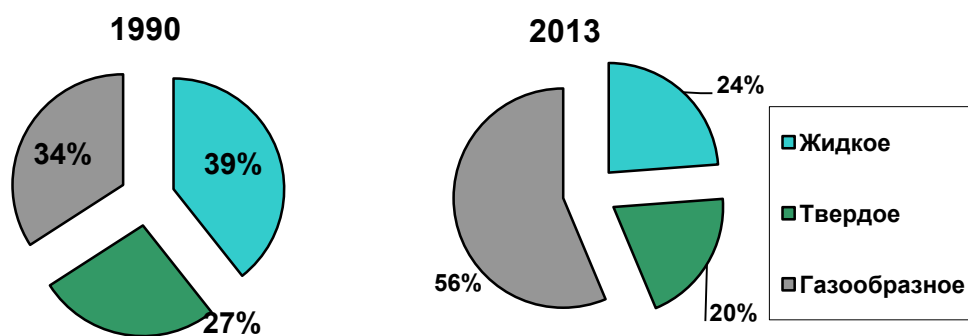


Рисунок 3.5 – Вклад различных видов топлив в суммарный выброс CO<sub>2</sub> от сжигания топлива в 1990 и 2013 годах

### 3.2.3.2 Методологические вопросы

Фактическое потребление топлива рассчитывали 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 3.1 (МГЭИК, 2006):

$$\text{Фактическое потребление} = \text{Производство} + \text{Импорт} - \text{Экспорт} - \text{Международный бункер} - \text{Изменение запасов} \quad (3.1)$$

Количество топлива (дизельное топливо, мазут, авиационный керосин), используемого в качестве международного бункера было получено расчетным путем, на основании данных национальной статистики и оценки экспертов. Подробное описание используемой методики и исходных данных приведено в разделе 3.2.5.

Исходные данные за период с 1992 по 2004 гг. приведены в тыс. т, а за 1990, 1991 и 2005-2013 гг. – в тыс. т условного топлива. Для преобразования этих данных в энергетические единицы используются значения низшей теплотворной способности топлива, взятые с учетом свойств отечественных топливных ресурсов. Если исходные данные о потреблении топливных ресурсов приведены в тыс. т условного топлива (тыс. т.у.т.), то для перевода в ТДж используется коэффициент перевода, равный 29,3076 ТДж/тыс. т.у.т. (в предыдущих кадастрах применялся округленный коэффициент – 29,3 ТДж/тыс. т.у.т.).

Для преобразования исходных данных в общие энергетические единицы (ТДж) использовались переводные множители МГЭИК, а для тех топлив, для которых имеются данные, использовались национальные коэффициенты перевода в тонны условного топлива. В кадастре 2015 года ряд коэффициентов был пересмотрен, в соответствии с методологическими положениями Росстата и Методическими рекомендациями по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах российской федерации (Методологические положения, 1999; Методические рекомендации, 2015). Итоговые коэффициенты для всех видов топлива, включенных в расчеты, приведены в таблице 3.8, национальные коэффициенты, приведенные в таблице помечены как «(н)». Для углей был рассчитан средний калорийный эквивалент с учетом доли углей различных бассейнов в суммарном потреблении угля (включая каменный уголь, коксующийся уголь и антрацит). Значения среднего национального калорийного эквивалента угля для отдельных лет приведены в таблице 3.9. Перевод физических единиц в энергетические производится по формуле 3.2:

$$ADi \text{ (ТДж)} = ADi \text{ (ед)} \cdot Ci \text{ (ТДж/ед)}, \quad (3.2)$$

где:  $ADi \text{ (ТДж)}$  – потребление топливно-энергетического ресурса в ТДж;  
 $ADi \text{ (ед)}$  – потребление топливно-энергетического ресурса в физических единицах;  
 $Ci \text{ (ТДж/ед)}$  – коэффициент пересчета (таблица 3.8).

Коэффициенты выбросов  $CO_2$  отражают полное содержание углерода за исключением неокисленного углерода, переходящего в золу, сажу и твердые частицы. В кадастре 2015 года, в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 года, принято условие, что потери на неокисленный углерод равны нулю. Коэффициенты эмиссии  $CO_2$ , используемые в инвентаризации по базовому подходу, в основном, взяты из Руководящих принципов МГЭИК 2006 года (МГЭИК, 2006). Для ряда топлив применяются национальные коэффициенты, разработанные для национального кадастра парниковых газов с учетом состава топлив, применяемых в России. Используемые коэффициенты эмиссии  $CO_2$  приведены в таблице 3.8. Национальный коэффициент выбросов  $CO_2$  от природного газа разработан с учетом физико-химических характеристик товарного газа, транспортируемого по магистральным трубопроводам и поступающего потребителям (НДК 2014 (Приложение 3.4); Uvarova et al., 2015). Национальный коэффициент выбросов  $CO_2$  при сжигании угля разработан с учетом того, что угли разных марок и видов отличаются друг от друга по характеристикам и особенностям добычи. В российской статистике исходные данные о потреблении угля по видам деятельности доступны в целом для каменных углей и для бурого угля, с разделением углей по бассейнам и месторождениям. Поэтому при составлении кадастра 2015 впервые был рассчитан единый национальный коэффициент выбросов  $CO_2$  при сжигании каменных углей (включая антрацит и коксующийся уголь).

Таблица 3.8

Расчетные коэффициенты перевода в энергетические единицы и коэффициенты выбросов диоксида углерода ( $mCO_2/TДж$ )

Наименование типа топливных ресурсов	Единица измерения	Коэффициент перевода натуральных единиц в энергетические		Коэффициент выброса $CO_2$
		тыс. т.у.т./ед.	ТДж/ед.	
Нефть, включая промысловый газоконденсат	тыс. т.	1,430	41,91(н)	73,3
Автомобильный бензин	тыс. т.	1,490	43,67(н)	69,3
Авиационный бензин	тыс. т.	1,490	43,67(н)	70,0
Авиационный керосин	тыс. т.	1,470	43,08(н)	71,5
Другие виды керосина	тыс. т.	1,470	43,08(н)	71,9
Дизельное топливо	тыс. т.	1,450	42,50(н)	74,1
Мазут топочный	тыс. т.	1,370	40,15(н)	77,4
Мазут флотский	тыс. т.	1,430	41,91(н)	77,4
Топливо печное бытовое	тыс. т.	1,450	42,50(н)	77,4
Сжиженный нефтяной газ	тыс. т.	1,570	46,01(н)	63,1
Другие моторные топлива	тыс. т.	1,470	43,08(н)	71,9
Нефтебитум	тыс. т.	1,350	39,57	80,7
Нафта (лигроин)	тыс. т.	1,536	45,01	73,3
Смазочные материалы, парафины	тыс. т.	1,372	40,20	73,3
Газ нефтеперерабатывающих заводов	тыс. т.	1,500	43,96(н)	57,6
Нефтяной кокс	тыс. т.	1,080	31,65(н)	97,5
Другие нефтепродукты	тыс. т.	1,430	41,91(н)	73,3
Уголь по месторождениям				
уголь донецкий	тыс. т	0,876	25,67(н)	90,2(н)
уголь кузнецкий	тыс. т	0,867	25,41(н)	91,9(н)
уголь карагандинский	тыс. т	0,726	21,28(н)	94,2(н)
уголь подмосковный	тыс. т	0,335	9,82(н)	95,0(н)
уголь воркутинский	тыс. т	0,822	24,09(н)	92,6(н)
уголь интинский	тыс. т	0,649	19,02(н)	93,1(н)
уголь челябинский	тыс. т	0,552	16,18(н)	94,9(н)
уголь свердловский	тыс. т	0,330	9,67(н)	94,2(н)
уголь башкирский	тыс. т	0,264	7,74(н)	94,2(н)
уголь нерюнгринский	тыс. т	0,987	28,93(н)	94,2(н)
уголь якутский	тыс. т	0,751	22,01(н)	94,2(н)
уголь черемховский	тыс. т	0,752	22,04(н)	94,0(н)
уголь азейский	тыс. т	0,483	14,16(н)	93,9(н)
уголь читинский	тыс. т	0,483	14,16(н)	98,9(н)
уголь гузиноозерский	тыс. т	0,506	14,83(н)	94,9(н)
уголь хакасский	тыс. т	0,727	21,31(н)	94,4(н)
уголь канско-ачинский	тыс. т	0,516	15,12(н)	98,1(н)
уголь тувинский	тыс. т	0,906	26,55(н)	94,2(н)
уголь тунгусский	тыс. т	0,754	22,10(н)	94,2(н)
уголь магаданский	тыс. т	0,701	20,54(н)	93,1(н)
уголь арктический (шпицбергенский)	тыс. т	0,669	19,61(н)	94,2(н)
уголь норильский	тыс. т	0,761	22,30(н)	94,2(н)
уголь огоджинский	тыс. т	0,447	13,10(н)	94,2(н)
уголь камчатский	тыс. т	0,323	9,47(н)	93,1(н)
уголь Приморья	тыс. т	0,506	14,83(н)	93,1(н)
уголь экибастузский	тыс. т	0,628	18,41(н)	94,6(н)
уголь алтайский	тыс. т	0,782	22,92(н)	94,2(н)
уголь тугнуйский	тыс. т	0,692	20,28(н)	94,2(н)
уголь прочих месторождений	тыс. т	0,768	22,51(н)	94,2(н)
уголь импортный	тыс. т	0,768	22,51(н)	94,2(н)

Продолжение таблицы 3.8

Наименование типа топливных ресурсов	Единица измерения	Коэффициент перевода натуральных единиц в энергетические		Коэффициент выброса CO <sub>2</sub>
		тыс. т.у.т./ед.	ТДж/ед.	
Антрацит <sup>1)</sup>	тыс. т	0,911	26,70	98,3
Коксующийся уголь <sup>1)</sup>	тыс. т	0,962	28,20	94,6
Каменный уголь <sup>1)</sup> (Другие виды битуминозного угля)	тыс. т	0,768	22,51	94,6
Бурый уголь/Лигнит <sup>1)</sup>	тыс. т	0,467	13,69	101,0
Горючий сланец и битуминозные пески	тыс. т	0,300	8,79(н)	107,0
Угольные брикеты	тыс. т	0,706	20,7	97,5
Газ горючий искусственный коксовый	млн. м <sup>3</sup>	0,570	16,71(н)	44,4
Газ горючий искусственный доменный	млн. м <sup>3</sup>	0,430	12,60(н)	260,0
Кокс металлургический	тыс. т	0,990	29,01(н)	107,0
Смола каменноугольная	тыс. т	1,300	38,10(н)	80,7
Природный газ	млн. м <sup>3</sup>	1,154	33,82(н)	54,4(н)
Торф	тыс. т	0,340	9,96(н)	106,0
Промышленные отходы	тыс. т у.т.	1,000	29,31	143,0
Дрова для отопления и древесные отходы	плот. тыс. м <sup>3</sup>	0,266	7,80(н)	112,0
Древесный уголь	тыс. т	0,930	27,26(н)	112,0

<sup>1)</sup> – теплотворная способность углей и содержание в них углерода зависят от месторождения и может изменяться от года к году, поэтому в кадастре применяются средние взвешенные значения этих параметров, рассчитанные для каждого года на основе данных Росстата.

(н) – указывает на национальные коэффициенты.

Таблица 3.9

Национальные значения калорийного эквивалента – CF (т.у.т./т) и коэффициента выброса CO<sub>2</sub> для стационарного сжигания угля – EF (кг CO<sub>2</sub>/ТДж)

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
CF (т.у.т./т)	NA <sup>1)</sup>	NA	20,52	20,84	20,84	21,19	20,81	20,87	21,04	20,55	20,05	21,98
EF (кг CO <sub>2</sub> /ТДж)	93800	94000	94000	93850	93850	93700	93900	93800	93200	93400	93650	93000
Год	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CF (т.у.т./т)	20,31	20,49	20,72	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
EF (кг CO <sub>2</sub> /ТДж)	93550	93500	93500	93500	93750	94000	94200	93700	94100	94150	94150	94200

<sup>1)</sup> Средний калорийный коэффициент применялся только для периода 1992-2004 года, когда исходные данные о потреблении углей были приведены в натуральных единицах (тоннах). Для остальных лет исходные данные приведены в тоннах угольного эквивалента.

Коэффициенты выброса CO<sub>2</sub> при сжигании каменного угля в таблице 3.9 рассчитаны на основе средневзвешенного содержания углерода в угле с использованием данных статистической отчетности о потреблении в качестве котельно-печного топлива углей различных бассейнов и месторождений (форма 4-ТЭР). Значения коэффициентов эмиссии CO<sub>2</sub> при сжигании углей различных месторождений приняты по оценке РАО «ЕЭС России» (РАО «ЕЭС России», 1999). При отсутствии данных о содержании углерода в угле отдельных месторождений, было принято среднее по стране значение (2,76 т CO<sub>2</sub>/т.у.т.). Потери на неокисленный углерод при сжигании угля достаточно существенны и не могут быть приняты равными нулю. Поэтому, в приведенных в Таблице 3.8, коэффициентах выбросов по типам углей уже включена доля неокисленного углерода, характерная для условий и технологий сжигания,

применяемых в России. Расчет средневзвешенного коэффициента для каждого года проводился по формуле 3.3:

$$EF_{CO_2} = \frac{\sum(AD_{месторожд.} \cdot CF_{месторожд.} \cdot EF_{месторожд.})}{\sum(AD_{месторожд.} \cdot CF_{месторожд.})} \cdot 10^6 / 29,3076 \quad (3.3)$$

где:  $EF_{CO_2}$  – средневзвешенное значение коэффициента выброса  $CO_2$  при сжигании угля, кг  $CO_2$ /ТДж;

$AD_{месторожд.}$  – потребление угля в качестве котельно-печного топлива, разделенное по бассейнам и месторождениям т;

$CF_{месторожд.}$  – средний калорийный эквивалент для пересчета одной натуральной тонны угля в условное топливо (т.у.т./т) (таблица 3.8);

$EF_{CO_2}$  месторождение – коэффициенты выбросов  $CO_2$  в углях различных угледобывающих бассейнов (т $CO_2$ /т.у.т.);

$10^6$  – переводный множитель т  $CO_2$ /т.у.т. на кг  $CO_2$ /тыс. т.у.т.;

29,3076 – переводный множитель тыс. т.у.т. в ТДж.

Средневзвешенный коэффициент выбросов  $CO_2$  от сжигания угля рассчитывали для каждого года на основе данных о потреблении в экономике страны углей разных марок и с применением данных о содержании углерода в них (табл. 3.8). Полученный в результате проведенных расчетов временной тренд коэффициента выбросов  $CO_2$  и значения теплотворной способности углей приведены в таблице 3.9.

### 3.2.3.3 Обеспечение и контроль качества и верификация оценок по категории в целом

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 соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 года (МГЭИК, 2006).

Мероприятия проводятся регулярно и выполняются поэтапно, по мере подготовки кадастра парниковых газов. 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.



### 3.2.3.4 Перерасчеты и изменения, сделанные в ответ на проверки результатов инвентаризации выбросов

В кадастре 2015 года при оценке выбросов парниковых газов от сжигания топлива с использованием базового подхода были проведены перерасчеты всего временного ряда, связанные с корректировкой данных и использованием новой методики расчета морского бункерного топлива за весь временной ряд; с применением подхода руководящих принципов МГЭИК 2006 к расчету исключенного углерода и с исключением из расчетов в базовом подходе природного газа, идущего на производство железа прямого восстановления.

*При переходе на методологию Руководящих принципов МГЭИК 2006 года и в результате перерасчетов, проведенных в кадастре 2015 года, рассчитанные объемы выбросов CO<sub>2</sub> заметно сократились. Наблюдаемое сокращение связано с изменением методики учета исключенного углерода, расчетных параметров (теплотворная способность, коэффициенты выбросов) и исключения из расчетов природного газа, используемого при производстве железа прямого восстановления.*

### 3.2.3.5 Планируемые усовершенствования

Проведение усовершенствований в расчетах по базовому подходу не планируется.

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

При расчетах с использованием секторного подхода определялись выбросы CO<sub>2</sub>, других парниковых газов CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, а так же газов с косвенным парниковым эффектом – NO<sub>x</sub>, CO, неметановых углеводородов на основе статистических данных о сжигании топлива по секторам экономики (МГЭИК, 2006). 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), в том числе: 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 от всех категорий источников составила 1 413 558,09 Гг, CO<sub>2</sub>-экв. что на 38,2% меньше, чем в 1990 году, и на 3,7% меньше, чем в 2012 году. Вклад отдельных подкатегорий в эмиссию парниковых газов показан на рисунке 3.6.

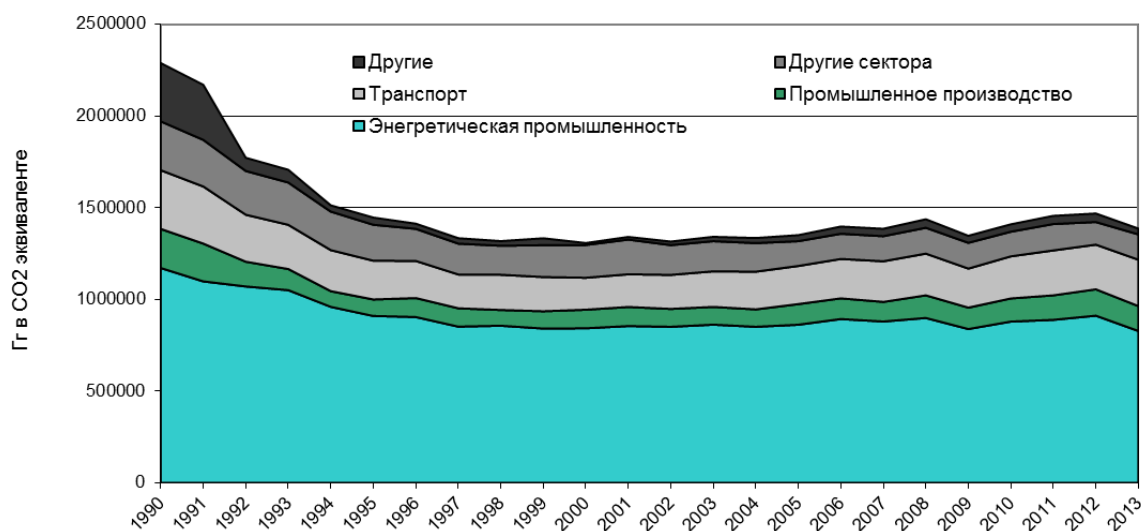


Рисунок 3.6 – Выбросы парниковых газов при сжигании топлива по категориям источников (Гг CO<sub>2</sub> – экв.)

Для проведения инвентаризации в категории 1.А Сжигание топлива использованы в основном рекомендуемые МГЭИК параметры (коэффициенты эмиссии, доли окисленного углерода и др.), кроме национальных параметров, приведенных в таблице 3.8 и отмеченных

индикатором «(н)». К ним относятся значения низшей теплоты сжигания топлив, используемые для перевода исходных данных в ТДж, взятые с учетом свойств отечественных топлив. Расчет потребления топлива в ТДж проводится по формуле 3.2. Национальные коэффициенты эмиссии, аналогичные используемым в расчете по базовому подходу, применены к углям и природному газу.

Выбросы CO<sub>2</sub>, относящиеся к использованию доменного газа, учтены в секторе 2.С.1 – Промышленные процессы – Черная металлургия. Чтобы избежать двойного учета, доменный газ исключен из расчетов в секторе 1.А. – Сжигание топлива в соответствии с рекомендациями Руководящих указаний по эффективной практике (Раздел 3.1.3.1 Черная металлургия, Методологические вопросы, стр. 3.25 (МГЭИК, 2000)). Кроме того, в кадастре 2015 года для исключения двойного учета с сектором Промышленные процессы из расчетов в секторном подходе исключен природного газа, идущий на производство железа прямого восстановления.

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 3.10.

Таблица 3.10

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего	2,29	1,45	1,31	1,33	1,35	1,40	1,39	1,44	1,35	1,41	1,46	1,47	1,39
Энергетическая промышленность	1,17	0,91	0,84	0,85	0,86	0,89	0,88	0,90	0,84	0,88	0,89	0,91	0,83
Промышленное производство	0,21	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14
Транспорт	0,32	0,21	0,17	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,21	0,23	0,24	0,24	0,25
Другие сектора	0,27	0,20	0,18	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,12	0,14
Другие	0,32	0,04	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03

### 3.2.4.1 Энергетическая промышленность (1.А.1)

#### Обзор

К категории «Энергетическая промышленность» отнесены выбросы от сжигания топлива при добыче, переработке топлив и производстве энергии (МГЭИК, 2006). Суммарная эмиссия парниковых газов от категории «Энергетическая промышленность» (1.А.1) в 2013 году составила 853 376,27 Гт CO<sub>2</sub>-экв., из них 99,74% приходится на выбросы CO<sub>2</sub>. Выбросы от сжигания топлива для энергетических целей составляют 60,4% 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 преобразования в другие виды энергии (электро- и тепло-), а также о сжигании топлива для производства продукции в топливной промышленности и энергетике. До инвентаризации 2014 года все эти данные суммированы и использованы для расчета эмиссии от сжигания топлива в категории 1.A.1. Энергетическая промышленность.

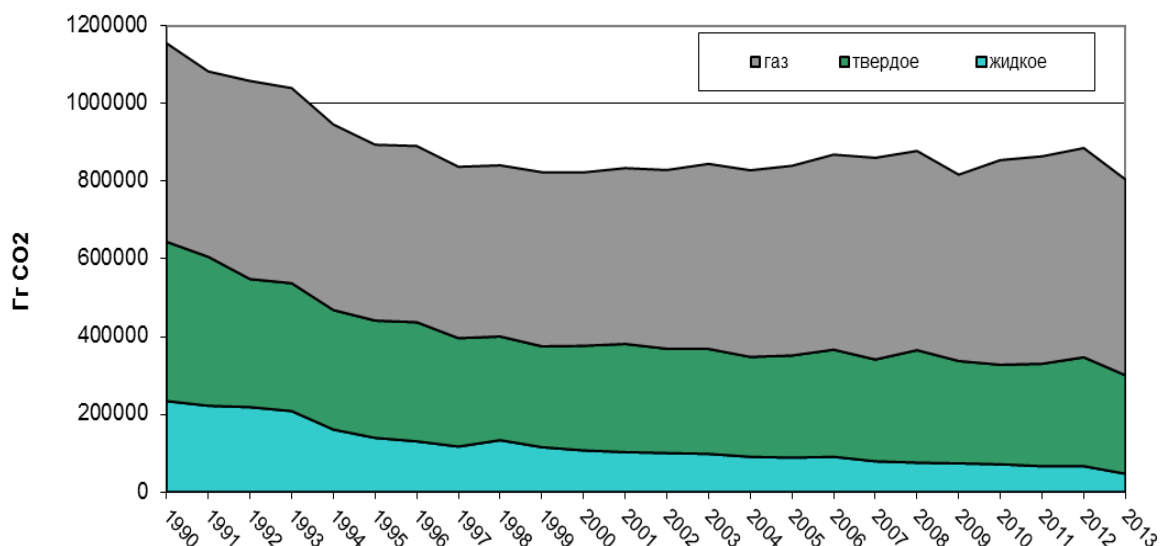


Рисунок 3.7 – Выбросы  $CO_2$  при сжигании топлива в энергетической промышленности, Гг  $CO_2$

Начиная с 2005 года, в связи с приведением государственных статистических наблюдений в соответствие с общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД), появилась возможность выделения подкатегорий источников в категории «Энергетическая промышленность» (1.A.1). Поэтому при оценке выбросов за 2005 – 2011 гг. отдельно рассчитаны выбросы от подкатегорий Основные производители электро- и теплоэнергии (1.A.1.a), Сжигание топлива при перегонке нефти (1.A.1.b) и Производство твердых топлив и другие энергетические отрасли, включая сжигание топлива при добыче угля, нефти и газа (1.A.1.c).

В соответствии с рекомендацией группы экспертов РКИК ООН проведено разделение данных о деятельности и выбросов парниковых газов по подкатегориям энергетической промышленности для 1990-2004 годов. Разделение данных о деятельности проведено в соответствии с рекомендациями Руководящих указаний по эффективной практике МГЭИК (МГЭИК, 2000). Средние доли отдельно жидких, твердых и газообразных топлив, сжигаемых в подкатегориях 1.A.1.a, 1.A.1.b и 1.A.1.c определены за период 2005-2013 гг. В соответствии с полученными долями суммарные объемы жидкого, твердого и газообразного топлив, сжигаемых в энергетической промышленности в 1990-2004 годах, распределены по подкатегориям. Выбросы парниковых газов для каждой подкатегории источников рассчитаны на основании полученных значений потребления твердого, жидкого и газообразного топлив с использованием вмененных коэффициентов эмиссии (IEF) для  $CO_2$ ,  $N_2O$  и  $CH_4$ , определенных для каждого года отдельно с учетом удельных вкладов отдельных топлив.

В кадастре 2015 года отдельно произведена оценка выбросов от категории 1.A.1.c.i – Производство твердых топлив (производство кокса). В российской национальной статистике (ТЭБ) данные о сжигании топлива при производстве кокса объединены с данными о сжигании топлива при нефтепереработке. Поэтому для разделения выбросов и приведения структуры российского кадастра в соответствие со структурой МГЭИК, в настоящем кадастре все твердые топлива, отнесенные в топливно-энергетическом балансе к категории «Нефтепере-

работка и производство кокса», для всего временного ряда были перенесены в категорию 1.A.1.c.i – Производство твердых топлив.

Основной вклад (90,6%) в выбросы диоксида углерода в категории «Энергетическая промышленность» (1.A.1) вносит сжигание топлива при производстве тепло- и электроэнергии (рис. 3.8). Подкатегория 1.b. – «Сжигание топлива при перегонке нефти» вносит 6,1% в выбросы CO<sub>2</sub>, а вклад подкатегории 1.c. – «Производство твердых топлив и другие энергетические отрасли» составляет 3,3%.



Рисунок 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 CO<sub>2</sub> при сжигании топлива в энергетике страны в предыдущих кадастрах использовались национальные коэффициенты эмиссии, рассчитанные по соотношению доли углей различных марок в общем потреблении угля предприятиями электроэнергетики. В кадастре 2015 года впервые в соответствии с рекомендацией группы экспертов РКИК ООН был рассчитан временной ряд национальных коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> не только для предприятий электроэнергетики, но и для всего потребления угля в качестве топлива в России (табл. 3.9). Это позволило применить национальный коэффициент эмиссии не только к категории энергетическая промышленность, но и ко всему сектору сжигание топлива. Эти же коэффициенты были применены для всех видов стационарного сжигания угля, в том числе и на предприятиях электроэнергетики.

Для оценки выбросов CO<sub>2</sub> при сжигании других топлив (кроме природного газа), а так же для оценки выбросов других парниковых газов использовались коэффициенты эмиссии, рекомендованные МГЭИК (МГЭИК, 2006).

#### Исходные данные

Временной тренд сжигания топлива при добыче, переработке топлив и производстве энергии в России приведен в таблице 3.11.

Обращает на себя внимание тот факт, что потребление газа в энергетической промышленности, начиная с 2010 года, превышало уровень 1990 года, в 2013 году опять немного (на 1,5%) сократилось по отношению к 1990 году. При этом потребление жидкого и твердого топлива сократилось, соответственно, на 64,1% и 40,5% по отношению к 1990 году. По сравнению с 2012 годом суммарное потребление топлив сократилось, а распределение доли разных видов топлива существенно не изменилось.

В соответствии с рекомендацией группы экспертов РКИК ООН, начиная с представленного в 2011 году национального доклада о кадастре (НДК, 2011), приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.12 приведены данные о потреблении топлива в подкатегории «Энергетическая промышленность» (1.A.1). Впервые отдельно выделен вклад подкатегории «Производство твердых топлив» (1.A.1.c.i).

Таблица 3.11

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

	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего	65,85	60,39	62,63	63,28	65,39	65,35	67,03	62,85	66,39	68,52	68,72	65,50
Жидкое топливо	42,85	34,48	33,23	34,56	36,05	35,61	37,52	34,87	35,74	37,52	37,95	35,83
Твердое топливо	58,05	52,09	49,11	49,55	51,64	49,30	54,56	51,53	50,08	51,55	54,39	49,43
Газ	88,81	86,28	94,00	94,26	96,85	98,42	98,43	92,20	100,23	103,07	101,79	98,45
Другие топлива	76,22	94,29	111,83	108,58	122,12	92,21	99,80	113,82	129,48	126,52	138,08	126,49
Торф	99,68	75,72	32,95	30,69	30,60	25,09	22,16	17,31	24,44	29,99	24,77	24,61

Таблица 3.12

Расход топлива в категории «Энергетическая промышленность» в 2013 году, ТДж

Виды топлива	1.A.1.a	1.A.1.b	1.A.1.c.i	1.A.1.c.ii
Нефть	28289,16	0,00		4019,16
Дизельное топливо	50434,28	1381,12		77890,96
Мазут	168993,28	160180,04		1341,06
Сжиженный газ	18570,82	4141,16		119,63
Газ нефтеперерабатывающий, сухой	28073,75	497739,76		1525,46
Антрацит	54326,25	0,00	678,85	427,51
Коксующийся уголь	417750,17	0,00	5220,09	3287,37
Каменный уголь	1057800,87	0,00	13217,98	8324,08
Бурый уголь	998520,87	0,00		1649,88
Торф	10708,94	0,00		10,96
Угольные брикеты	158,26	0,00		0,00
Кокс металлургический сухой	11,61	0,00		0,00
Газ горючий искусственный коксовый	71842,95	0,00	48975,02	50,12
Природный газ	8811418,00	151656,61		296072,16
Промышленные отходы	135562,30	4103,06		0,00
<b>Всего<sup>1)</sup></b>	<b>11875936,89</b>	<b>842384,08</b>	<b>68091,94</b>	<b>396263,25</b>
Биомасса	135562,30	0,00		7,80

<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.

### 3.2.4.2 Промышленное производство и строительство (1.A.2)

#### Обзор

Категория «Промышленное производство и строительство» подразумевает оценку выбросов парниковых газов при сжигании топлива в промышленности, включая производство электроэнергии и тепла для собственных нужд предприятий. Выбросы от сжигания топлива в промышленном производстве и строительстве представлены по следующим подкатегориям источников: Черная металлургия (1.A.2.a), Цветная металлургия (1.A.2.b), Химическая промышленность (1.A.2.c), Целлюлозно-бумажная промышленность (1.A.2.d), Пищевая

промышленность (1.А.2.е) и Другие сектора промышленности (1.А.2.ф). Суммарная эмиссия парниковых газов от подсектора в 2013 году составила 137 744,73 Гг  $\text{CO}_2$ -экв., из них 99,7% приходится на выбросы  $\text{CO}_2$ . Выбросы от сжигания топлива в промышленности составили 9,7% выбросов диоксида углерода от всего сжигания топлива. Временной тренд выбросов от сжигания топлива в промышленности приведен на рисунке 3.9.

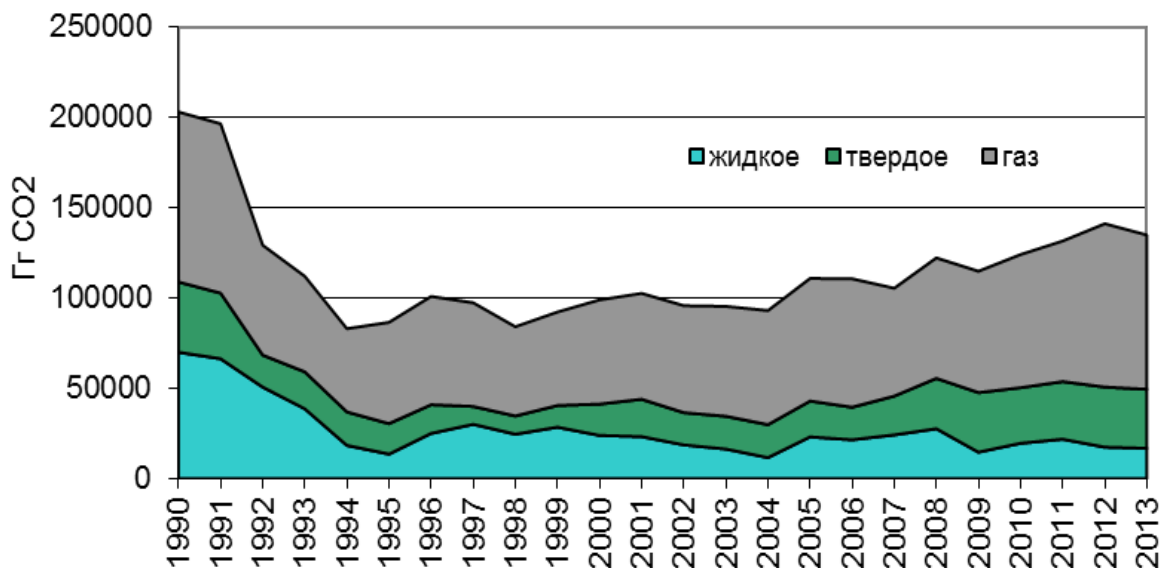


Рисунок 3.9 – Выбросы  $\text{CO}_2$  при сжигании топлива в промышленности, Гг.

#### Методологические вопросы

Российская национальная статистическая отчетность в целом соответствует требуемой детализации и распределению данных. В категорию Другие сектора промышленности (1.А.2.ф) 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 «Энергетическая промышленность» (1.А.1). Данные о сжигании топлива в цветной и черной металлургии приведены в статистической отчетности за 2005 – 2012 годы совместно. В связи с указанными изменениями структуры отчетности по исходным данным, значительно изменился и вклад различных промышленных производств в суммарный выброс  $\text{CO}_2$  от категории 1.А.2 «Промышленное производство и строительство» (рис. 3.10).

В 1990 году суммарный вклад черной и цветной металлургии составил 38% выбросов  $\text{CO}_2$  от категории промышленное производство, а в 2013 году сократился до 33%. Вклады химического производства и пищевой промышленности также сократились на 3% и 4% соответственно. Вклад других видов промышленности, включая текстильное производство, производство кожи, резиновых, пластмассовых и других неметаллических изделий, машиностроение, производство транспортных средств и строительство, увеличился на 12%.

Коэффициенты эмиссии углерода, поправки на неполное его окисление и коэффициенты преобразования фактического выброса углерода в эмиссию диоксида углерода использовались в соответствии с методологией МГЭИК (МГЭИК, 2006). В расчет включено только топливное использование энергетических ресурсов. Национальные параметры расчетов выбросов, применяемые в категории «Промышленное производство и строительство» аналогичны тем, что применяются и в других категориях стационарного сжигания топлива и

включают в себя теплотворные способности ряда топлив и коэффициенты выбросов  $\text{CO}_2$  при сжигании угля и природного газа, рассчитанные с учетом особенностей физико-химического состава топлив, добываемых и используемых в России. Значения национальных параметров, используемых в кадастре 2015 года, приведены в Таблице 3.8.

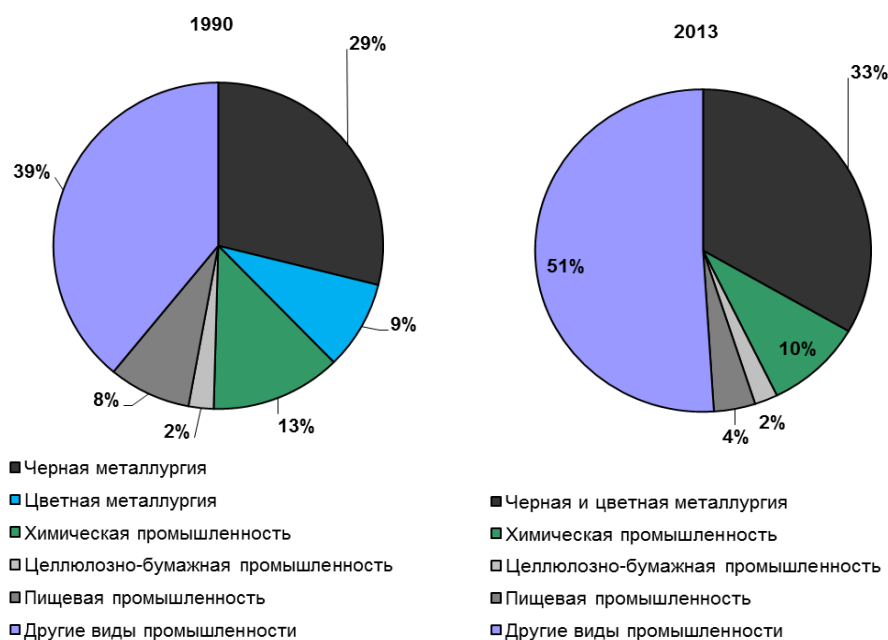


Рисунок 3.10 – Вклад различных промышленных производств в суммарный выброс  $\text{CO}_2$  в категории «Промышленное производство и строительство» (1.А.2) в 1990 и 2013 годах

Начиная с кадастра 2013 года, по рекомендации группы экспертов РКИК ООН, выбросы от сжигания топлива при производстве тепло- и электро- энергии на промышленных предприятиях для собственных нужд после 2005 года перенесены в категорию «Промышленное производство» (1А2) из категории «Энергетическая промышленность» (1А1). 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 другие промышленные производства (1.А.2.f). В дальнейшем планируется перенести выбросы от авто-производителей тепла и электроэнергии на промышленных предприятиях в категорию «Промышленное производство» (1А2) 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 категории источников «Черная металлургия» сектора Промышленные процессы (2.С.1). Для того, что бы избежать двойного учета весь кокс, отнесенный в национальной статистике к черной металлургии, в кадастре в категории 1.А.2.а рассматривается как накопленный углерод.

В кадастре 2015 года, для исключения двойного учета, впервые из расчетов в категории Черная металлургия (1.А.2.а) исключен природный газ, используемый в качестве восстановителя при производстве железа прямого восстановления. Соответствующие выбросы учтены в секторе «Промышленные процессы и использование продуктов» в категории «Железо прямого восстановления» (2.С.1.с).

#### Исходные данные

В таблице 3.13 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в промышленности за период с 1991 по 2013 гг. в процентах к 1990 году. Сжигание природного газа на промышленных производствах в 2013 году составляет 91% от уровня 1990 года. Использование



твердого топлива для энергетических целей на промышленных предприятиях в 2013 году составляет 83% от уровня 1990 года, а жидкого – 24%.

Моторные топлива (бензин), используемые в промышленности для транспортных нужд, не включены в расчет выбросов от категории «Промышленное производство и строительство» и перенесены в категорию «Транспорт» (1.A.3).

В соответствии с рекомендацией группы экспертов РКИК ООН, начиная с представленного в 2012 году национального доклада о кадастре (НДК, 2012), приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников. В таблице 3.14 приведены данные о потреблении топлива в подкатегории Промышленное производство (1.A.2).

Таблица 3.13

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

	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего	43,7	50,7	49,2	57,3	57,2	52,8	59,8	56,9	62,4	65,9	71,8	68,7
Жидкое топливо	18,3	34,0	16,7	33,4	31,0	34,9	39,8	21,2	28,4	31,6	25,3	24,2
Твердое топливо	39,6	50,3	53,5	58,1	50,2	56,2	67,7	80,1	78,4	80,2	83,8	82,7
Газ	59,6	61,3	67,1	72,1	75,5	63,4	70,9	71,4	78,3	82,7	96,0	90,7
Другие топлива	35,4	20,4	20,5	15,4	19,0	13,1	7,1	8,9	6,8	6,9	7,0	11,7
Торф	550,0	75,0	0,0	201,5	206,5	50,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

Таблица 3.14

*Расход топлива в категории 1A2 – Промышленное производство в 2013 году, ТДж*

	1.A.2.a	1.A.2.c	1.A.2.d	1.A.2.e	1.A.2.f
Нефть	20,95	0,00	113,16	142,49	3985,63
Дизельное топливо	8488,59	2455,08	3997,08	9505,86	107597,32
Мазут	15574,73	738,79	6368,01	1553,86	25223,12
Сжиженный газ	262,27	2309,85	253,07	2286,84	4946,39
Газ нефтеперерабатывающий, сухой	0,00	8335,08	0,00	0,00	0,00
Антрацит	3006,11	214,93	9,18	110,96	4746,43
Коксующийся уголь	23115,99	1652,74	70,60	853,22	36498,39
Каменный уголь	58532,86	4184,96	178,77	2160,47	92418,94
Бурый уголь	6263,89	0,00	16,41	1742,37	25670,15
Торф	0,00	11,96	0,00	0,00	174,34
Угольные брикеты	0,00	0,00	0,00	0,00	28,14
Кокс металлургический сухой	0,00	333,67	0,00	150,88	7355,18
Газ горючий искусственный коксовый	103290,74	50595,44	0,00	0,00	3645,10
Природный газ	549767,09	163267,35	8123,80	66458,21	782796,51
Промышленные отходы	5741,36	337,04	6904,87	2716,81	1559,16
<b>Всего<sup>1)</sup></b>	<b>774201,78</b>	<b>238534,57</b>	<b>36798,08</b>	<b>87850,34</b>	<b>1106003,64</b>
Биомасса	27,29	208,15	6014,48	2716,81	1261,36

<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.



### 3.2.4.3 Транспорт (1.А.3)

#### 3.2.4.3.1 Обзор категории

К категории «Транспорт» 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 «Сельское хозяйство, лесоводство и рыболовство» (1.А4.с) и других подсекторах (МГЭИК, 1997; МГЭИК, 2006). Суммарный выброс парниковых газов от сектора «Транспорт» в 2013 году составил 252 636,15 ГГ  $\text{CO}_2$ -экв. (из них 98,6% приходится на выбросы  $\text{CO}_2$ ). Эмиссия диоксида углерода при сжигании топлива транспортом определяет 17,9% суммарных выбросов при сжигании топлива. Изменение выбросов  $\text{CO}_2$  от транспортного сектора за период с 1990 по 2013 гг. и относительный вклад жидкого и газообразного топлива представлен на рисунке 3.11.

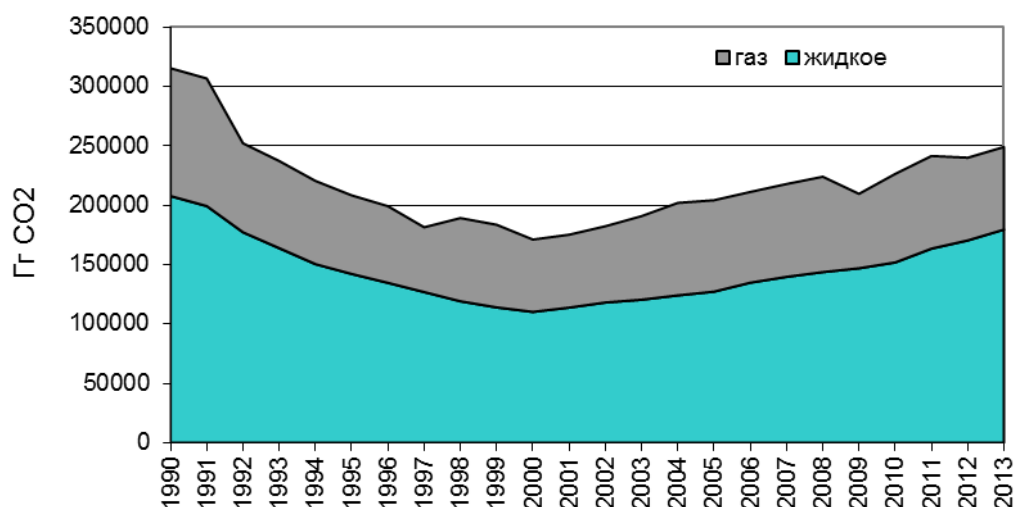


Рисунок 3.11 – Выбросы  $\text{CO}_2$  от транспортного сектора, Гг

#### 3.2.4.3.2 Методологические вопросы

Выбросы парниковых газов от категории транспорт оценивались в соответствии с методикой МГЭИК (IPCC, 2006) 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). 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 подкатегориях водного и железнодорожного транспорта рассчитывались также выбросы при сжигании мазута, а в подкатегории 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 «Коммерческое использование» (1.А.4.а).

Начиная с кадастра 2014, внесены изменения в расчет выбросов от внутренней навигации. В предыдущих кадастрах, количество мазута и дизельного топлива, используемое для международного бункера, было вычтено из того количества этих топлив, которое в национальной статистике отнесено к водному транспорту. Начиная, с 2014 года все топливо, отнесенное к водному транспорту, учитывается при проведении расчетов для внутренней навигации подкатегории «водный транспорт» (1.А.3.д).

Категория 1.А.3.е включает в себя эмиссию от сжигания топлива для деятельности трубопроводного транспорта. В список топлив, используемых непосредственно в качестве топ-

лива 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 (МГЭИК, 2006).

Основной вклад в выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива на транспорте вносят дорожный и трубопроводный транспорт (рис. 3.12).

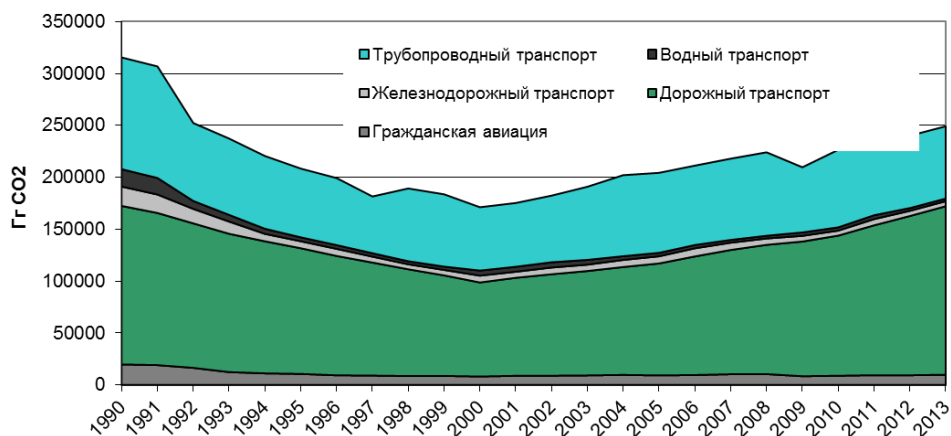


Рисунок 3.12 – Вклад различных видов транспорта в суммарный выброс CO<sub>2</sub> от категории «Транспорт» (1.А.3)

Исходные данные.

В таблице 3.15 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в транспортном секторе за период с 1991 по 2013 год в процентах к 1990 году. В соответствии с рекомендацией группы экспертов РКИК ООН в настоящем докладе приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников (табл. 3.16).

Таблица 3.15

Сжигание топлива транспортом в % к 1990г.

	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего	65,6	54,5	65,0	65,5	67,5	69,6	71,5	65,7	71,6	76,2	75,0	77,5
Жидкое топливо	68,5	53,1	59,8	61,3	65,0	67,4	69,3	70,8	73,2	78,8	82,1	86,5
Газ	61,5	56,6	72,4	71,5	71,0	72,7	74,6	58,2	69,3	72,5	64,7	64,6

Таблица 3.16

Расход топлива в категории Транспорт (1.А.3) в 2013 году

Топливо	Расход, ТДж
<b>Гражданская авиация</b>	
Авиационный керосин <sup>1)</sup>	138 429,75
<b>Всего</b>	<b>2 043 524,02</b>
<b>Дорожный транспорт</b>	
Сжиженный газ	717,80
Бензин	1 444 246,97
Дизельное топливо	759 437,57
Другие моторные топлива	11 597,63
<b>Всего</b>	<b>2 215 999,98</b>

Продолжение таблицы 3.16

<b>Железнодорожный транспорт</b>	
Дизельное топливо	63 739,78
Мазут	1 774,69
Другие моторные топлива	33,6158172
<b>Всего</b>	<b>65 548,09</b>
<b>Водный транспорт</b>	
Дизельное топливо	22 981,85
Мазут	9 973,61
Другие моторные топлива	763,169904
<b>Всего</b>	<b>33 718,63</b>
<b>Трубопроводный транспорт</b>	
Природный газ	1 278 777,66
Нефть	607,693086
<b>Всего</b>	<b>1 279 385,35</b>

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

#### **3.2.4.3.3. Выбросы от внутренней гражданской авиации.**

В 2013 году совокупная эмиссия CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от сжигания топлива в гражданской авиации составила 9,98 млн. т (9 982,0 Гг) CO<sub>2</sub>-экв., что на 50% ниже, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает CO<sub>2</sub>, на долю которого в 2013 году приходилось 99,1% совокупного выброса. Эмиссии CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O в 2013 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 3.4 (Грабар и др., 2011):

$$FC(t) = \sum_x FT_x(t) \cdot FR_x, \quad (3.4)$$

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 2013 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 часо-

вому расходу топлива были предоставлены ФГУП Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации. Средний часовой расход топлива включает фазы взлета и посадки и крейсерского полета.

Данные по суммарному налету во внутреннем сообщении представлены на рисунке 3.13. С 2000 г. наблюдается рост налета самолето-часов во внутреннем сообщении (рис. 3.13). Несмотря на рост объемов авиаперевозок, обновление парка самолетов способствовало снижению топливопотребления в расчете на единицу авиатранспортной работы.

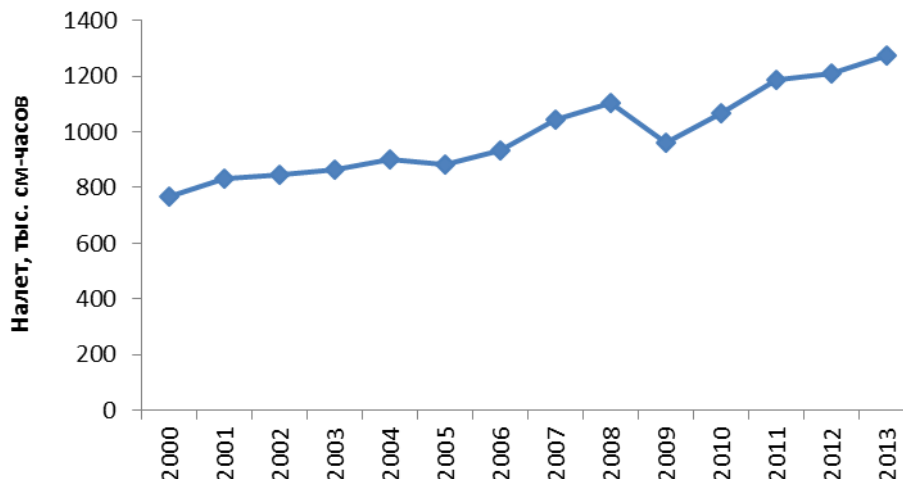


Рисунок 3.13 – Суммарный налет воздушными судами во внутреннем сообщении

Анализ долевого участия воздушных судов иностранного и российского производства в общем объеме внутренних перевозок показал, что с 1990 по 2005 гг. их соотношение практически не менялось. В среднем за указанный период процент использования судов российского и иностранного производства во внутреннем сообщении составил 96% и 4% соответственно. Поэтому, потребление топлива с 1990 по 1999 гг. определяли экстраполяцией на основе данных о внутреннем пассажирообороте с 1990 по 2005 г. (рис. 3.14) и потреблении топлива за 2000-2005 гг., когда структура парка воздушных судов оставалась постоянной.

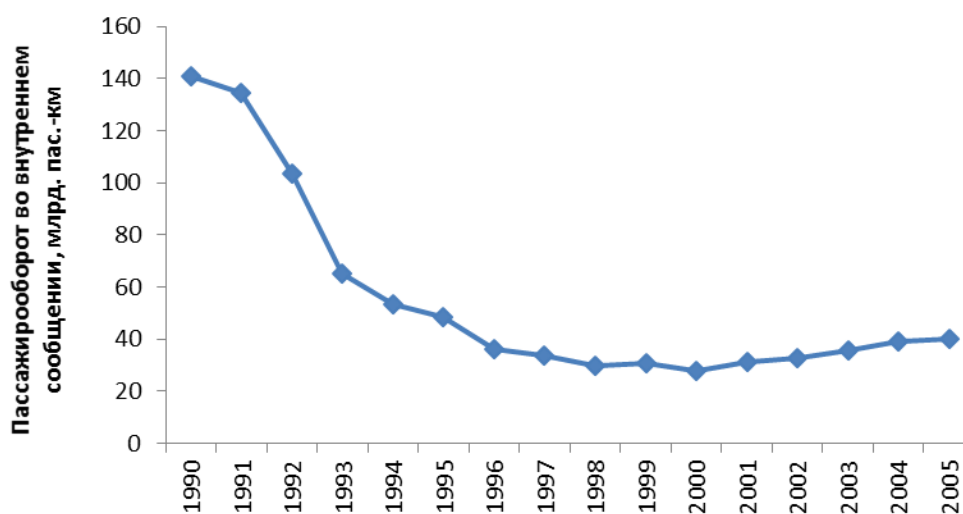


Рисунок 3.14 – Пассажирооборот во внутреннем сообщении.

Расчет выбросов парниковых газов от топлива, использованного российскими авиакомпаниями для перелетов в пределах территории Российской Федерации, выполняли по формуле 3.5 (МГЭИК, 2006):

$$E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}} = FC \cdot CF_{\text{TCE}} \cdot CF_{\text{NCV}} \cdot EF_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}, \quad (3.5)$$

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, 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 3.5 соответствует уровню 1b МГЭИК (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2006), поскольку в расчете используются национальные данные и конверсионные коэффициенты. Было принято, что все используемое авиакомпаниями топливо является авиационным керосином. Пересчет тонн авиационного керосина в тепловой эквивалент производился при помощи коэффициента пересчета, равного  $1,47 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$  и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного  $0,0293 \text{ ТДж} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$  (Методологические положения, 1999). Коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  (табл. 3.17), использованные в расчетах при внутренних авиационных перевозках, взяты из руководства МГЭИК (МГЭИК, 2006).

Таблица 3.17

*Коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , использованные в расчетах выбросов парниковых газов при авиационных перевозках (МГЭИК, 2006)*

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

Выбросы газов с косвенным парниковым эффектом ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NMVOC}$ ) рассчитывали по данным о потреблении топлива по методу уровня 1 и рекомендуемым МГЭИК величинам коэффициентов эмиссии:  $250 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{NO}_x$ ,  $100 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{CO}$ ,  $50 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{NMVOC}$  (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2006).

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

Расчетные значения выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от национальной гражданской авиации представлены на рисунках 3.15 и 3.16 соответственно. Наименьшая величина эмиссии  $\text{CO}_2$  наблюдалась в 2000 г., что объясняется сокращением объема внутренних перевозок, а наибольшая – в 1990 году. В 2013 году эмиссия  $\text{CO}_2$  составила 9,9 млн. т., что на 50% ниже уровня 1990 (рис. 3.15). Тренды выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  повторяют тренд  $\text{CO}_2$ , а величины их эмиссии в 2013 году составили 69 т и 277 т соответственно (рис. 3.16). 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. (рис. 3.13), существенного увеличения выбросов парниковых газов не наблюдалось, что обусловлено повышением топливной эффективности на воздушном транспорте за счет обновления парка воздушных судов. В 2009 – 2013 гг. совокупные выбросы от внутренней гражданской авиации были ниже уровня 2008 года, что связано с последствиями экономического кризиса (рис. 3.15 и 3.16).

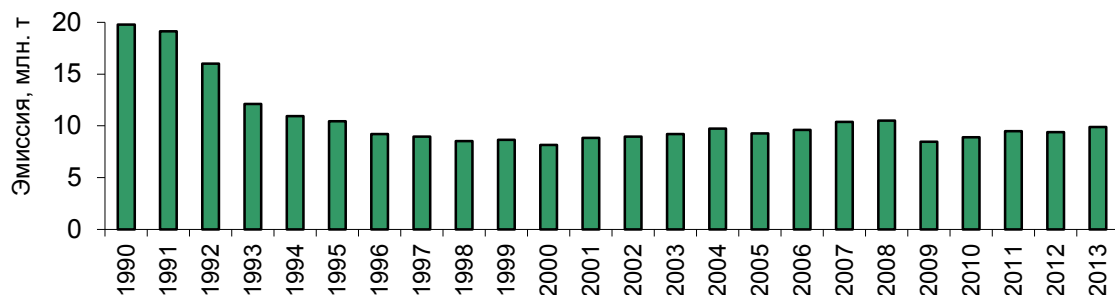


Рисунок 3.15 – Динамика эмиссии CO<sub>2</sub> от внутренней гражданской авиации

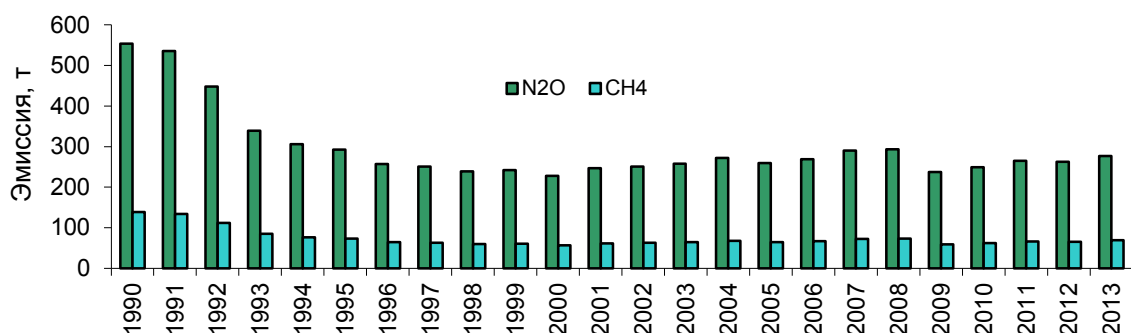


Рисунок 3.16 – Динамика эмиссии CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O от внутренней гражданской авиации

#### **Оценка неопределенности и согласованность временных рядов**

Точность расчетов определяется точностью исходных данных и поправочных коэффициентов. Количественные характеристики воздушного движения собирались за каждые сутки отдельно для внутренней авиации. Поэтому неопределенность данных о деятельности довольно низка и по нашей экспертной оценке составляет  $\pm 7\%$ . Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> для разных видов топлив находится, как правило, в пределах  $\pm 5\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов CH<sub>4</sub> для уровня 1 может быть от  $-57\%$  до  $+100\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов N<sub>2</sub>O может составлять от  $-76\%$  до  $+150\%$  (МГЭИК, 2006). Согласованность временных рядов потребления достигалась экстраполяцией по известным данным на основе динамики внутреннего пассажирооборота.

#### **Обеспечение и контроль качества и верификация оценок**

Контроль качества осуществлялся специалистами федеральных министерств и ведомств. Большой объем работы по проверке исходных данных проведен специалистами Росстата. Специалисты Минтранса осуществили независимую проверку исходных данных о деятельности морского и авиационного транспорта. 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 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.

### Перерасчеты и изменения, сделанные в ответ на проверки результатов инвентаризации выбросов

Оценки выбросов парниковых газов от внутренней гражданской авиации в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 года в кадастре представлены впервые. Все замечания групп экспертов РКИК ООН при углубленных рассмотрении кадастров предыдущих лет были учтены в расчетах.

#### *3.2.4.3.4 Выбросы от дорожного транспорта*

Расчет выбросов парниковых газов и их предшественников впервые проводился с использованием программного модуля Corpert-IV v.11.1, реализующего методику Европейского агентства по охране окружающей среды, рекомендуемую для использования на национальном уровне для инвентаризации выбросов парниковых газов от автомобильного транспорта. Данный подход соответствует уровню 2 МГЭИК для CO<sub>2</sub> и уровню 3 для CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O. Оценка выбросов для 1990, 2000, 2005, 2010 и 2013 годов была проведена экспертами Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) – (Комкова, 2015, Трофименко, 2015). В кадастре 2015 года произведен перерасчет выбросов от дорожного транспорта за весь временной ряд.

#### Исходные данные

Данные о структуре автопарка, пройденном расстоянии и потреблении топлива по категориям автотранспортных средств были взяты из базы данных ГИБДД МВД РФ за 1990, 2000, 2005, 2010 и 2013 гг., Автостата, автомобильных справочников, научно-технических отчетов и данных периодической печати (ведущих автомобильных журналов). В статистических данных ГИБДД МВД РФ (форма №1-БДД) содержатся сведения о марочном и возрастном составе автомобильного парка РФ.

Дальнейший анализ структуры автопарка и разделение на категории автотранспортных средств (АТС) по техническим характеристикам, экологическим классам и потребляемому топливу проводили с использованием специально разработанной методики, в основу которой положен принцип восстановления информации на основании изучения и обобщения ретроспективных данных о численности автомобильного парка в требуемой разбивке по полной (снаряженной) массе АТС в каждом экологическом классе, вида используемого топлива на основании построения трендов динамик поставок и выбытия данных видов АТС из парка. Исходной предпосылкой этой методики является то, что в РФ выбросы токсичных и вредных веществ АТС регламентируются Техническим регламентом «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ», который утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации № 609 от 12 октября 2005 года, а после 2011 г. – Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств». Также учтено, что в соответствии с постановлением правительства от 20 января 2012 г. №2 «О внесении изменений в пункт 13 технического регламента «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ» переносятся сроки перехода в России на автомобили экологического класса Евро-4 до 1 января 2013 года.

Регламентом установлено разделение автомобильной техники на определенные типы и экологические классы, а также сформулированы требования к ним, которые формируют индикаторы, необходимые для разделения автомобильного парка по экологическим классам, необходимым для расчета выбросов парниковых газов в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 (МГЭИК, 2006). Основным индикатором является срок введения в действие технических нормативов выбросов в отношении автомобильной техники, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации (с учетом последних изменений, внесенных в Регламент). Ввод транспортных средств (ТС) разных экологических классов означает, что с этого срока, поставляемые в автомобильный парк ТС, должны иметь экологические классы не ниже указанных. Регламентом также установлена экологическая классификация автомобильной техники в зависимости от уровня выбросов вредных (загрязняющих) веществ.

В соответствии с Приказом МВД РФ, Министерства промышленности и энергетики РФ и Министерства экономического развития и торговли РФ от 23 июня 2005 г. №496/192/134 «Об утверждении Положения о паспортах транспортных средств и паспортах шасси транспортных средств» (с изменениями и дополнениями) в ПТС введен пункт 13 «Экологический класс», а в соответствии с Приказом Министерства внутренних дел Российской Федерации от 24.11.2008 №3 пункт «Экологический класс» введен, также, и в Свидетельство о регистрации транспортного средства.

Для определения численности в парке РФ АТС разного типа, массы, экологического класса и вида топлива используется математическая модель (Луканин и Трофименко, 1996; Трофименко и др., 1992). Наличие опубликованных данных статистической отчетности о численности парка за период с 1990 года, а также сведений об объемах производства, экспорта и импорта АТС позволило осуществить настройку математической модели и спрогнозировать численность парка АТС по экологическому классу на 31 декабря 1990, 2000, 2005, 2010 и 2013 гг. соответственно (рис. 3.17 – 3.19).

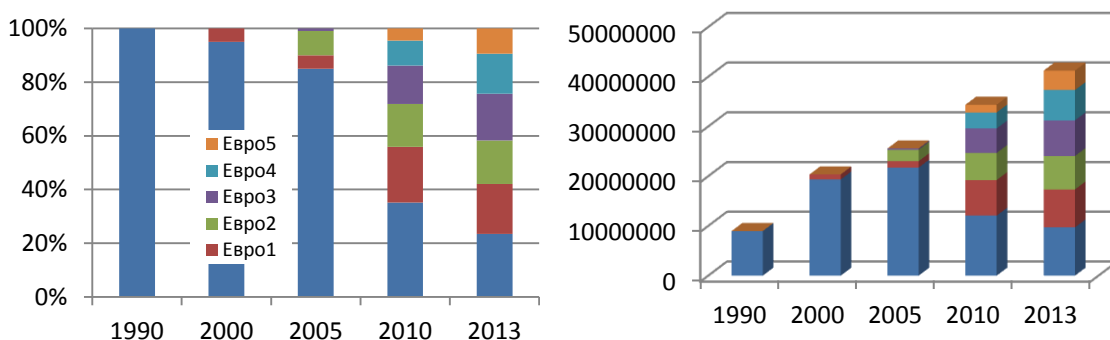


Рисунок 3.17 – Структура парка легковых АТС по экологическим классам для каждого анализируемого года в РФ

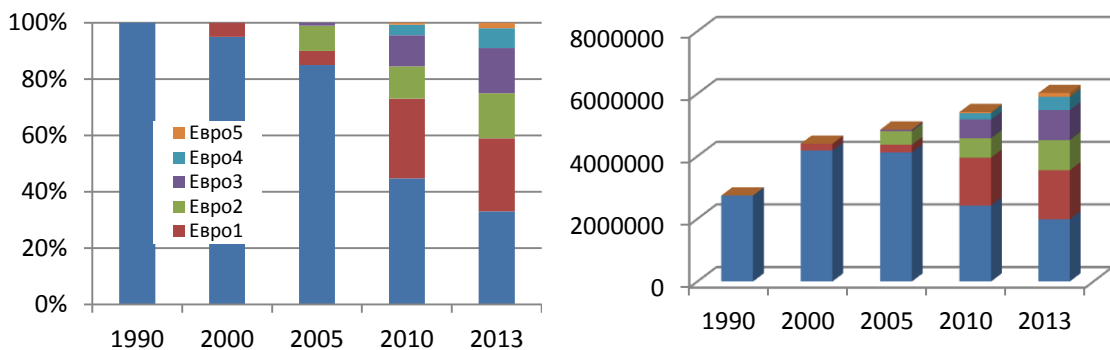


Рисунок 3.81 – Структура парка грузовых АТС по экологическим классам в РФ

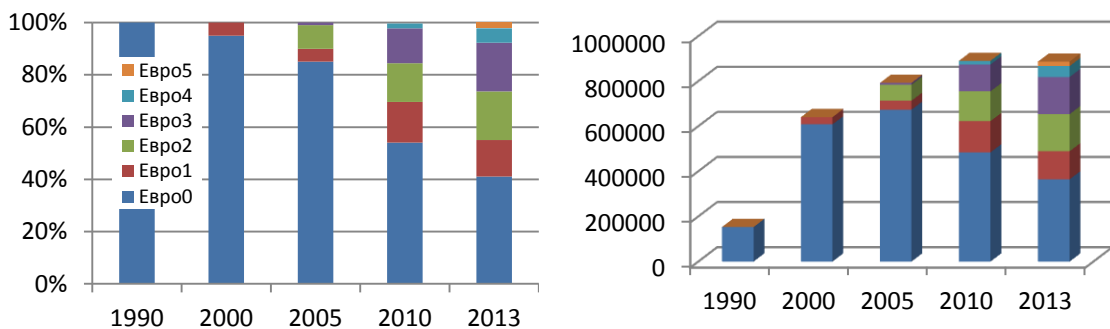


Рисунок 3.19 – Структура парка автобусов по экологическим классам в РФ



Внутри основных групп производится распределение АТС по классам и виду используемого топлива согласно конфигурации автомобилей по методике Copert 4. Поскольку в данных, предоставленных ГИБДД, нет конкретных сведений о типе двигателя той или иной модели АТС (особенно иномарок и прочих), то разделение конкретных марок ТС осуществлялось на основании итерационных расчетов, исходя потребляемого объема моторных топлив, а также годовых пробегов этих ТС.

Величины среднегодового пробега, средняя скорость и доля пробегов по режимам движения для различных типов разновозрастных АТС и различных типов участков улично-дорожной сети взяты по результатам исследований, а также данных ГИБДД и Росстата (РД 37.009.015-98, Расчетная инструкция, 2008). С использованием полученных данных выполнены оценки потребления топлива по его видам и экологическому классу АТС в 1990, 2000, 2005, 2010 и 2013 гг. по международной методике Copert 4 (Copert III, 2000; Copert IV, 2005; ЕМЕР/ЕЕА, 2013). Сравнение полученных оценок потребления дизельного топлива и бензина с данными Росстата, используемыми в предыдущих кадастрах, приведены в Таблице 3.18.

Таблица 3.18

*Потребление бензина и дизельного топлива автотранспортными средствами по данным Росстата и по модельным расчетам (ТДж)*

Топливо	Источник	1990	2000	2005	2010	2013
<b>Бензин</b>	Кадастр 2014 г. (данные Росстата)	1 499 230,3	880 366,5	1 068 883,3	1 405 932,3	1 484 971,93
	Модельный расчет (кадастр 2015 г.)	1 403 826,5	866 168,6	992 153,96	1 195 633,6	1 444 246,97
<b>Дизельное топливо</b>	Кадастр 2014 г. (данные Росстата)	979 284,2	145 604,1	254 935,1	402 798,5	526 878,4
	Модельный расчет (кадастр 2015 г.)	658 511,4	369 360,1	470 697,8	626 148,5	759 437,57

При применении модельных расчетов значительно возрастает потребление дизельного топлива автотранспортом, при этом потребление бензина остается примерно таким же и даже немного сокращается (табл. 3.18). Потребление топлива для тех лет, для которых не проводились модельные расчеты – 1991-1999, 2001-2004, 2006-2009, 2011-2012 – было оценено при помощи линейной интерполяции. Результаты расчета верифицировались и корректировались при помощи данных топливно-энергетического баланса РФ. При необходимости, производилось перераспределение данных о потреблении бензина и дизельного топлива между подкатегориями «Дорожный транспорт» (1.А.3.б) и «Промышленные производства и строительство» (1.А.2) и «Другие, не учтенные ранее источники» (1.А.5).

Объемы потребления топлива для сжиженного нефтяного газа и для других видов моторного топлива принимались по данным Росстата.

#### Оценка выбросов CO<sub>2</sub>

Оценка выбросов парниковых газов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O, а также выбросов других загрязняющих веществ оксида углерода (CO), оксидов азота NO<sub>x</sub>, неметановых углеводородов основывается на модели CORINAIR (позднее COPERT), разработанной Комиссией Европейского союза (ЕС) и рекомендуемой к использованию МГЭИК (МГЭИК, 2006). Программа COPERT 4, версия 11.1 (компьютерная программа для определения выбросов автомобильным транспортом) определяет выбросы по всем регулируемым нормами Евро загрязняющим веществам (CO, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>), а выбросы CO<sub>2</sub> на основании данных о топливопотреблении.

Расчет выбросов диоксида углерода выполнялся с использованием уровня 2 МГЭИК только на основании расчетных данных о потреблении топлива, с учетом предположения,

что весь содержащийся в топливе углерод полностью окисляется в  $\text{CO}_2$ . Дополнительно произведен расчет выброса  $\text{CO}_2$  за счет расхода масла на угар с учетом возраста транспортных средств. Дополнительный выброс  $\text{CO}_2$  производится также для дизельных транспортных средств, оснащенных селективными каталитическими реакторами (SCR), выполняющих нормы ЕВРО-5.

Поскольку основным критерием расчета выбросов  $\text{CO}_2$  является потребляемое топливо, полученные результаты хорошо сопоставляются с данными о расходе топлива по информации Росстата, а так же с расчетами, полученными в 2007 году и используемыми в кадастрах предыдущих лет (НДК, 2009), что отражено на рисунке 3.20.

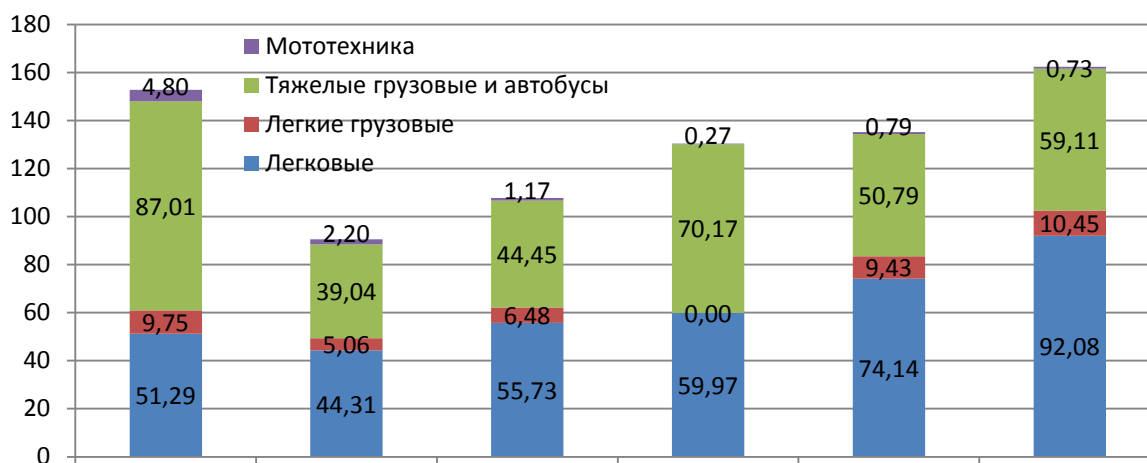


Рисунок 3.20 – Валовые выбросы  $\text{CO}_2$  по основным расчетным годам и категориям АТС, млн.т

### 3.2.4.4. Другие сектора (1.А.4) и другие виды сжигания топлива, не учтенные ранее (1.А.5)

#### Обзор

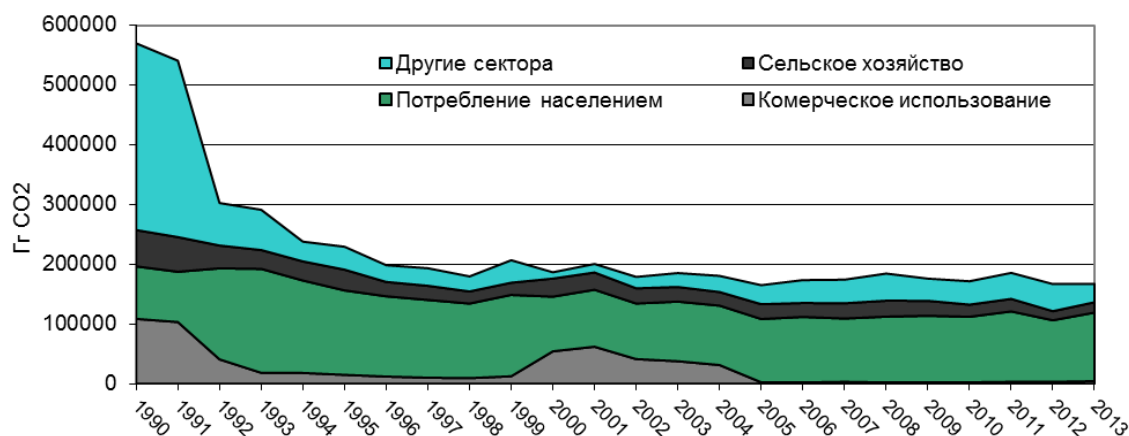
Выбросы от других секторов экономики рассчитывались в соответствии с методикой МГЭИК при сжигании топлива в коммерческом и коммунальном секторах, в сельском хозяйстве, лесоводстве и рыболовстве, а так же сжигании топлива населением. Выбросы парниковых газов при других видах сжигания топлива, не учтенных нигде ранее, отнесены к категории 1.А.5.

Суммарный выброс парниковых газов от других секторов (1.А.4) в 2013 году составил 252 636,15 Гг  $\text{CO}_2$ -экв., от других видов сжигания топлива, не учтенных ранее (1.А.5) – 138 155,25 Гг  $\text{CO}_2$ -экв. Всего от секторов 1.А.4 и 1.А.5 суммарный выброс парниковых газов составил 169 800,9 Гг  $\text{CO}_2$ -экв., из них 98,67% составляют выбросы диоксида углерода. Другие сектора экономики определяют 12% суммарных выбросов  $\text{CO}_2$  от сжигания топлива. Динамика суммарных выбросов диоксида углерода от секторов 1.А.4 и 1.А.5 и изменение долевого вклада подкатегорий источников приведены на рисунке 3.21.

#### Методологические вопросы

Другие сектора включают выбросы парниковых газов при сжигании топлив при коммерческом использовании и использовании в учреждениях (1.А.4.а), потреблении населением (1.А.4.б) и в сельском хозяйстве/рыболовстве/лесном хозяйстве (1.А.4.с).

В подкатегории «Коммерческое использование» (1.А.4.а) оценивается эмиссия от сжигания топлива в коммерческих целях и в учреждениях. В российской статистической отчетности эти данные отнесены к категории коммунально-бытовые нужды. При расчете выбросов в подкатегории 1.А.4.а также учтены все не моторные топлива, отнесенные в национальной статистике к транспорту.

Рисунок 3.21 – Суммарные выбросы диоксида углерода от секторов 1.A.4 и 1.A.5, Гг CO<sub>2</sub>

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

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

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

Коэффициенты эмиссии углерода, поправки на неполное окисление углерода и коэффициенты преобразования фактического выброса углерода в эмиссию диоксида углерода использовались в соответствии с методикой МГЭИК (МГЭИК, 2006).

#### Исходные данные

В таблице 3.19 приведено изменение объемов сжигаемого топлива в других секторах за период с 1990 по 2013 год. В соответствии с рекомендацией группы экспертов РКИК ООН, в настоящем докладе приводятся детализированные по видам объемы потребления топлива по подкатегориям источников (табл. 3.20).

Таблица 3.19

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

	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего	46,7	38,6	38,1	35,0	36,7	37,4	38,9	37,3	36,6	39,4	35,2	36,1
Жидкое топливо	21,1	14,8	15,4	15,1	16,3	16,2	19,8	16,5	16,5	18,2	18,5	15,7
Твердое топливо	26,1	20,5	14,4	11,5	12,1	9,8	10,2	9,8	9,6	10,1	9,8	7,3
Газ	183,7	168,2	173,1	157,4	163,3	170,6	166,7	169,9	164,3	176,2	145,5	168,1
Другие топлива	4,5	16,2	13,0	16,2	19,1	21,1	20,9	102,6	89,8	82,1	80,2	80,6
Торф	2045,9	991,2	103,8	30,2	10,7	7,2	5,7	11,4	15,9	12,7	11,2	8,6

Таблица 3.20

Потребление топлива по видам в категории 1А.4 – Другие отрасли и 1А.5 – Другие виды сжигания топлива в 2013 году, ТДж

	1.А.4.А	1.А.4.В	1.А.4.С	1.А.5
Нефть	247,27		435,86	2577,46
Бензин			46410,69	40724,96
Дизельное топливо			126408,66	
Мазут	8247,10	790,98	19858,89	5902,26
Сжиженный газ	12359,07	221354,41	3644,22	12529,32
Газ нефтеперерабатывающий сухой				8,79
Антрацит	236,51	2168,13		1105,33
Коксующийся уголь				8499,62
Каменный уголь	6423,81	58888,45	1732,48	21522,20
Бурый уголь	914,45	13382,55	443,05	6942,64
Торф				100,62
Угольные брикеты	1,76			1118,38
Кокс металлургический сухой	2,90	17,41		
Газ горючий искусственный коксовый				
Природный газ	41525,39	1724524,52	43405,83	81136,51
ТБО abiогенные				796,88
Промышленные отходы	61,55		1468,31	3722,07
<b>Всего</b>	<b>70019,80</b>	<b>2021126,45</b>	<b>244919,58</b>	<b>475444,05</b>
Биомасса	690,93	40341,82	5440,70	36648,16
Жидкие отходы биогенного происхождения (CH <sub>4</sub> )				6595,75
ТБО биогенное				3931,2
<b>Биомасса всего</b>	<b>690,93</b>	<b>40341,82</b>	<b>5440,70</b>	<b>47175,06</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.

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

Оценка выбросов других, кроме CO<sub>2</sub>, газов проводилась с использованием уровня 1, кроме выбросов от дорожного транспорта. 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 РКИК ООН 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 CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O, приведенные в Руководящих принципах МГЭИК отдельно для каждой категории источников (МГЭИК, 2006).

В целом для подсектора «Сжигание топлива» (1.А) выбросы CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O в 2013 году составляют всего 0,59% суммарного выброса парниковых газов. В 1990 году доля выбросов прочих парниковых газов при сжигании топлива составляла 0,91%. На рисунке 3.22 показан временной тренд выбросов CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O при сжигании топлива, а на рисунке 3.23 – вклад различных категорий источников в суммарные выбросы метана и оксида диазота в 2013 году.

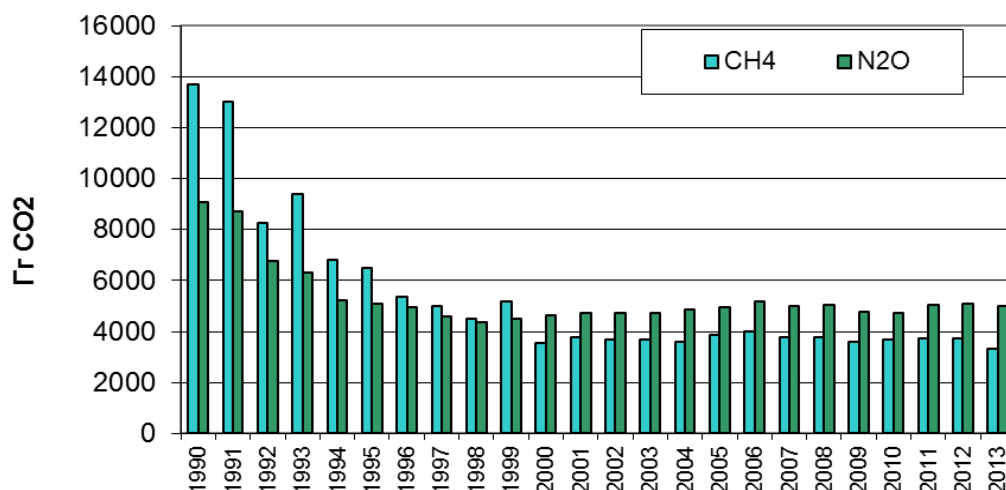
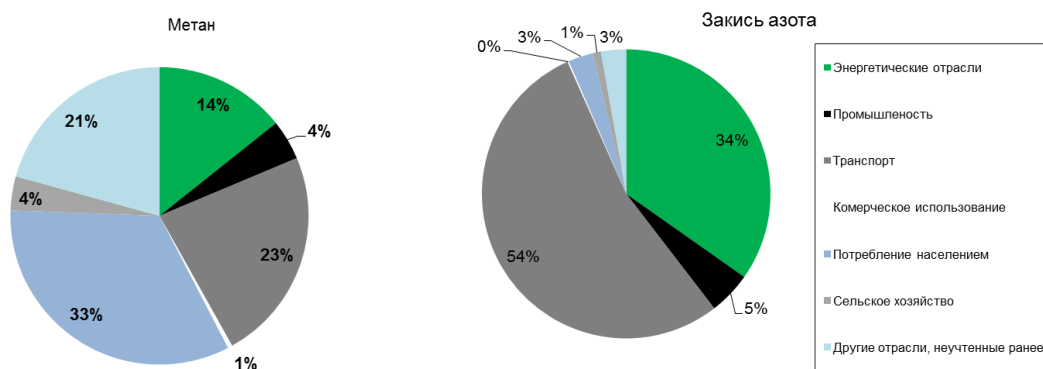
Рисунок 3.22 – Временной тренд выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$  при сжигании топлива

Рисунок 3.23 – Вклад различных категорий источников в выбросы метана и оксида диазота от сжигания топлива в 2013 году

С 1990 по 1998 год наблюдалось значительное снижение выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$  при сжигании топлива, а после 1999 года наступила относительная стабилизация уровня выбросов (рис. 3.22 и 3.23). Рост выбросов оксида диазота в последние годы обусловлен в значительной степени модернизацией парка автотранспортных средств и, как следствие, увеличением доли автомобилей класса выше Евро 0.

В 2013 году распределение выбросов метана между категориями источников достаточно равномерное. Основные вклады в выбросы  $CH_4$  вносят сжигание топлива населением (33%), транспортом (23%), предприятиями других отраслей (21%) и энергетикой (14%). Эмиссия  $N_2O$  обусловлена в основном сжиганием топлива транспортом (54%) и в энергетической отрасли (34%).

Временное изменение выбросов косвенных парниковых газов представлено на рисунке 3.24. Выбросы оксида углерода и летучих неметановых органических соединений в подсекторе 1.А., соответственно, на 91% и 85% обусловлены сжиганием топлива на транспорте (рис. 3.25). При этом более 98% выбросов  $CO$  и 63% выбросов ЛНОС от категории «Транспорт» обусловлено сжиганием топлива дорожным транспортом.

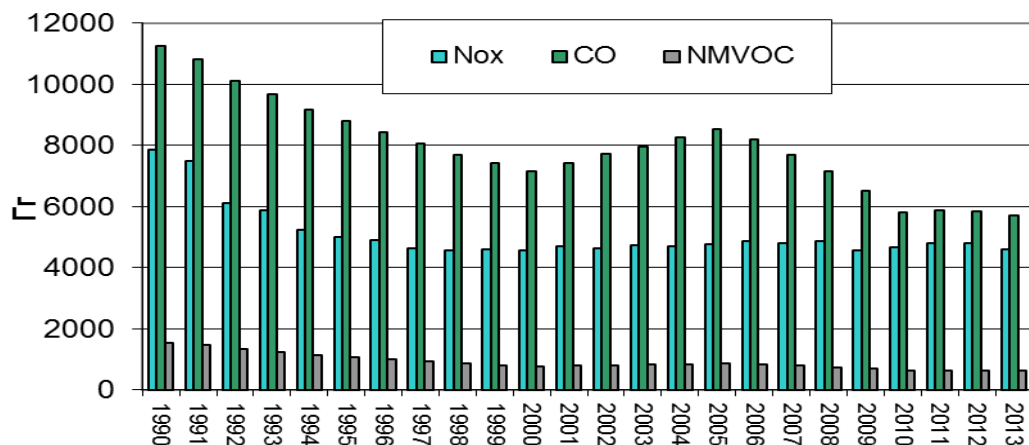


Рисунок 3.24 – Временной тренд выбросов газов с косвенным парниковым эффектом при сжигании топлива

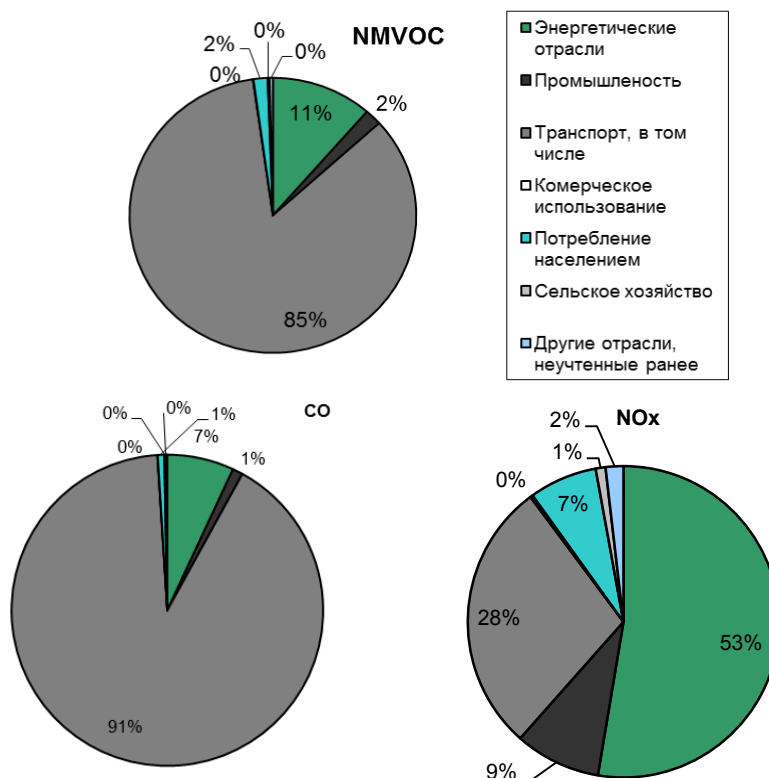


Рисунок 3.25 – Вклад различных категорий источников в выбросы газов с косвенным парниковым эффектом от сжигания топлива в 2013 году

#### Дорожный транспорт

Выбросы  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  вычислены в программе Corpert 4 на основании данных дорожной статистики (пробеги, классификация дорог и пр.) по группам транспортных средств, выполняющих нормы выбросов Евро-0,1,2,3,4,5, действующими на момент регистрации АТС (через учет возраста автопарка), а также измеренных на стендах пробеговых выбросов, выраженных в граммах на километр. Общие выбросы (т/год) от автотранспорта разных экологических классов вычисляли по формуле 3.6:

$$E_{\text{total}} = E_{\text{hot}} + E_{\text{cold}} + E_{\text{evap}}, \quad (3.6)$$

где:  $E_{\text{total}}$  – общие выбросы;

$E_{\text{hot}}$  – выбросы в течение стабильной работы прогретого двигателя;

$E_{\text{cold}}$  – выбросы при прогреве двигателя (холодном пуске);

$E_{\text{evap}}$  – испарения топлива (используются при расчетах выбросов  $\text{CH}_4$  от бензиновых ТС).

Выбросы с отработавшими газами АТС зависят от средней скорости транспортного средства, типа дороги (участка УДС). Средние значения коэффициентов эмиссии умножаются на пробег транспортных средств каждого типа для различных типов городских дорог с различными средними скоростями движения, чтобы проводить оценку выбросов на каждом из типов дорог.

Масса выбросов в течение стабильной работы прогретого двигателя зависит от разнообразных факторов, включающих пробег АТС, его скорость, возраст, объем двигателя и, в соответствии с (Сорперт IV, 2011, 2012), определяются по формуле 3.7:

$$E_{\text{hot } i, j, k} = N_j \times M_{j,k} \times e_{\text{hot } i, j, k} / 1000, \quad (3.7)$$

где:  $E_{\text{hot } i, j, k}$  – выбросы  $i$ -го газа ТС класса  $j$  при движении по дороге типа  $k$  с прогретым двигателем и системой контроля выбросов;

$N_j$  – количество ТС класса  $j$ , ед;

$M_{j,k}$  – пробег ТС класса  $j$  по дороге типа  $k$ , км/ТС в год;

$e_{\text{hot } i, j, k}$  – среднее значение пробеговых выбросов для  $i$ -го газа от ТС класса  $j$  при движении по дороге типа  $k$  с прогретым двигателем и системой контроля выбросов, г/км.

Результаты расчета выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  приведены на рисунках 3.26 и 3.27.

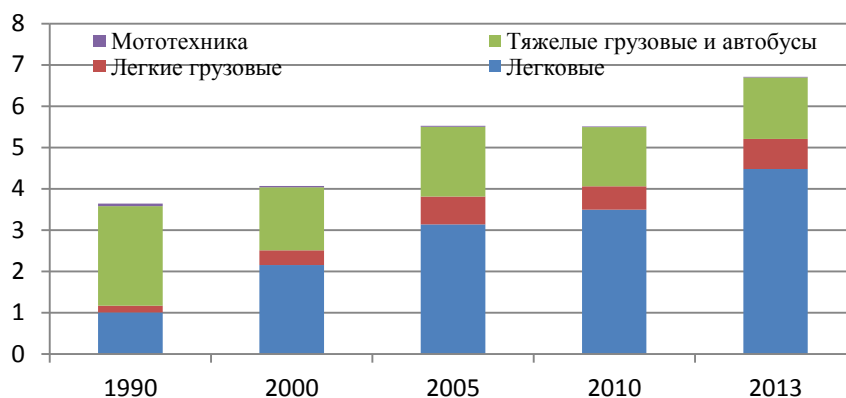


Рисунок 3.26 – Результаты расчета выбросов  $\text{CH}_4$ , тыс. т

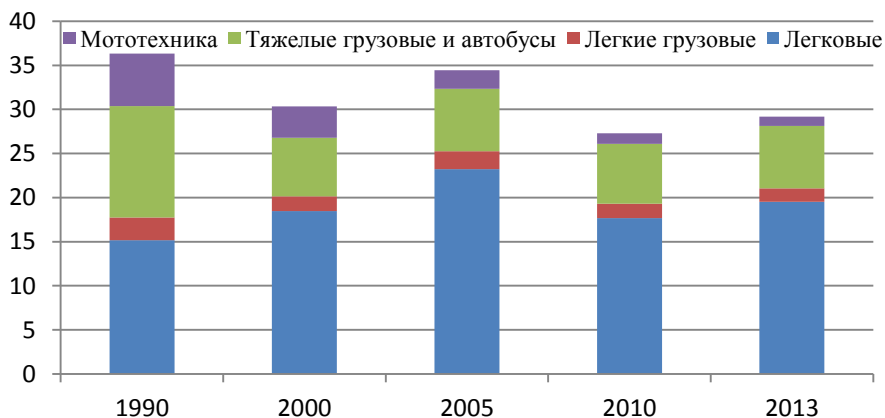


Рисунок 3.27 – Результаты расчета выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ , тыс. т

При принятой структуре парка расчеты показывают неравномерную по годам динамику выбросов метана (снижение от 5% в 2005 г., до 24% в 2010 г по сравнению с 1990 г.). Кроме того, наблюдается устойчивая тенденция роста выброса  $N_2O$  (на, приблизительно, 45% в 2013 г. по сравнению с 1990 г.). При этом у обоих веществ появляется скачок выбросов в 2005 г., что не обусловлено потреблением топлива. Дело в том, что максимальные факторы эмиссии (удельный пробеговый выброс) для  $CH_4$  и  $N_2O$  отмечаются у АТС экологических классов Евро – 0, 1 и 2. Для автомобилей высоких экологических классов они заметно меньше и при этом фактически одинаковы (по легковым автомобилям) для Евро – 3 и Евро – 5. В 2005 г., вследствие интенсивного роста количества автомобилей классов Евро 0-2, произошло увеличение валовых выбросов. В дальнейшем (на 2010 – 2013 гг.) количество АТС низких экологических классов снижалось, но при этом рост парка не замедляется. Удельный выброс  $N_2O$  для дизельных транспортных средств и автобусов после снижения, в связи с переходом на Евро 3, в дальнейшем растет фактически до предыдущих показателей.

Расчет выбросов  $NO_x$ ,  $CO$  и неметановых углеводородов (NMVOC) проведен с использованием программы Sorpert 4, в соответствии с уровнем 3 МГЭИК (по пройденному расстоянию), который, кроме детального подхода к парку и пробегу, учитывает дополнительные выбросы, связанные с прогревом АТС, а также испарения углеводородов из топливного бака и системы топливоподачи бензиновых автомобилей. Кроме этого, холодный пуск приводит к дополнительным выбросам. Они учитываются для всех трех условий движения (городская улица, местная дорога и автомагистраль) бензиновых и дизельных легковых автомобилей, а также для легких грузовых автомобилей.

Испарение топлива (углеводородов) из топливного бака и системы топливоподачи составляют определенную долю полных эмиссий от автомобильного транспорта. В методике учитываются три различных механизма испарения бензина из транспортных средств: дневная потеря, испарение топлива из горячего двигателя, потери при движении. Величина испарений летучих органических соединений (ЛНОС) от транспортных средств с бензиновыми двигателями зависит от температуры окружающей среды и испаряемости топлива и, в случае дневных потерь, ежедневного повышения температуры окружающей среды. Испаряющиеся ЛНОС вычисляются в течение каждого месяца и значения суммируются, чтобы получить годовые значения выбросов.

Результаты расчета, приведенные на рисунках 3.28 – 3.30, показывают в целом тенденцию снижения выбросов в 2013 г. по сравнению с 1990 г. (около 50% для  $CO$ , более 63% для неметановых углеводородов и до 25% по  $NO_x$ ) из-за улучшения экологических характеристик подвижного состава. При этом наблюдается некоторый рост всех показателей в 2005г. вследствие резкого роста парка автомобилей низких экологических классов на данный период.

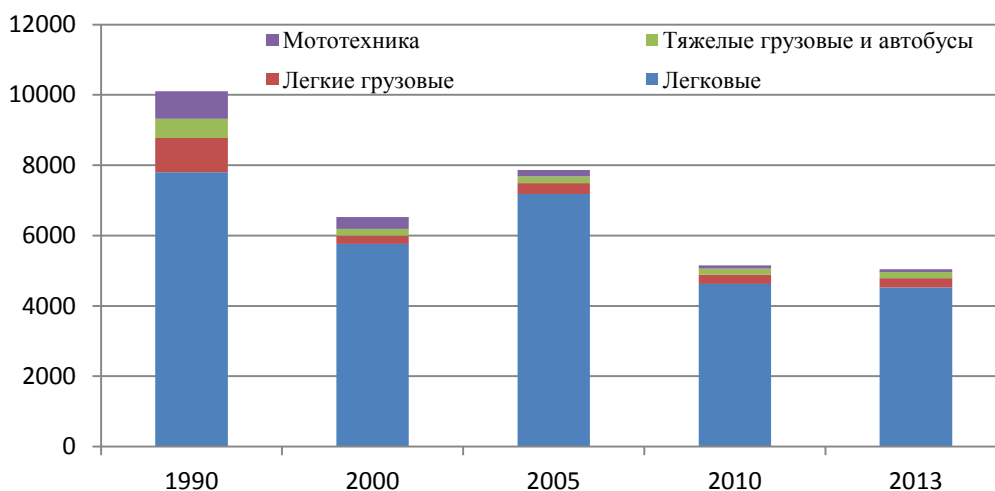


Рисунок 3.28 – Валовые выбросы  $CO$  по основным расчетным годам и категориям АТС, тыс. т



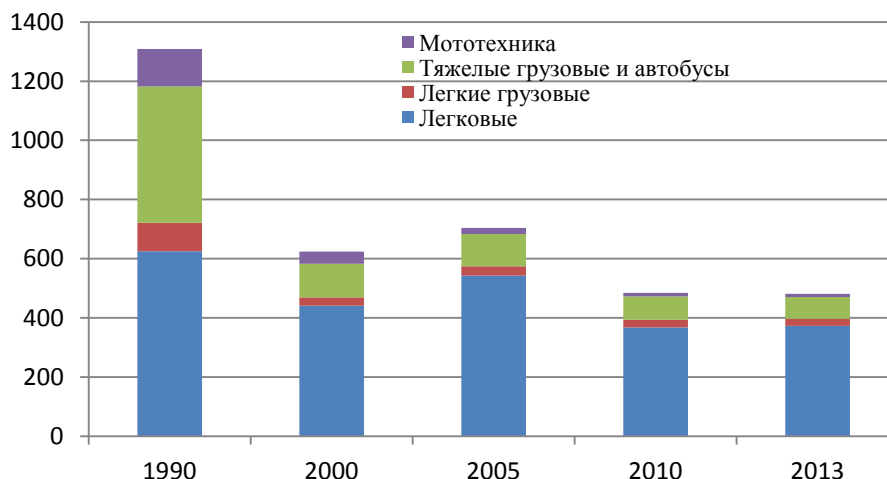


Рисунок 3.29 – Валовые выбросы ЛНОС по основным расчетным годам и категориям АТС, тис. т

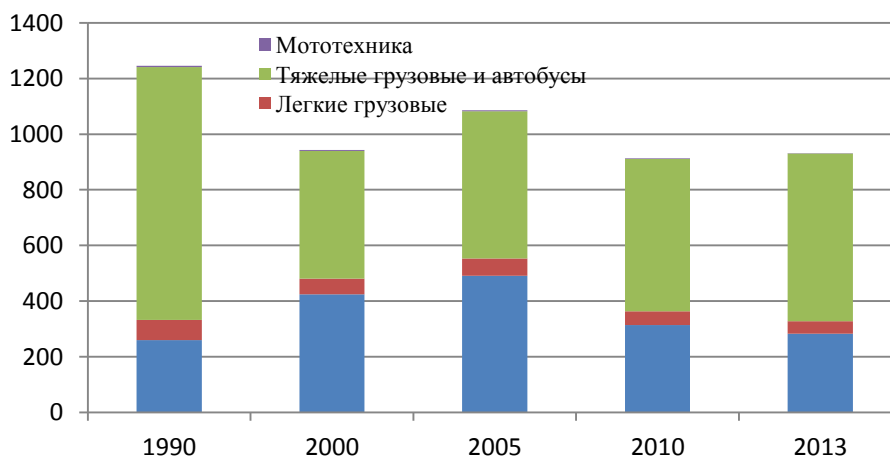


Рисунок 3.30 – Валовые выбросы NO<sub>x</sub> по основным расчетным годам и категориям АТС, тис. т

#### 3.2.4.6 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 всех данных о деятельности составляет  $\pm 5\%$ , кроме данных о биомассе и использовании топлив на транспорте. Российская Федерация имеет высокоорганизованную систему государственной статистики. Поскольку 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  $\pm 5\%$ . Величина неопределенности данных об использовании топлив на транспорте была принята  $\pm 10\%$ , а неопределенность данных о биомассе –  $\pm 20\%$ .

Неопределенности коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> для разных видов топлив достаточно точно определены, поскольку они зависят от содержания углерода в конкретном топливе. Однако неопределенность коэффициентов выбросов иных газов гораздо выше. Неопределенность коэффициентов выбросов CH<sub>4</sub> может достигать  $\pm 50\%$ , а для коэффициента выбросов N<sub>2</sub>O может составлять от  $-40\%$  до  $+140\%$  (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2006). Соответствен-

но неопределенность коэффициентов эмиссии  $\text{CO}_2$  была принята  $\pm 7\%$ . В свою очередь неопределенности коэффициентов эмиссии  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  были приняты равными  $\pm 50\%$  для всех категорий, кроме транспорта. Для транспорта, в связи с проведенными пересчетами по программ Copert 4, величины неопределенности коэффициентов эмиссии  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  были уменьшены и приняты равными  $\pm 30\%$ . Количественная оценка неопределенности выбросов парниковых газов для сжигания топлива (категория 1.A) выполнялась на основе приведенных выше величин неопределенностей данных о деятельности и параметров по уровню 1 методологии МГЭИК при доверительном интервале 95% (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2006). Расчеты показывают, что общая неопределенность оценок выбросов по категории источников 1.A в 2013 году составляет 3,88%, а неопределенность тенденции выбросов – 3,39%.

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

Оценка и контроль качества включали контроль данных о деятельности и сравнение значений оценок выбросов за разные годы. Контроль качества выполняли на этапах сбора и электронного ввода данных о деятельности, коэффициентов эмиссии и коэффициентов пересчета. 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.

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, выполняется перепроверка введенных величин. Указанные меры позволяют выявить ошибки при вводе данных и выполнении оценок эмиссии. Мероприятия по контролю качества проводятся регулярно и в несколько этапов по мере подготовки инвентаризации. При обеспечении и контроле качества учитывались замечания и предложения, высказанные группой экспертов РКИК ООН.

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

В кадастре 2015 года впервые были проведены расчеты по методологии Руководящих принципов МГЭИК 2006 года (МГЭИК, 2006). Кроме того, были проведены следующие перерасчеты:

- при расчете выбросов  $\text{CO}_2$  от природного газа использован национальный коэффициент содержания  $\text{CO}_2$  в природном газе,
- проведен перерасчет потребления бензина и дизельного топлива дорожным транспортом, а так же выбросы ПГ от деятельности дорожного транспорта с использованием расчетной модели Copert 4,
- в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 года, принято условие, что потери на неокисленный углерод равны нулю (МГЭИК, 2006), т.е. из расчета по базовому подходу исключен весь углерод, содержащийся в топливе, используемом в неэнергетических целях,
- для исключения двойного учета впервые из расчетов в категории Черная металлургия (1.A.2.a) исключен природный газ, используемый в качестве восстановителя при производстве железа прямого восстановления. В базовом подходе соответствующий объем природного газа учтен как неэнергетическое использование,
- в соответствии с Методологическими указаниями Госкомстата (1999) уточнено значение калорийного эквивалента для перевода тонн условного топлива в тераджоули,
- ряд коэффициентов был пересмотрен, в соответствии с Методологическими положениями Росстата (Методологические положения, 1999) и разработанными в 2015 году Методическими рекомендациями по проведению добровольной инвентаризации объе-

ма выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации (Методические рекомендации, 2015),

- впервые, в соответствии с рекомендацией группы экспертов РКИК ООН, был рассчитан временной ряд национальных коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  при сжигании каменных углей (включая антрацит и коксующийся уголь) не только для предприятий электроэнергетики, но и для всех улей, использованных в качестве топлива в России,
- отдельно произведена оценка выбросов от категории 1.A.1.c.i – Производство твердых топлив (производство кокса).

### 3.2.5 Выбросы от международного бункерного топлива

#### 3.2.5.1 Обзор подраздела

Выбросы, связанные с использованием топлива для международных авиационных и морских перевозок (международный бункер), 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 ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и ЛНОС или NMVOC), образующихся при использовании топлива для авиации и морского транспорта в международном сообщении с 1990 по 2013 гг. включительно.

Динамика выбросов парниковых газов приведена на рисунке 3.31. В целом за период с 1990 по 2007 гг. наблюдался рост эмиссии парниковых газов от международного бункерного топлива. В 2008-2009 гг. произошло сокращение выбросов, вследствие экономического кризиса. Однако в 2010-2013 гг. рост выбросов возобновился (рис. 3.31). В 2013 году совокупный выброс  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составил 46,7 млн. т (46 685,5 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что в 2,7 раза больше, чем в 1990 году. В компонентном составе выбросов преобладает диоксид углерода, на долю которого в 2013 году приходилось 99,5 % совокупного выброса. Выбросы метана и оксида диазота составили 0,1 % и 0,4 % соответственно.

Распределение профиля выбросов парниковых газов при использовании топлива в международных авиационных и морских перевозках приведено на рисунке 3.32. Основные выбросы парниковых газов при использовании международного бункерного топлива связаны с морским транспортом. В 2013 году выбросы от морского транспорта составили около 77% совокупной эквивалентной эмиссии парниковых газов от международного бункерного топлива (рис. 3.32).

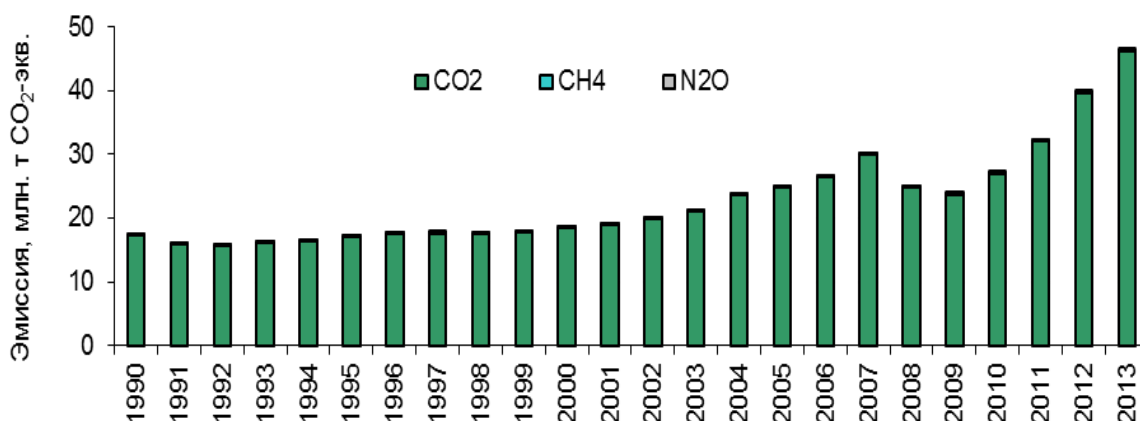


Рисунок 3.31 – Динамика выбросов парниковых газов от международного бункерного топлива

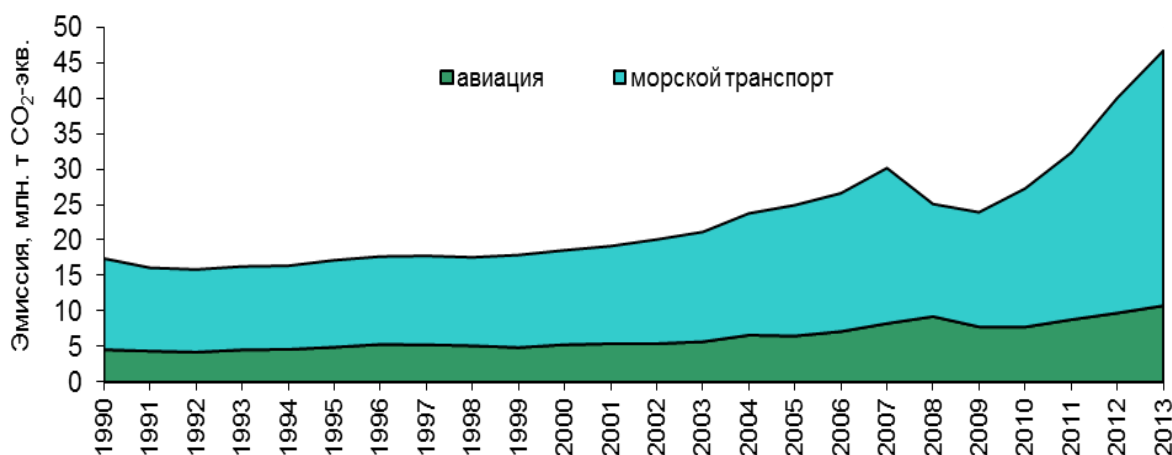


Рисунок 3.32 – Совокупный эквивалентный выброс парниковых газов при использовании международного бункерного топлива

### 3.2.5.2 Авиационное бункерное топливо (1.D.1.a)

#### Методологические вопросы

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 3.4 (Грабар и др., 2009; Грабар и др., 2011). Сведения о ежегодном налете пассажирских и грузовых воздушных судов российских и иностранных перевозчиков с территории Российской Федерации за рубеж с 2000 по 2013 гг. были предоставлены Федеральным агентством воздушного транспорта (Росавиация) в рамках информационного обеспечения российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов. Данные по среднему часовому расходу топлива были предоставлены ФГУП Государственный научно-исследовательский институт Гражданской Авиации. Средний часовой расход топлива включает фазы взлета/посадки и крейсерского полета.

Потребление топлива с 1990 по 1999 гг. определяли экстраполяцией на основе данных о пассажирообороте в международном сообщении (рис. 3.33) с 1990 по 2004 гг. и потреблении топлива за 2000-2004 гг., когда структура парка воздушных судов оставалась относительно постоянной. Суммарный налет в международном сообщении представлен на рисунке 3.34. С 2000 г. налет самолето-часов в международном сообщении увеличивается. Несмотря на рост авиаперевозок, обновление парка самолетов способствовало снижению топливопотребления в расчете на единицу авиатранспортной работы (рис. 3.34).

Расчет выбросов парниковых газов от топлива, использованного российскими и международными авиакомпаниями для перелетов с территории Российской Федерации, выполняли по формуле 3.5 (МГЭИК, 2006). Предполагалось, что все используемое авиакомпаниями топливо является авиационным керосином. Пересчет тонн авиационного керосина в тепловой эквивалент производился при помощи коэффициентов пересчета в тонны условного топлива ( $1,47 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$ ) и теплотворную способность ( $0,0293 \text{ ТДж} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$ ) (Постановление Госкомстата России, 1999). Коэффициенты эмиссии  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , использованные в расчетах, были взяты из Руководящих принципов МГЭИК 2006 года и приведены в таблице 3.17 (МГЭИК, 2006).

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:  $250 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{NO}_x$ ,  $100 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{CO}$  и  $50 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $\text{NMVOC}$  (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2006).

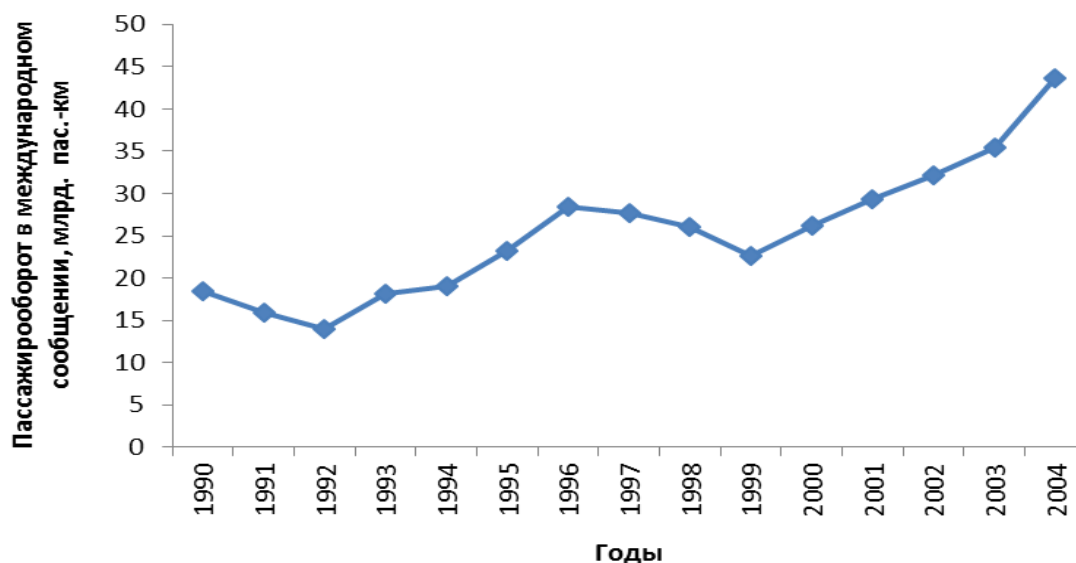


Рисунок 3.33 – Пассажирооборот в международном сообщении

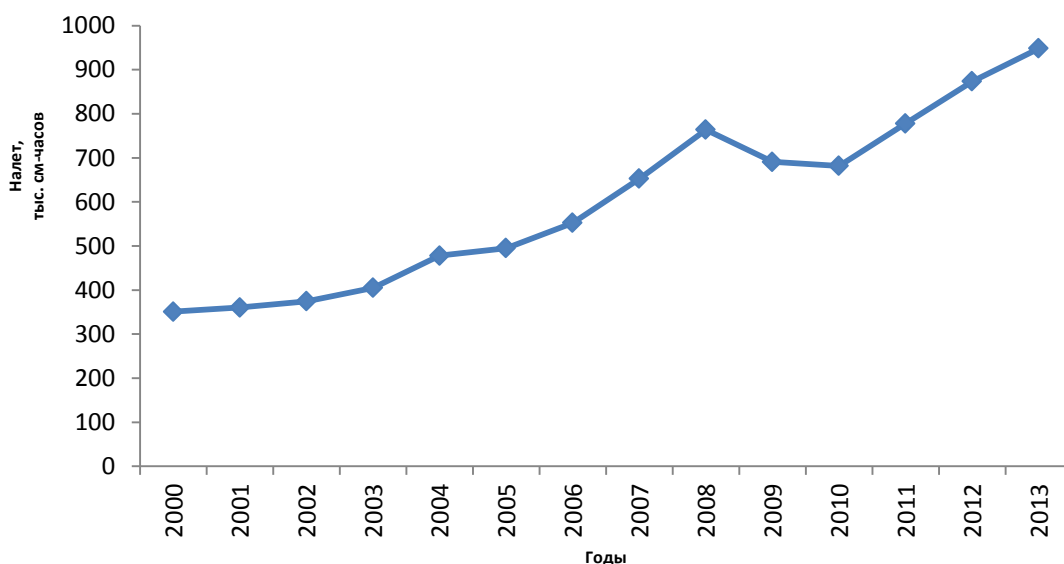


Рисунок 3.34 – Суммарный налет в международном сообщении

#### Выбросы $CO_2$ , $CH_4$ и $N_2O$ от использования авиационного бункерного топлива

Расчетные значения выбросов  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$  от авиационного бункерного топлива представлены на рисунках 3.35 и 3.36 соответственно. Наименьшая величина эмиссии  $CO_2$  наблюдалась в 1992 году, что объясняется сокращением объема международных перевозок, а наибольшая – в 2008 году. В 2013 году эмиссия  $CO_2$  увеличилась в 2,4 раза по сравнению с уровнем 1990 года и составила 10,7 млн. т (рис. 3.35). Динамика выбросов обусловлена межгодовой изменчивостью потребления топлива в международном авиационном сообщении. Тренды выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$  повторяют тренд  $CO_2$ . Величины эмиссии метана и оксида азота в 2013 году составили 74,6 и 298,2 т соответственно (рис. 3.36).

Выбросы предшественников озона ( $NO_x$ , CO, ЛНОС) приведены в соответствующих таблицах ОФД для временного ряда с 1990 по 2013 гг. отдельно для международной авиационной и морской деятельности. Анализ показал, что эмиссия предшественников озона проявляет сходные тенденции, что и газы с прямым парниковым эффектом.

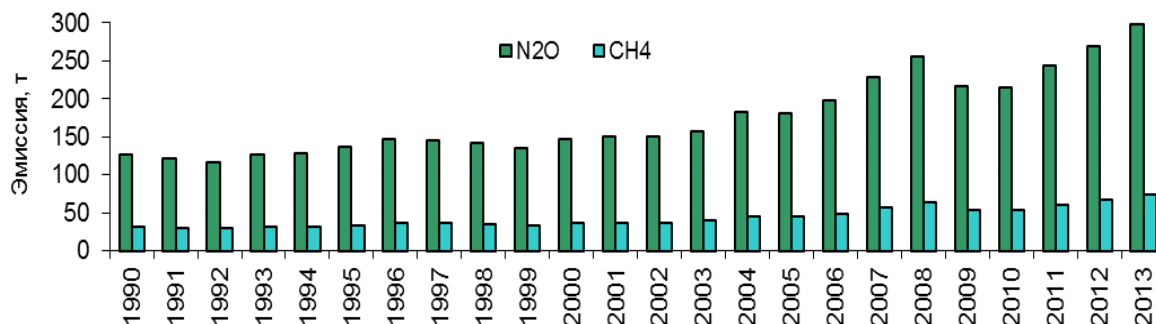


Рисунок 3.35 – Динамика выбросов диоксида углерода от авиационного бункерного топлива

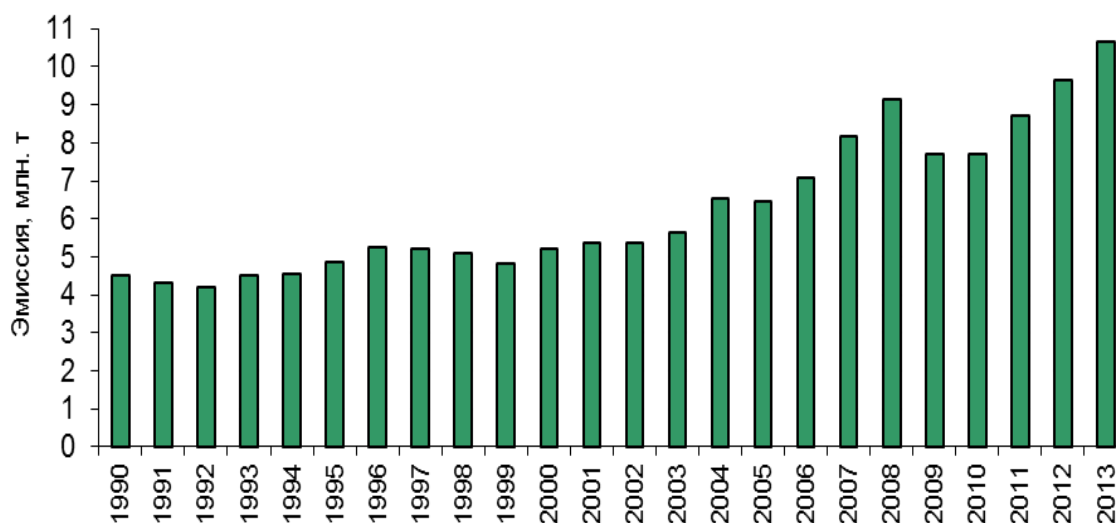


Рисунок 3.36 – Динамика выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от авиационного бункерного топлива

### 3.2.5.3 Морское бункерное топливо (1.D.1.b)

#### Методологические вопросы

Расчет выбросов парниковых газов от морского бункерного топлива выполнялся на основе данных Информационно-аналитического агентства «ПортНьюс» (ИАА «ПортНьюс») <sup>14</sup> о массе топлива, заправленного российскими и иностранными судами для осуществления международных морских и речных перевозок. В своих оценках ИАА «ПортНьюс» основывается на данных Федеральной таможенной службы России, администраций морских портов, ФГУП «Росморпорт», российских судоходных и бункеровочных компаний. Данные ИАА «ПортНьюс» доступны за 2005-2013 гг. включительно. Данные за отсутствующие годы были найдены методом экстраполяции (МГЭИК, 2006). Расчет выбросов парниковых газов выполнялся по формуле 3.8:

$$E_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}} = \sum (\text{FC}_m \cdot \text{CF}_{\text{TCE}} \cdot \text{CF}_{\text{NCV}} \cdot \text{EF}_{\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}}), \quad (3.8)$$

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 ;

$\text{FC}_m$  – потребление топлива по видам  $m$  (мазут, дизельное топливо) при морских и речных перевозках, т;

$\text{CF}_{\text{TCE}}$  – коэффициент пересчета в тонны условного топлива в угольном эквиваленте (для мазута  $1,43 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$ ; для дизельного топлива  $1,45 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$ );

<sup>14</sup> <http://portnews.ru/>

$CF_{NCV}$  – коэффициент пересчета в теплотворную способность ( $0,0293 \text{ ТДж} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$ );  
 $EF_{CO_2, CH_4, N_2O}$  – коэффициент эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $\text{т} \cdot \text{ТДж}^{-1}$

Пересчет тонн топлива в тепловой эквивалент производился при помощи коэффициентов пересчета в тонны условного топлива для мазута и дизельного топлива, равных  $1,43 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$  и  $1,45 \text{ т.у.т.} \cdot \text{т}^{-1}$  соответственно и коэффициента пересчета в теплотворную способность, равного  $0,0293 \text{ ТДж} \cdot \text{т.у.т.}^{-1}$  (Методологические положения, 1999). В расчетах были использованы рекомендуемые МГЭИК коэффициенты эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$  (табл. 3.21). Выбросы  $NO_x$ ,  $CO$  и  $NMVOС$  рассчитывали по данным о потреблении топлива по методу уровня 1 и рекомендуемым МГЭИК коэффициентам эмиссии:  $1500 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $NO_x$ ,  $1000 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $CO$ ,  $200 \text{ кг} \cdot \text{ТДж}^{-1}$  для  $NMVOС$  (МГЭИК, 2000).

Таблица 3.21

*Коэффициенты эмиссии, использованные в расчетах эмиссии парниковых газов при международных морских перевозках (МГЭИК, 2006)*

Вид топлива	Коэффициент эмиссии, $CO_2$ , $\text{т} \cdot \text{ТДж}^{-1}$	Коэффициент эмиссии $CH_4$ , $\text{т} \cdot \text{ТДж}^{-1}$	Коэффициент эмиссии $N_2O$ , $\text{т} \cdot \text{ТДж}^{-1}$
Мазут	77,4	0,007	0,002
Дизельное топливо	74,1		

Эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$  от использования морского бункерного топлива

Расчетные значения выбросов  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$  от морского бункерного топлива представлены на рисунках 3.37 и 3.38 соответственно. С 1990 по 2007 гг. наблюдался рост эмиссии парниковых газов от морского бункерного топлива. В 2008 г. произошло сокращение выбросов вследствие экономического кризиса. Однако в 2009 – 2012 гг. рост возобновился. В 2013 году эмиссия диоксида углерода составила 35,6 млн. т, что в 2,8 раза больше, чем в 1990 году (рис. 3.37). Тренды выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$  повторяют тренд  $CO_2$ . Величины эмиссии метана и оксида диазота в 2013 году составили 3 232 и 923 т соответственно (рис. 3.38).

Выбросы предшественников озона ( $NO_x$ ,  $CO$ ,  $NMVOС$ ) приведены в соответствующих таблицах ОФД для всего временного ряда с 1990 по 2013 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.

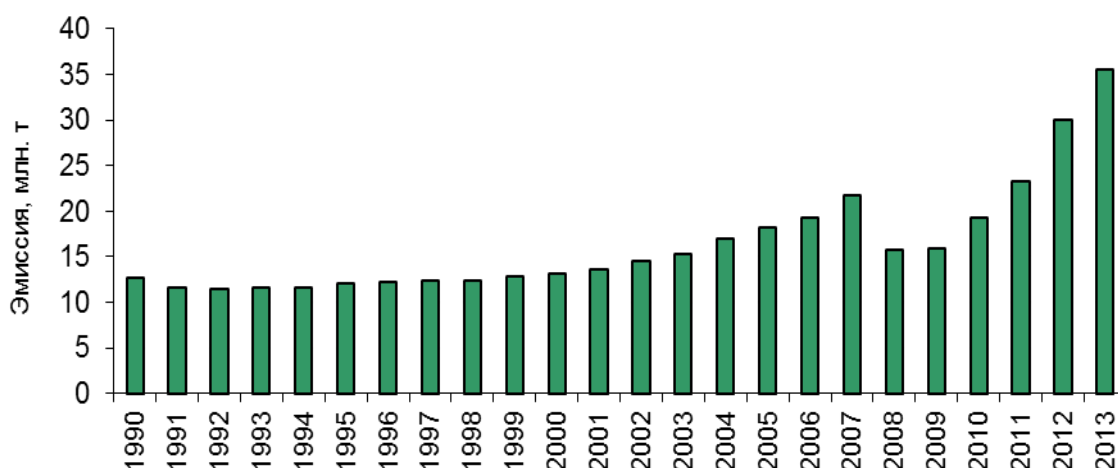


Рисунок 3.37 – Динамика выбросов диоксида углерода от морского бункерного топлива



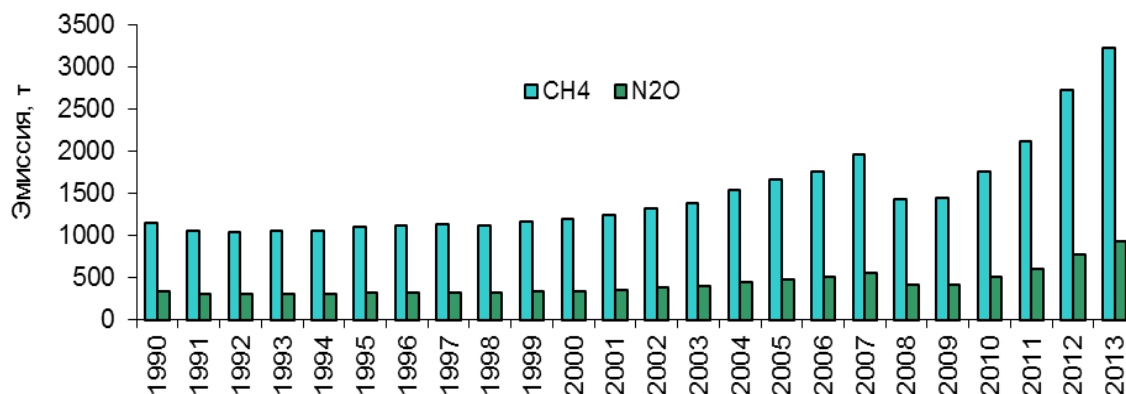


Рисунок 3.38 – Динамика выбросов метана и оксида диазота от морского бункерного топлива

Альтернативные оценки выбросов парниковых газов водным транспортом Российской Федерации за некоторые годы выполнялись ЗАО «ЦНИИМФ»<sup>15</sup> по заказу Министерства транспорта Российской Федерации по методике ММО, основанной на совокупных объемах деятельности водного транспорта. Методика ММО не имеет принципиальных расхождений с методикой МГЭИК. Согласно оценкам ЗАО «ЦНИИМФ» совокупный выброс парниковых газов морскими транспортными судами, плавающими под флагом Российской Федерации, в 2009 и 2011 гг. составил соответственно 7,8 и 7,5 млн. т. CO<sub>2</sub>-экв. Это суммарные выбросы от международных морских перевозок безотносительно мест нахождения и бункеровки судов, т.е. вне зависимости от того, заправлялось ли судно топливом в российском порту или за рубежом и сжигало его в территориальном море России или вне его.

#### **3.2.5.4 Оценка неопределенности и согласованность временных рядов**

Точность расчетов определяется точностью исходных данных и поправочных коэффициентов. Количественные характеристики воздушного движения собирались за каждые сутки отдельно для международной и внутренней авиации. Поэтому неопределенность данных о деятельности довольно низка и по нашей экспертной оценке составляет  $\pm 7\%$ . Как указывается в Руководящих указаниях МГЭИК по эффективной практике, неопределенность коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> для разных видов топлив находится, как правило, в пределах  $\pm 5\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов CH<sub>4</sub> для уровня 1 может быть от  $-57\%$  до  $+100\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов N<sub>2</sub>O может составлять от  $-76\%$  до  $+150\%$  (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2006).

Оценки потребления морского бункерного топлива, предоставленные ИАА «ПортНьюс», основываются на данных Таможенной службы России, администраций морских портов, ФГУП «Росморпорт», а также участников рынка бункеровки. Неопределенность данных о деятельности небольшая и составляет  $\pm 7\%$ . Неопределенности коэффициентов выбросов CO<sub>2</sub> для разных видов топлив достаточно точно определены, поскольку они зависят в основном от содержания углерода в конкретном топливе. К примеру, значение неопределенности для дизельного топлива равно  $\pm 1,5\%$ , а для топочного мазута  $\pm 3\%$ . Однако неопределенность коэффициентов выбросов иных газов гораздо выше. Неопределенность коэффициентов выбросов CH<sub>4</sub> может достигать  $\pm 50\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов N<sub>2</sub>O может составлять от  $-40\%$  до  $+140\%$  (МГЭИК, 2000; МГЭИК, 2006).

Нами выполнена количественная оценка неопределенности по уровню 1 при доверительном интервале 95% (МГЭИК, 2006). Были использованы вышеупомянутые неопределенности данных о деятельности и максимальные величины неопределенностей коэффициентов выбросов, рекомендуемые МГЭИК. Расчеты показали, что общая неопределенность оценки

<sup>15</sup> <http://www.cniimf.ru>



выбросов парниковых газов от использования международного бункерного топлива составила 6,2%. Неопределенность тенденций выбросов составила 23,5%.

#### **3.2.5.5 Обеспечение и контроль качества и верификация оценок**

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 профильных 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 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.

#### **3.2.5.6 Перерасчеты и изменения, сделанные в ответ на проверки результатов инвентаризации выбросов**

В настоящем кадастре впервые представлены оценки выбросов парниковых газов от международного бункерного топлива, выполненные в соответствии с Руководящими принципами МГЭИК 2006 года (МГЭИК, 2006). Все замечания экспертов Секретариата РКИК ООН, высказанные при углубленном рассмотрении кадастров предыдущих лет, были учтены в расчетах.

#### **3.2.5.7 Планируемые усовершенствования**

В дальнейшем планируется продолжить совершенствование системы сбора данных о деятельности водного транспорта.

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

В разделе приведены расчетные оценки выбросов парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ) и предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , ЛНОС и  $\text{SO}_2$ ) от твердых, жидких и газообразных топлив с 1990 по 2013 гг. включительно (рис. 3.39 и 3.40). В 2013 г. суммарные выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  составили 947,6 млн. т (947 615,3 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что на 1,4% ниже, чем в 1990 году. В их составе преобладает метан, на долю которого в 2013 г. приходилось 91,2%. Доли диоксида углерода и оксида диазота составили 8,8% и менее 0,1% соответственно (рис. 3.39). Операции с нефтью и природным газом (1.В.2) доминируют в суммарном объеме выбросов от утечек и испарения топлив – 94,6%. В 2013 г. выбросы от нефтегазовой отрасли были на 1,7% выше уровня 1990 года, выбросы от твердых топлив сократились на 33,1% (рис. 3.40). Эмиссия  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , ЛНОС и  $\text{SO}_2$  связана с нефтегазовой отраслью (рис. 3.41). Наиболее значимы выбросы летучих неметановых органических соединений (ЛНОС или NMVOC) и диоксида серы. В 2013 г. выбросы  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{SO}_2$  были на 5,8% ниже, чем в 1990 году, а выброс ЛНОС вырос на 1,3% – до 19,3 млн. т.

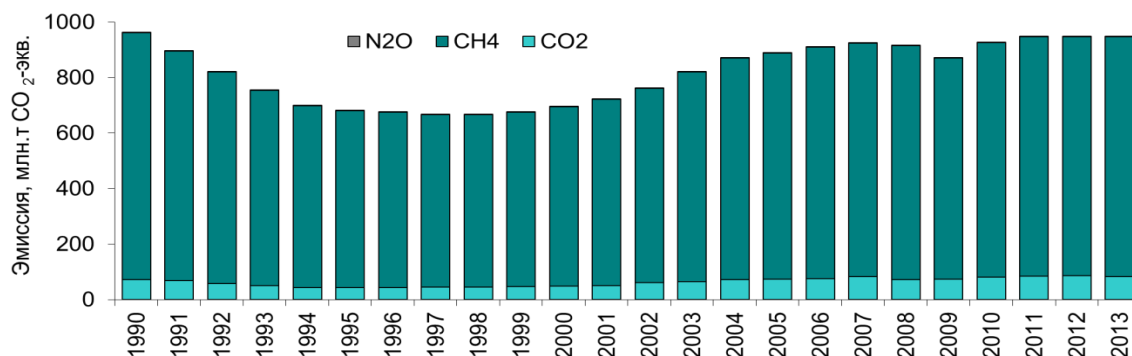


Рисунок 3.39 – Эмиссия парниковых газов при утечках и испарении топлив

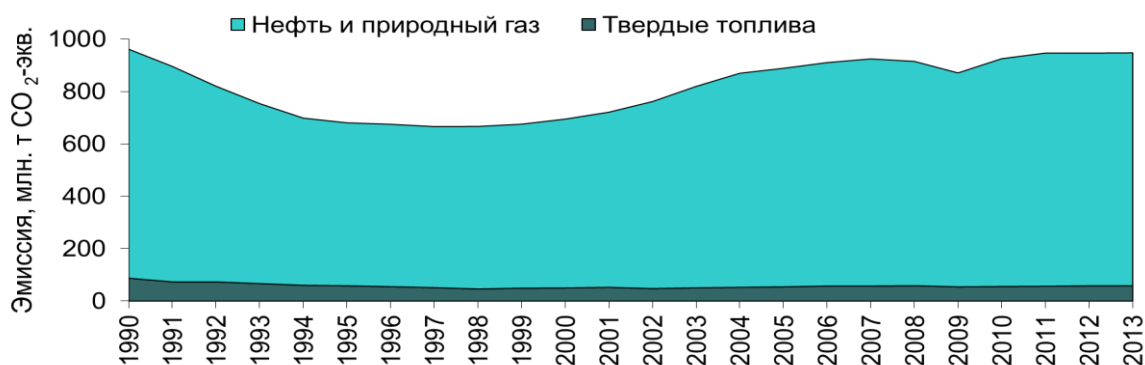


Рисунок 3.40 – Эквивалентная эмиссия парниковых газов по основным категориям источников

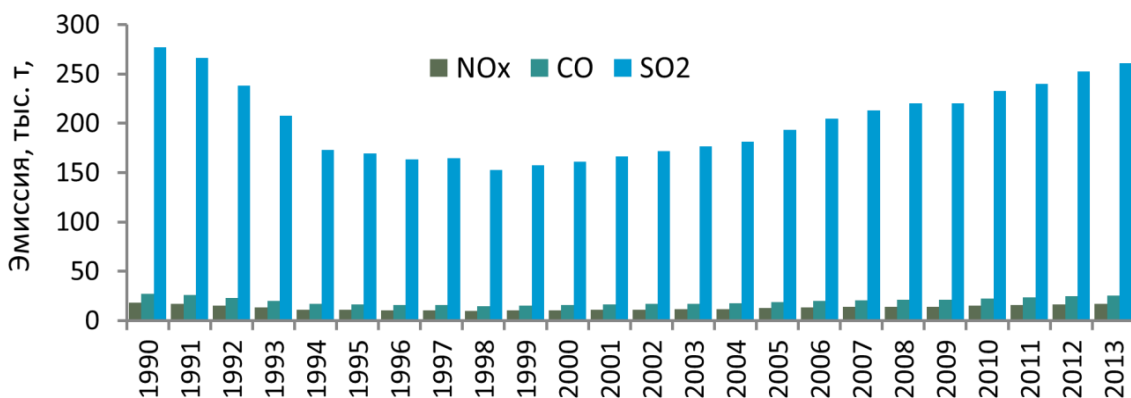


Рисунок 3.41 – Эмиссия предшественников озона в нефтегазовой отрасли

### 3.3.1 Отдельные категории источников выбросов

#### 3.3.1.1 Выбросы от твердых топлив (1.B.1)<sup>16</sup>

##### Добыча и последующие операции с углем (1.B.1.a)

Добыча и последующие операции с углем являются источниками диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и метана (CH<sub>4</sub>), которые содержатся в угольных пластах и прилегающих пустотах. Вскрытие и разработка угольных месторождений приводят к выделению CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> в атмо-

<sup>16</sup> Раздел подготовлен при содействии ФГБУН Институт угля Сибирского отделения РАН (<http://www.icc.kemsc.ru>).

сферу. CO<sub>2</sub> может поступать в атмосферу при низкотемпературном окислении, внезапном воспламенении добытого угля и при факельном сжигании CH<sub>4</sub> при дегазации угольных шахт и пластов (МГЭИК, 2006).

Добыча угля из эксплуатируемых угольных бассейнов ведется подземным и открытым способами в 7 федеральных округах Российской Федерации (табл. 3.22). Статистическая отчетность о деятельности угледобывающей отрасли собирается и публикуется в соответствии с административно-территориальным делением (Российский статистический ежегодник, 2010; Российский статистический ежегодник, 2011 и др.). С 2010 года статистическая информация формируется в соответствии с Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности (ОКПД). В ОКПД не предусмотрена детализация данных по способам добычи угля. Поэтому с 2011 года расчет выбросов метана при добыче и последующих операциях с углем выполняется по данным Федерального государственного унитарного предприятия «Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса» (ГП «ЦДУ ТЭК»), предоставленным Министерством энергетики Российской Федерации.

Таблица 3.22

## Угледобыча в Российской Федерации

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

В 2013 году совокупный выброс метана от добычи угля составил 2,3 млн. т (2 345,33 Гг), что на 33,1% ниже, чем в 1990 году (рис. 3.42). Вклад добычи угля подземным способом в совокупную эмиссию от угледобычи составляет в среднем 59,2%.

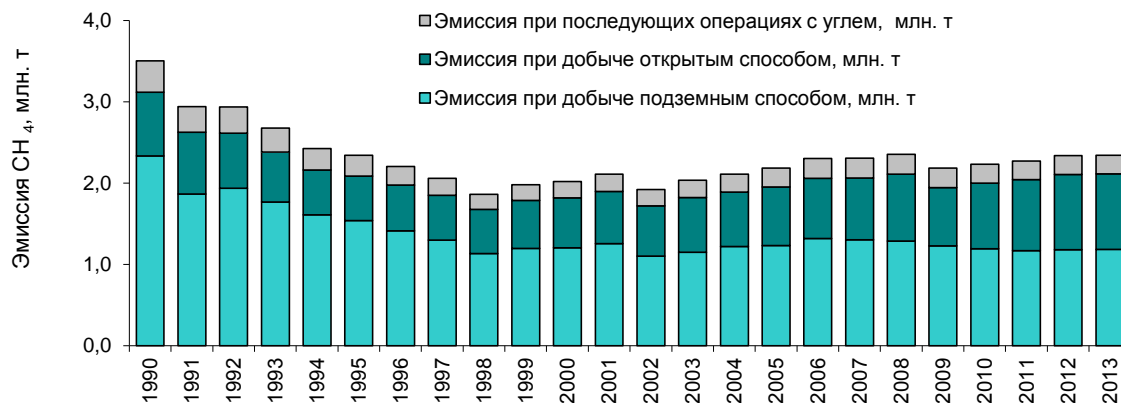


Рисунок 3.42 – Выбросы метана от добычи угля в Российской Федерации

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

В разделе приведены оценки выбросов парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ) и предшественников озона ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NMVOC}$  и  $\text{SO}_2$ ) при бурении, опробовании и обслуживании действующих нефтяных скважин, добыче и транспортировке нефти, газового конденсата и природного газа, хранении и распределении природного газа, а также первичной переработке нефти и природного газа. Распределение парниковых газов и предшественников озона по категориям антропогенных источников представлено в таблице 3.23. Совокупные эквивалентные выбросы парниковых газов приведены на рисунках 3.43 и 3.44. Величины выбросов предшественников озона приведены на рисунке 3.41. В выбросах парниковых газов преобладает метан – его вклад в совокупную эмиссию от нефтегазовой отрасли Российской Федерации в среднем составляет 91,8 %. В 2013 г. значения выбросов парниковых газов были 888,98 млн. т (888 981,99 Гг)  $\text{CO}_2$ -экв., что на 1,73% выше уровня 1990 года (рис. 3.43). Из рисунка 3.44 видно, что наибольший вклад дают утечки при операциях с природным газом и нефтью (в среднем 41,4 % и 38,8% общего выброса по отрасли соответственно).

Таблица 3.23

Категории антропогенных источников и парниковые газы, выбрасываемые при осуществлении операций с нефтью и природным газом

Категория источников выбросов	Парниковые газы и предшественники	Таблица ОФД
Операции с нефтью		1.B.2.A
Бурение, опробование и обслуживание действующих нефтяных скважин	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$ , $\text{N}_2\text{O}$	1.B.2.A.1
	$\text{NMVOC}$	1.B.2.A
Добыча	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$	1.B.2.A.2
	$\text{NMVOC}$	1.B.2.A
Транспортировка	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$	1.B.2.A.3
	$\text{NMVOC}$	1.B.2.A
Первичная переработка (перегонка) 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.2
	$\text{NMVOC}$	1.B.2.A
Транспортировка	$\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$	1.B.2.A.6
	$\text{NMVOC}$	1.B.2.A

Категория источников выбросов	Парниковые газы и предшественники	Таблица ОФД
Операции с природным газом <sup>17</sup>		1.B.2.B
Добыча	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.2
	NM VOC	1.B.2.B
Первичная переработка (подготовка)	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.3
	NM VOC	1.B.2.B
Транспортировка и хранение	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.4
	NM VOC	1.B.2.B
Распределение	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.B.5
	NM VOC	1.B.2.B
Продувка и отведение газов		1.B.2.C.1
Нефть	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.C.1.1
	NM VOC	1.B.2.A
Газовый конденсат	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	1.B.2.C.1.1
	NM VOC	1.B.2.A
Природный газ	CO <sub>2</sub>	1.B.2.C.1.2
	NM VOC	1.B.2.B
Сжигание в факелах при добыче и первичной переработке		1.B.2.C.2
Природный газ	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	1.B.2.C.2.2
	NM VOC	1.B.2.B
Попутный (нефтяной) газ	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	1.B.2.C.2.1
	NM VOC	1.B.2.A

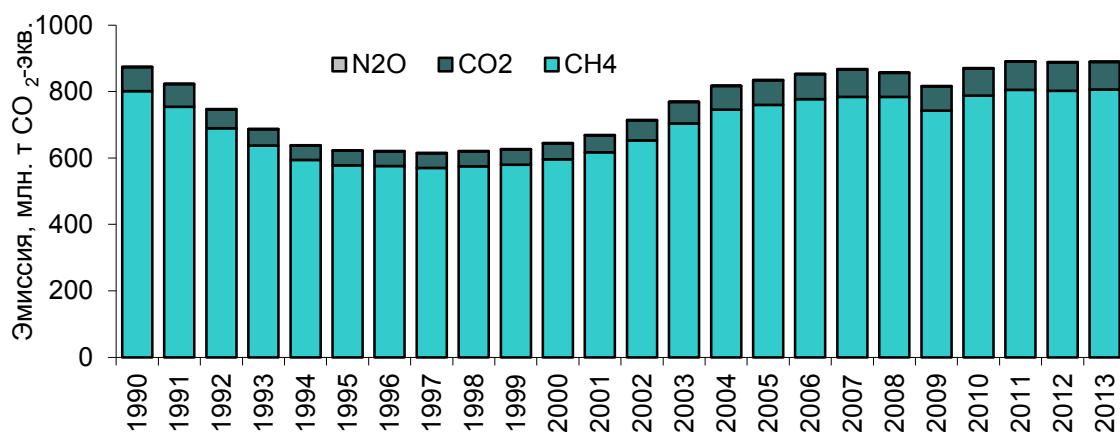


Рисунок 3.43 – Совокупная эквивалентная эмиссия парниковых газов от нефтегазовой отрасли Российской Федерации

<sup>17</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.

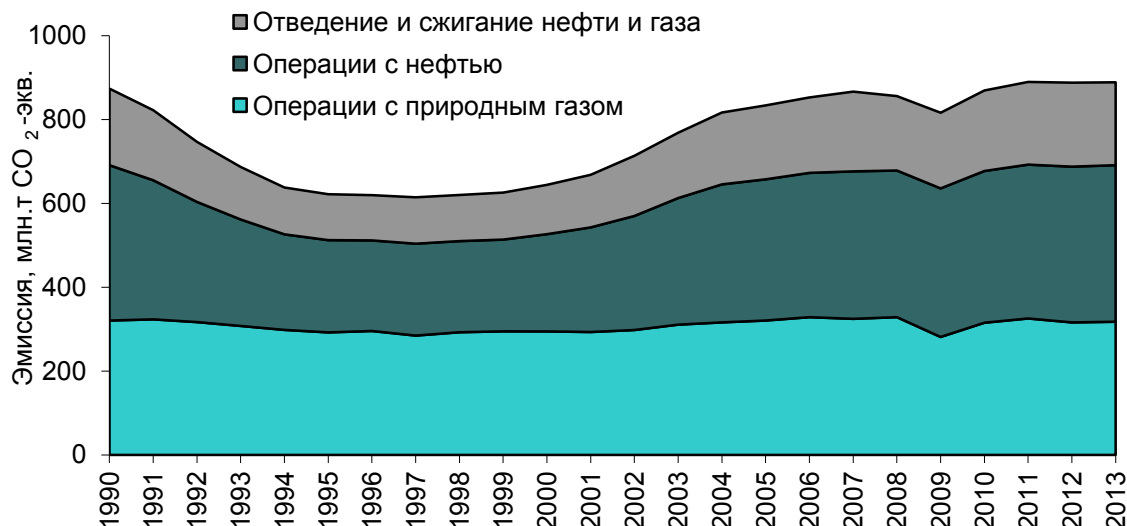


Рисунок 3.44 – Динамика выбросов нефтегазовой отрасли Российской Федерации

### 3.3.2 Характеристика категорий источников

#### 3.3.2.1 Выбросы от твердых топлив (1.В.1)

##### 3.3.2.1.1 Добыча угля подземным способом (1.В.1.а.1)

##### Выбросы при добыче угля подземным способом (1.В.1.а.1.и)

##### Выбросы метана при добыче угля подземным способом

Расчетные значения эмиссии  $\text{CH}_4$  при добыче угля подземным способом приведены на рисунке 3.45. Значения выбросов скорректированы на величины утилизации метана (табл. 3.26). В 2013 г. эмиссия  $\text{CH}_4$  составила 1,2 млн. т (1 187,2 Гг) или 50,8% уровня 1990 года. Динамика выбросов метана при добыче угля подземным способом обусловлена изменениями в интенсивности угледобычи из-за экономической рецессии и последовавшей за ней реструктуризации угольной отрасли (табл. 3.24), а также ростом утилизации удаляемого из шахт метана (табл. 3.26).

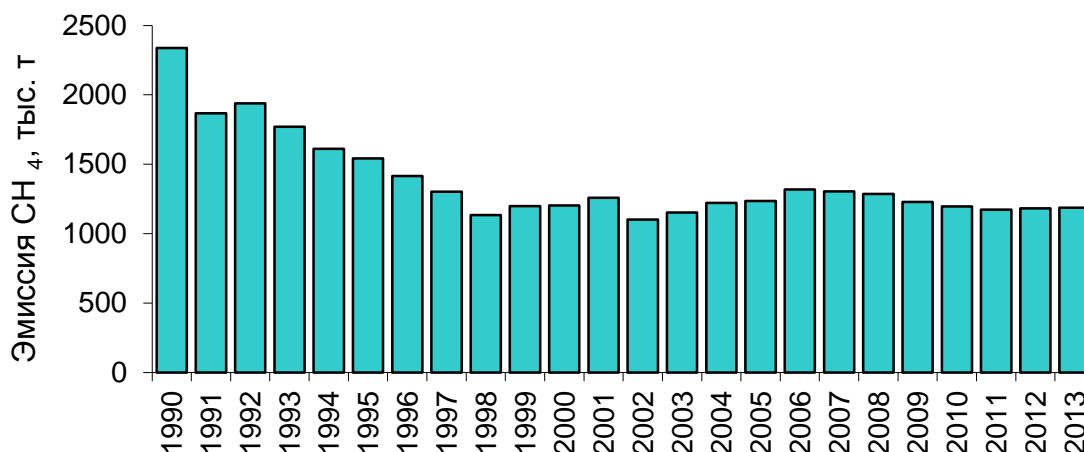


Рисунок 3.45 – Выбросы метана при добыче угля подземным способом

##### Выбросы диоксида углерода при добыче угля подземным способом

Руководящие принципы МГЭИК упоминают о наличии  $\text{CO}_2$  в угольных пластах и прилегающих к ним пустотах, но не содержат методологии и параметров для количественной

оценки его выбросов (МГЭИК, 2006). Соответственно выполнить расчет выбросов диоксида углерода при добыче угля подземным способом не представляется возможным.

Факельное сжигание угольного метана в Российской Федерации не производится: весь метан, полученный при дегазации угольных шахт и пластов, сжигается в целях получения тепла и энергии и образующийся при этом  $\text{CO}_2$  учитывается в разделе 1.А (Сжигание топлива). Поэтому при представлении информации о выбросах  $\text{CO}_2$  в соответствующих таблицах ОФД были использованы условные обозначения «NE» и «NA».

#### **Выбросы от последующего обращения с углем, добытым подземным способом (1.В.1.а.1.ii)**

##### 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 3.46. В 2013 году эмиссия метана составила 197,5 тыс. т. Вклад последующих операций с углем не превышает 11% совокупных выбросов  $\text{CH}_4$  от угледобычи и зависит от массы угля, добытого подземным способом (табл. 3.24).

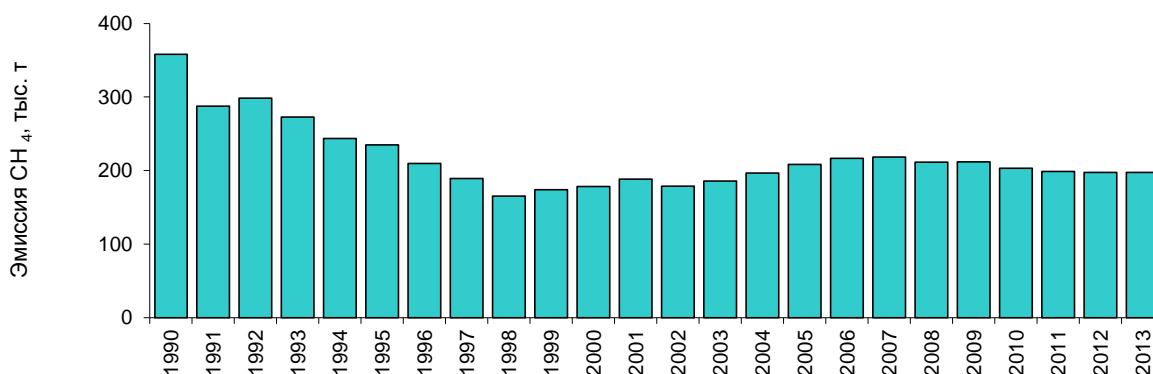


Рисунок 3.46 – Выбросы  $\text{CH}_4$  от последующего обращения с углем, добытым подземным способом

##### Выбросы диоксида углерода от последующих операций с углем, добытым подземным способом

Руководящие принципы МГЭИК упоминают о возможном выделении диоксида углерода в процессе окисления и внезапного возгорания извлеченного из шахт угля, но не содержат методологии и параметров для количественной оценки этих выбросов (МГЭИК, 2006). Соответственно выполнить расчет выбросов  $\text{CO}_2$  от последующих операций с углем, добытым подземным способом, не представляется возможным. Поэтому при представлении информации о выбросах  $\text{CO}_2$  в таблицах ОФД были использованы условные обозначения «NE».

#### **Выбросы из выработанных и закрытых угольных шахт (1.В.1.а.1.iii)**

В Российской Федерации при консервации выработанных и закрывающихся угольных шахт предусмотрено обязательное их затопление водой. Эта операция предусмотрена в целях безопасности, чтобы исключить образование и выброс метана в атмосферу. Согласно Руководящим принципам МГЭИК, затопленные угольные шахты не являются источниками метана и диоксида углерода (МГЭИК, 2006). Соответственно оценка выбросов из выработанных и закрытых угольных шахт не выполнялась. При представлении информации о выбросах  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  в таблицах ОФД были использованы условные обозначения «NO».

#### **3.3.2.1.2 Добыча угля открытым способом (1.В.1.а.2)**

##### **Выбросы при добыче угля открытым способом (1.В.1.а.2.i)**

##### Выбросы метана при добыче угля открытым способом

Результаты расчетов показывают, что в 2013 г. эмиссия метана при добыче угля открытым способом составила 927,2 тыс. т (Гг), что на 18,5% выше уровня 1990 г. (рис. 3.47).

Выбросы диоксида углерода при добыче угля открытым способом

Руководящие принципы МГЭИК упоминают о наличии  $\text{CO}_2$  в угольных пластах и прилегающих к ним пустотах, но не содержат методологии и параметров для количественной оценки его выбросов (МГЭИК, 2006). Соответственно выполнить расчет выбросов диоксида углерода при добыче угля открытым способом не представляется возможным. Поэтому при представлении информации о выбросах  $\text{CO}_2$  в соответствующих таблицах ОФД были использованы условные обозначения «NE» и «NA».

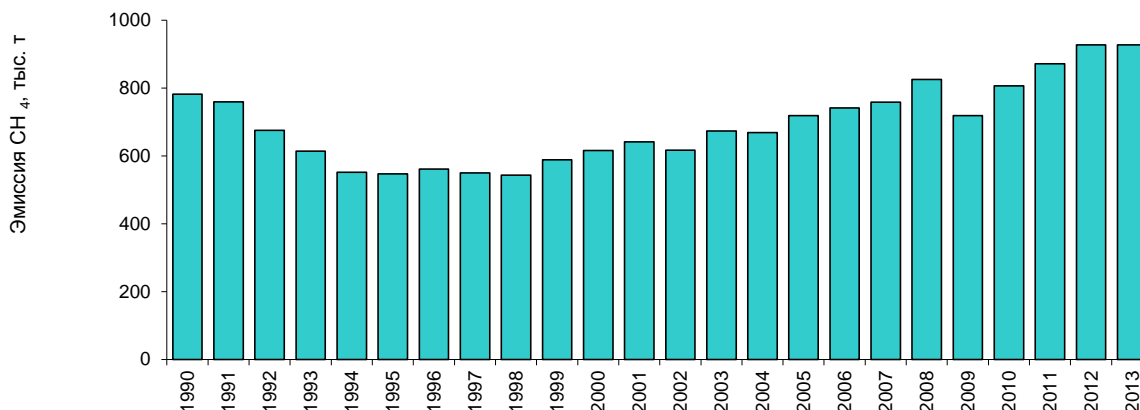


Рисунок 3.47 – Выбросы  $\text{CH}_4$  от добычи угля открытым способом

**Выбросы от последующих операций с углем, добытым открытым способом (1.B.1.a.2.ii)**

Выбросы метана от последующих операций с углем, добытым открытым способом

Расчетные значения эмиссии  $\text{CH}_4$  при последующем обращении с углем, добытым открытым способом, приведены на рисунке 3.48. В 2013 году эмиссия  $\text{CH}_4$  составила 33,4 тыс. т.

Выбросы диоксида углерода от последующих операций с углем, добытым открытым способом

Руководящие принципы МГЭИК упоминают о возможном выделении диоксида углерода в процессе окисления и внезапного возгорания извлеченного из шахт угля, но не содержат методологии и параметров для количественной оценки этих выбросов (МГЭИК, 2006). Соответственно выполнить расчет выбросов  $\text{CO}_2$  от последующих операций с углем, добытым подземным способом, не представляется возможным. Поэтому при представлении информации о выбросах  $\text{CO}_2$  в таблицах ОФД были использованы условные обозначения «NE».

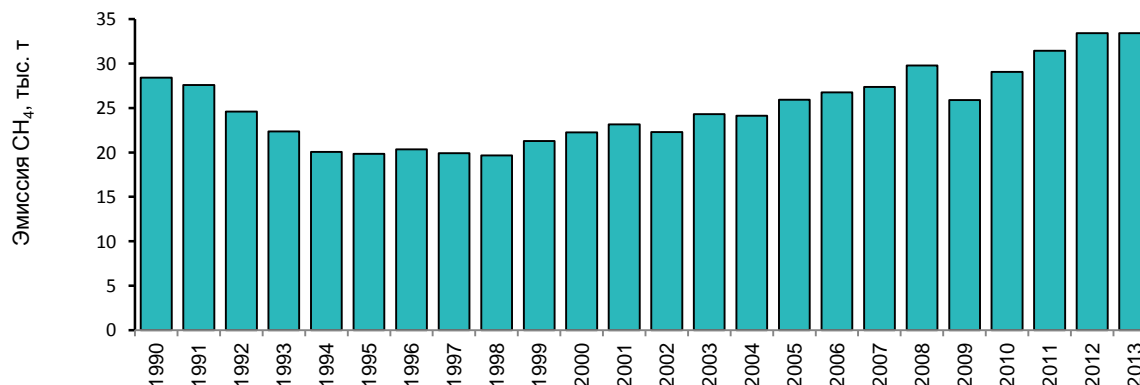


Рисунок 3.48 – Выбросы  $\text{CH}_4$  от последующего обращения с углем, добытым открытым способом



**3.3.2.1.3 Преобразование твердых топлив и другие операции (1.B.1.b и 1.B.1.c)**

Расчеты выбросов парниковых газов от преобразования твердых топлив и других операций с твердыми топливами не выполнялись в связи с отсутствием соответствующей методологии МГЭИК (МГЭИК, 2006). Соответственно в таблицах 1.B.1.b и 1.B.1.c ОФД использованы условные обозначения «NE» и «NA».

**3.3.2.2 Выбросы при операциях с нефтью и газом (1.B.2.)****Выбросы от утечек при операциях с нефтью (1.B.2.A)<sup>18</sup>**

Расчетные значения выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O при операциях с нефтью приведены на рисунках 3.49 и 3.50. Величины выбросов предшественников озона приведены на рисунке 3.41. Бурение, опробование и обслуживание действующих нефтяных скважин является основным источником выбросов CO<sub>2</sub> и составляет 96,89% совокупного выброса от операций с нефтью (рис. 3.49). Вклад добычи нефти и газового конденсата составляет 3,11%. Вклады остальных операций в совокупности не превышают 0,001%. Нефтедобыча (включая добычу газового конденсата) определяет тенденции выбросов метана при операциях с нефтью: ее вклад в совокупную эмиссию составляет в среднем 92,2% (рис. 3.50). Доля бурения, опробования и обслуживания нефтяных скважин в выбросах CH<sub>4</sub> составляет 7,7%. Первичная переработка (перегонка) и транспортировка нефти и газового конденсата по магистральным трубопроводам в сумме не превышают 0,1%. В 2013 году выбросы CO<sub>2</sub> от операций с нефтью были на 1,6% ниже, чем в 1990 году, а выбросы CH<sub>4</sub> превысили уровень 1990 года на 1,1%. Ввиду малого вклада N<sub>2</sub>O в совокупный выброс от операций с нефтью (менее 1%), данные по эмиссии N<sub>2</sub>O при бурении, опробовании и обслуживании действующих нефтяных скважин приведены в тоннах на рисунке 3.51. В 2013 г. выбросы N<sub>2</sub>O составили 0,34 т (рис. 3.51), и их величина в 2013 году была меньше уровня 1990 года на 1,7%.

Рисунок 3.49 – Выбросы CO<sub>2</sub> при операциях с нефтью

<sup>18</sup> 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.

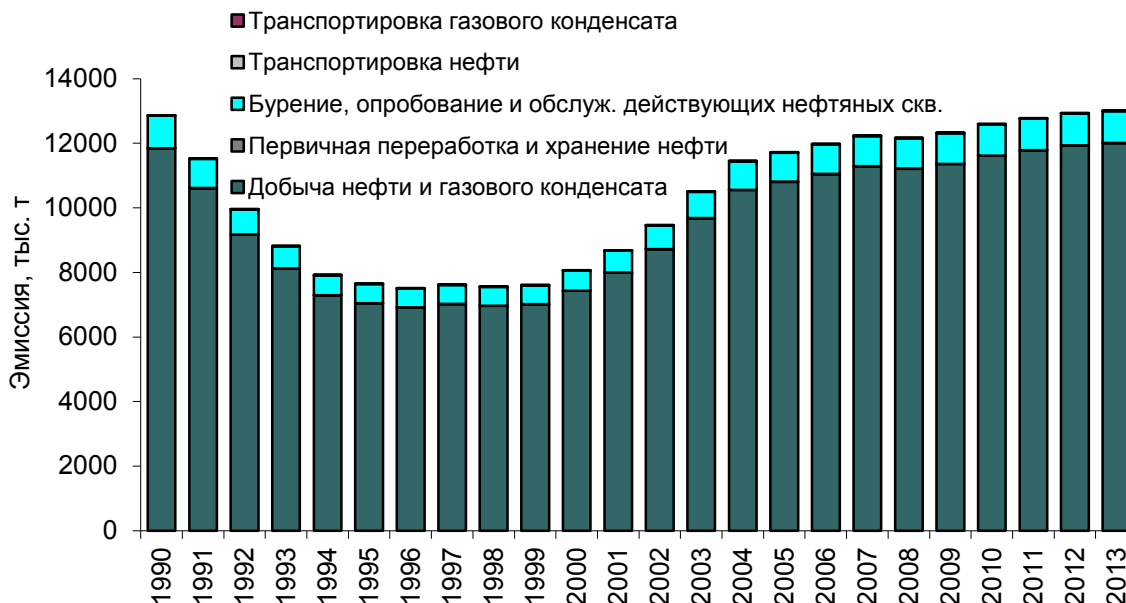


Рисунок 3.50 – Выбросы CH<sub>4</sub> при операциях с нефтью и добыче газового конденсата

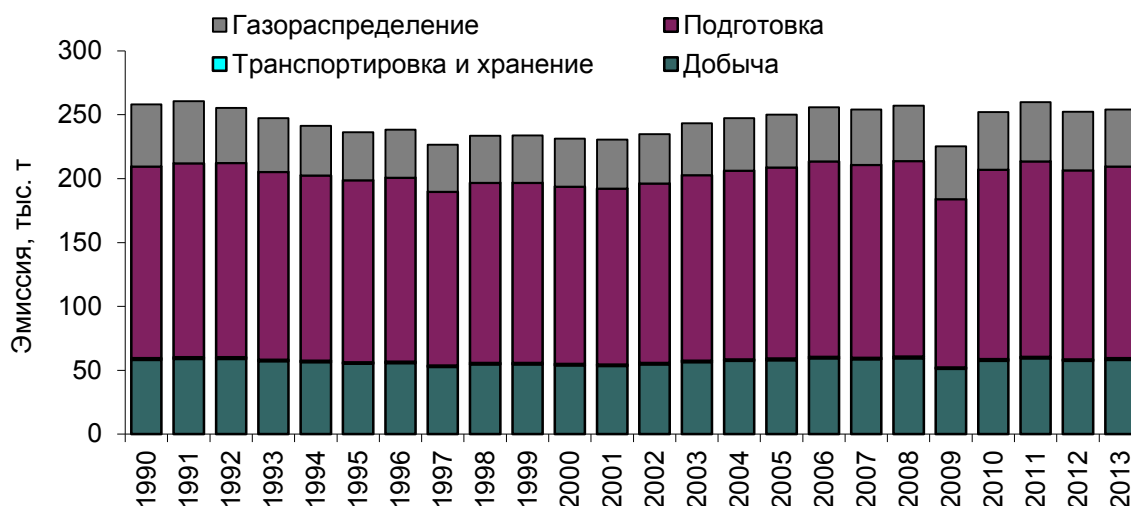


Рисунок 3.51 – Выбросы N<sub>2</sub>O при разведочном и эксплуатационном бурении, опробовании и обслуживании действующих нефтяных скважин

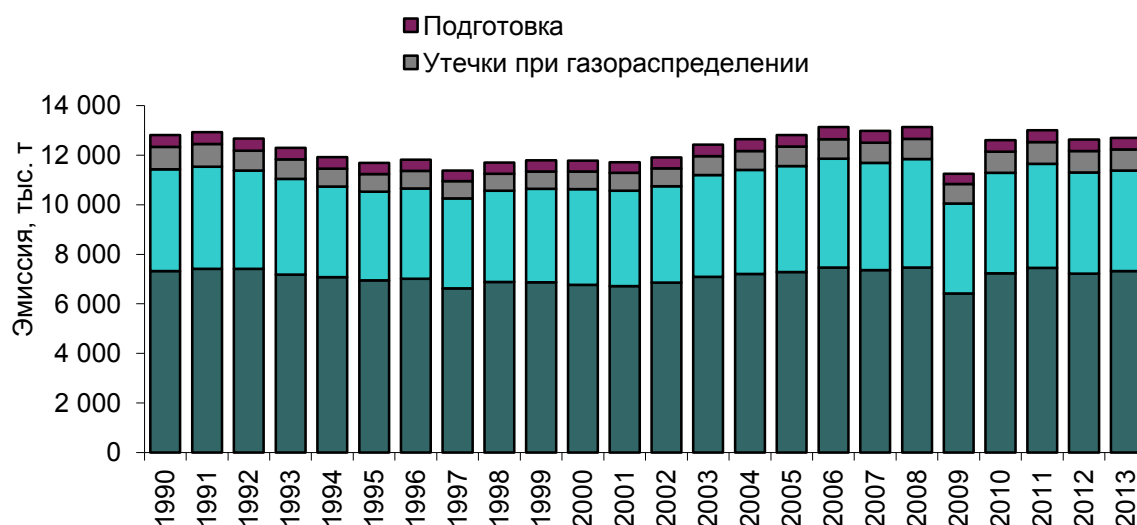
### Выбросы от утечек при операциях с природным газом (1.В.2.В)

Расчетные значения выбросов CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от утечек при операциях с природным газом приведены на рисунках 3.52 и 3.53 соответственно (выбросы сжигания природного газа для собственных нужд учтены в разделах 3.2.4.1 и 3.2.4.3 настоящей главы).

Подготовка газа дает наибольший вклад в совокупный выброс CO<sub>2</sub> (56,9%). Доли добычи и утечек при газораспределении составляют 23,1% и 16,9% соответственно. В 2013 г. выбросы CO<sub>2</sub> при добыче, первичной переработке, транспортировке, хранении и распределении газа были ниже уровня выбросов 1990 года на 1,5% (рис. 3.52).

Рисунок 3.52 – Выбросы CO<sub>2</sub> при операциях с природным газом

При операциях с природным газом основной вклад в выброс CH<sub>4</sub> вносит его добыча – 57,6%. Существенный вклад вносят транспортировка и хранение природного газа (32,2%). Доля утечек при газораспределении составляет 6,3% суммарной эмиссии метана. В 2013 г. совокупная эмиссия метана была ниже уровня 1990 года на 0,9% (рис. 3. 53).

Рисунок 3.53 – Выбросы CH<sub>4</sub> при операциях с природным газом

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

Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> происходят при газоотведении в процессе добычи нефти и газового конденсата. CO<sub>2</sub> образуется 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 нефтяного (попутного) и природного газа, являющихся частью технологических процессов добычи и первичной переработки нефти и природного газа (рис. 3.54 – 3.56 соответственно).

Сжигание нефтяного (попутного) газа является основным источником выбросов  $\text{CO}_2$  от газоотведения и при сжигании в факелах – его доля составляет 86% (рис. 3.54). В 2013 г. выброс  $\text{CO}_2$  вырос на 48,4% по сравнению с уровнем 1990 года. Динамику эмиссии метана определяет газоотведение при добыче нефти и газового конденсата – 97,6%. В 2013 г. выброс  $\text{CH}_4$  был на 2,4% выше, чем в 1990 году (рис. 3.55). Наибольший вклад в суммарную эмиссию оксида азота вносит сжигание нефтяного (попутного) газа (87,2%). В 2013 г. эмиссия  $\text{N}_2\text{O}$  превысила уровень 1990 года на 49,6% (рис. 3.56).

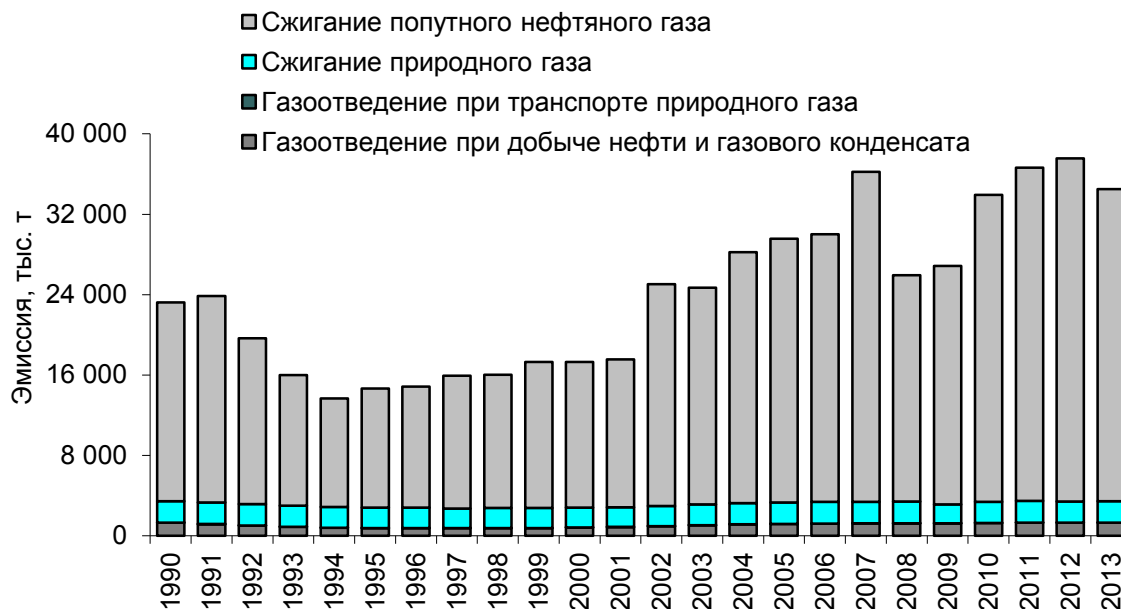


Рисунок 3.54 – Выбросы  $\text{CO}_2$  от газоотведения и при сжигании в факелах

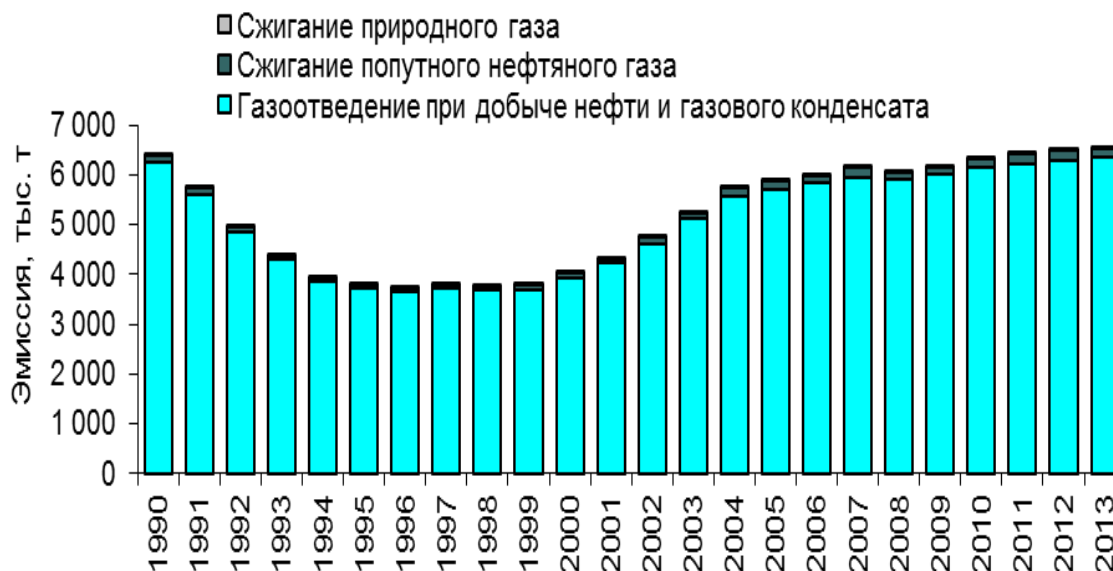
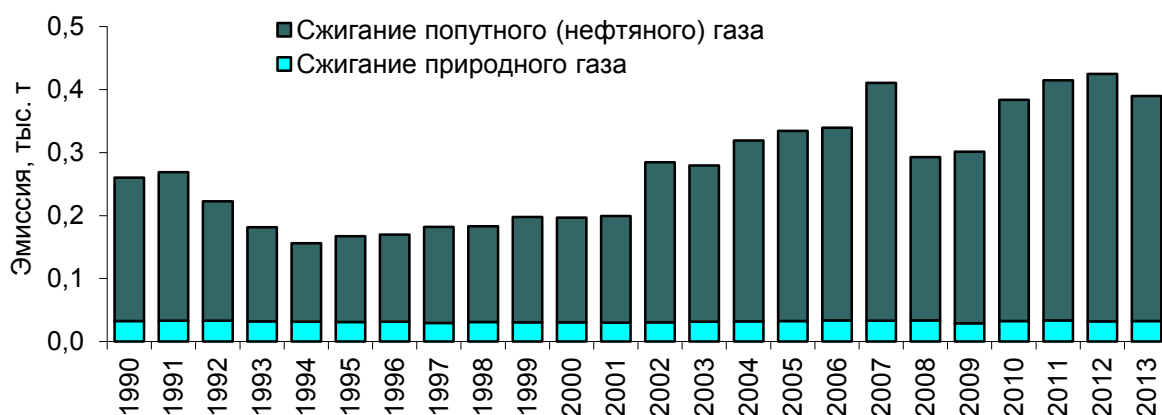


Рисунок 3.55 – Выбросы  $\text{CH}_4$  от газоотведения и при сжигании в факелах

Рисунок 3.56 – Выбросы N<sub>2</sub>O при сжигании в факелах

### 3.3.3 Методологические вопросы

#### 3.3.3.1 Выбросы от твердых топлив (1.В.1)

##### 3.3.3.1.1 Добыча угля подземным способом (1.В.1.а.1)

Данные о годовой добыче угля подземным способом приведены в таблице 3.24. Большая часть подземной угледобычи осуществляется в Северо-Западном и Сибирском федеральных округах (табл. 3.24). Сокращение добычи в Центральном, Южном, Приволжском и Уральском федеральных округах связано с ее низкой экономической эффективностью и замещением угля природным газом на объектах теплоэнергетики. В 2013 г. суммарный объем добычи угля подземным способом составил 57,7% уровня 1990 года, а доля в совокупном объеме угледобычи в Российской Федерации – 28,8%.

Эмиссию CH<sub>4</sub> рассчитывали по формуле 3.9, соответствующей уровню 2 (МГЭИК, 2006):

$$E_{CH_4} = \sum (AD_r \cdot EF_{CS} \cdot CF_{CH_4}) \quad (3.9)$$

где:  $E_{CH_4}$  – величина эмиссии CH<sub>4</sub>, Гг;  $AD_r$  – годовой объем добычи угля в зависимости от региона добычи, 10<sup>6</sup> • т;  $EF_{CS}$  – коэффициент эмиссии CH<sub>4</sub> в зависимости от региона добычи, м<sup>3</sup> • т<sup>-1</sup>;  $CF_{CH_4}$  – коэффициент пересчета объемных долей CH<sub>4</sub> в весовые (0,67 • 10<sup>-6</sup> Гг • м<sup>-3</sup> при плотности в условиях T = 20° С и давлении 1 атм. по (МГЭИК, 2006))

Разработка угольных пластов сопровождается высвобождением и поступлением в подземные горные выработки метана (Газоносность угольных бассейнов, 1979; Малышев и Айруни, 1999). По данным о метаносности пластов, разрабатывавшихся в угольных бассейнах страны с 1990 по 2005 гг. включительно, были определены национальные коэффициенты эмиссии метана ( $EF_{CS}$ ) при добыче угля подземным способом (табл. 3.25).

#### Удаление и последующая утилизация шахтного метана при добыче угля подземным способом

Из угольных пластов и подземных шахт метан удаляется при помощи дегазации и принудительной вентиляции. Утилизация CH<sub>4</sub> выполняется в основном на шахтах Печорского угольного бассейна (Северо-Западный федеральный округ), а с 2010 года – на шахтах Кузнецкого угольного бассейна (Сибирский федеральный округ). Динамика утилизации метана приведена в таблице 3.26. С 1990 по 2007 гг. данные предоставлены угледобывающими компаниями, а с 2008 по 2013 гг. включительно – Министерством энергетики Российской Федерации. До 2009 г. применение дегазации на угольных шахтах Российской Федерации было не обязательным. В 2009 году вступили в силу «Методические рекомендации о порядке дегазации угольных шахт». В 2011 году Правительство РФ приняло Постановление №

315 «О допустимых нормах содержания взрывоопасных газов (метана) в шахте, угольных пластах и выработанном пространстве, при превышении которых дегазация является обязательной», согласно которому дегазация угольного пласта обязательна, когда его природная метаносность превышает  $13 \text{ м}^3 \text{ т}^{-1}$  сухой беззольной массы. Принятые нормативно-правовые документы способствовали увеличению утилизации  $\text{CH}_4$ .

Таблица 3.24

Добыча угля подземным способом в Российской Федерации

Годы	Объем добычи по федеральным округам, млн. т						
	Централь- ный	Северо- Запад- ный <sup>(1)</sup>	Юж- ный	Приволж- ский	Уральский	Сибир- ский	Дальне- во- сточный
1990	10,9	29,3	28,9	3,20	8,2	84,1	10,8
1995	2,4	22,2	19,5	1,23	3,3	54,9	6,5
2000	0,7	18,4	9,7	0,02	2,3	55,6	2,9
2004	0,1	14,3	6,4	— <sup>(2)</sup>	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
2012 <sup>(4)</sup>	0,0	13,2	4,7	—	0,0	77,4	5,8
2013 <sup>(4)</sup>	0,0	13,2	4,7	—	0,0	77,4	5,8

<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 ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» 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.

Таблица 3.25

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

Федеральный округ	Угольные бассейны	Величина $EF_{CS}$ , $\text{м}^3 \cdot \text{т}^{-1}$
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

Таблица 3.26

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

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Объем утилизации	25,21	20,35	21,38	44,55	55,57	32,32	32,32	13,25	68,01	78,77	82,0
Годы	2012	2013									
Объем утилизации	79,39	73,45									

#### **Выбросы от последующего обращения с углем, добытым подземным способом (1.B.1.a.1.ii)**

Последующее обращение с углем, добытым подземным способом, включает его складирование на поверхности и последующую транспортировку. Расчет эмиссии  $CH_4$  от последующего обращения с углем, добытым подземным способом, выполняли по формуле 3.9, соответствующей уровню 2 (МГЭИК, 2006). По данным о метаносности пластов, разрабатывавшихся в угольных бассейнах страны с 1990 по 2005 гг. включительно, для каждого из федеральных округов были определены национальные коэффициенты эмиссии  $CH_4$  ( $EF_{CS}$ ) (табл. 3.27). При их расчете наряду с известными данными метаносности угольных пластов также учитывали вклад пластов-спутников (МГЭИК, 2006), величина которого была принята 10% для Печорского угольного бассейна, где применяется предварительная дегазация угольных пластов, и 30% для всех других бассейнов (Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР, 1979).

Таблица 3.27

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

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

#### **3.3.3.1.2 Добыча угля открытым способом (1.B.1.a.2)**

Добыча угля открытым способом ведется в шести федеральных округах (табл. 3.28). В 2013 г. открытым способом было добыто на 14,2% угля больше, чем в 1990 году. Доля угля, добытого открытым способом, составила 71,2% общей угледобычи в Российской Федерации, что объясняется более высокой рентабельностью разработки открытых угольных месторождений. Расчеты  $CH_4$  выполнялись по формуле 3.9, соответствующей уровню 2 (МГЭИК, 2006). По данным о метаносности пластов открытых выработок (разрезов), разрабатывавшихся с 1990 по 2005 гг. включительно, были определены национальные коэффициенты эмиссии метана ( $EF_{CS}$ ) для каждого федерального округа (табл. 3.29). При разработ-

ке учитывали марочный состав газоносность и глубину залегания углей, добываемых на отдельных разрезах, а также, в соответствии с рекомендацией МГЭИК, использовали повышающий коэффициент для учета дополнительной эмиссии метана из пластов-спутников (Газоносность угольных бассейнов, 1979; МГЭИК, 2006).

Таблица 3.28

*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
1995	1,2	—	1,5	5,7	116,5	27,3
2000	0,1	—	0,1	4,4	138,1	25,5
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
2012 <sup>(3)</sup>	0,3	0,7	0,6	1,7	220,2	27,4
2013 <sup>(3)</sup>	0,3	0,7	0,6	1,7	220,2	27,4

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

<sup>(2)</sup> Получено ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» 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.

Таблица 3.29

*Коэффициенты эмиссии CH<sub>4</sub> при добыче угля открытым способом (EF<sub>CS</sub>)*

Федеральный округ	Угольные бассейны	Величина EF <sub>CS</sub> , м <sup>3</sup> • т <sup>-1</sup>
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 Улукхемский	5,5
Дальневосточный	Буреинский, Западно-Камчатский, Зырянский, Ленский, Омсукчанский, Партизанский, Раздольненский, Сахалинский, Угловский, Ханкайский, Южно-Уссурийский и Южно-Якутский	5,6

**Выбросы от последующих операций с углем, добытым открытым способом (1.B.1.a.2.ii)**

Расчет эмиссии CH<sub>4</sub> при последующем обращении с углем, добытым открытым способом, выполняли по формуле 3.9, выполняли по данным о добыче угля (табл. 3.28) с использованием рекомендуемых МГЭИК коэффициентов выбросов. Принятый метод расчета соответствует уровню 1, величины использованных коэффициентов приведены в таблице 3.30 (МГЭИК, 2006).



Таблица 3.30

Коэффициенты эмиссии  $CH_4$  при добыче угля открытым способом (МГЭИК, 2006)

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

**3.3.3.2 Выбросы при операциях с нефтью и газом (1.В.2.)**

В качестве исходных для расчета выбросов от операций с нефтью и природным газом использованы данные государственной статистической отчетности, приведенные в таблицах 3.31-3.33 (Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2014; Промышленность России, 2008, Промышленность России, 2014 и др.).

Объемы добычи и транспортировки нефти в 1995 г. были наименьшими за период с 1990 по 2013 годы, что обусловлено экономическими причинами (табл. 3.31). Минимум первичной переработки нефти пришелся также на 1995-2000 гг. Экономический рост после 1995 года сопровождался активизацией экономической деятельности в нефтяной отрасли, и по большинству из приведенных в таблице показателей уровень 1990 года достигнут.

Динамика добычи природного газа с 1990 по 2013 гг. отражает социально-экономические изменения, происходившие в стране. В 2013 году добыча природного газа выросла на 1,5% по сравнению с предыдущим годом и на 0,3% относительно 1990 года. Показатели транспортировки газа по магистральным трубопроводам были на 0,7% ниже по сравнению с предыдущим годом (табл. 3.32).

Таблица 3.31

Показатели деятельности нефтяной отрасли Российской Федерации

Годы	Добыча нефти, млн. т	Добыча газового конденсата, млн. т	Первичная переработка нефти, млн. т	Транспортировка по магистральным трубопроводам, млн. т
1990	506,0	10,2	298	497,9
1995	298,5	8,3	182	287,9
2000	313,1	10,4	173	294,6
2004	443,2	16,2	195	441,5
2005	452,9	17,3	208	454,1
2006	462,4	18,1	220	460,8
2007	473,5	17,4	229	461,8
2008	471,4	16,7	237	456,4
2009	478,3	16,1	237	474,4
2010	486,0	19,4	250	491,7
2011	491,9	20,5	258	543,8
2012	497,4	21,3	271	523,3
2013	497,5	24,2	281	524,6

Таблица 3.32

## Показатели деятельности газовой отрасли Российской Федерации

Годы	Добыча природного газа, млрд. м <sup>3</sup>	Транспортировка газа по магистральным трубопроводам, млн. т
<b>1990</b>	600,4	543,3
<b>1995</b>	570,0	473,8
<b>2000</b>	555,1	511,2
<b>2004</b>	591,1	555,1
<b>2005</b>	598,0	565,8
<b>2006</b>	612,0	581,1
<b>2007</b>	604,2	571,6
<b>2008</b>	612,5	578,6
<b>2009</b>	527,1	480,0
<b>2010</b>	593,5	536,6
<b>2011</b>	611,7	555,1
<b>2012</b>	592,0	541,1
<b>2013</b>	600,6	537,5

ОАО «Газпром» при поддержке Правительства Российской Федерации осуществляет программу газификации субъектов Российской Федерации. Программа позволит использовать природный газ в качестве альтернативы другим видам ископаемого топлива и обеспечит снижение выбросов парниковых газов. В результате проведенной работы средний уровень газификации в России в 2013 составил 65,3%, в том числе в городах – 70,9%, и в сельской местности – 54%<sup>19</sup>.

В целях обеспечения безопасности объектов нефтяной отрасли неиспользуемый нефтяной (попутный) газ сжигается в факелах. Данные по его сжиганию приведены в таблице 3.33 (Российский статистический ежегодник, 2009; Российский статистический ежегодник, 2014; Промышленность России, 2008, Промышленность России, 2014 и др.).

Таблица 3.33

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

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Объем сжигания	9,9	5,93	7,25	12,48	13,12	13,31	16,42	11,27
Годы	2009	2010	2011	2012	2013			
Объем сжигания	11,86	15,28	16,58	17,08	15,52			

В 2013 г. объем сжигания нефтяного (попутного) газа вырос по сравнению с 1990 г. на 56,8% (табл. 3.33). Энергетической стратегией России предусмотрено увеличение до 95% уровня полезного использования нефтяного (попутного) газа. В свою очередь, объем нефтяного (попутного) газа, сжигаемого в факелах, с 2012 г. не должен превышать 5% объема его добычи (Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889; Постановление Правительства России от 8 января 2009 г. № 7, Постановление Правительства России от 8 ноября 2012 г. № 1148). С января 2013 г. плата за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании нефтяного (попутного) газа свыше 5%, производится в пятикратном размере. Благодаря принятым мерам, к 2013 году уровень полезного использования нефтяно-

<sup>19</sup> <http://www.gazprom.ru/about/production/gasification/>

го (попутного) газа в среднем по стране составил 80% (Российский статистический ежегодник, 2014).

Выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и NMVOC от бурения, опробования и обслуживания нефтяных скважин, добычи природного газа, нефти и газового конденсата, первичной переработки нефти и природного газа, транспортировки нефти и газового конденсата, газохранилищ и – распределении, а также выбросов  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  при транспортировке газа рассчитывали по формулам 3.10 (МГЭИК, 2006):

$$E_{\text{газ, сегмент отрасли}} = A_{\text{сегмент отрасли}} \cdot EF_{\text{газ, сегмент отрасли}}, \quad (3.10)$$

где:  $E_{\text{газ, сегмент отрасли}}$  – величина годовой эмиссии, Гг;

$A_{\text{сегмент отрасли}}$  – величина данных о деятельности (например, объем добычи нефти), единиц деятельности;

$EF_{\text{газ, сегмент отрасли}}$  – коэффициент эмиссии, Гг на единицу деятельности.

Расчет эмиссии при прокачке газа по магистральным трубопроводам выполняли по формуле 3.11:

$$E_{\text{CH}_4} = AD \cdot EF_{\text{CS}} \cdot CF_{\text{CH}_4}, \quad (3.11)$$

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

$AD$  – данные о прокачке газа по магистральным газопроводам,  $10^6 \cdot \text{м}^3$ ;

$EF_{\text{CS}}$  – коэффициент эмиссии  $\text{CH}_4$ , рассчитанный в долях от общего объема прокачки, безразмерный;

$CF_{\text{CH}_4}$  – коэффициент пересчета объемных долей  $\text{CH}_4$  в весовые при условиях  $T = 20^\circ \text{C}$  и давлении 1 атм.

Эмиссию от добычи выполняли совместно для нефти и газового конденсата. Выбросы от транспортировки рассчитывали отдельно для нефти и отдельно для газового конденсата с допущением, что весь добытый газовый конденсат затем транспортируется по магистральным газопроводам. Расчет утечек при газораспределении выполнен по данным о потреблении газа, согласующихся с данными о его сжигании (раздел 1.А ОФД). Выбросы парниковых газов от сжигания при нефтедобыче оценивали на основе данных о сожженном нефтяном (попутном) газе. Вычисления производили последовательно для исключения двойного счета.

Данные о деятельности в единицах массы переводили в единицы объема по формуле  $V=m/\rho$ , где  $V$  – данные о деятельности отрасли в объемных единицах, (тыс.  $\text{м}^3$ ),  $\rho$  – средневзвешенная плотность добываемой нефти/газового конденсата, ( $\text{т} \cdot \text{м}^{-3}$ );  $m$  – данные о деятельности отрасли в массовых единицах, (тыс. т). Для получения средневзвешенных значений плотностей нефти и газового конденсата были проанализированы данные более 160 месторождений России (Демиденко К.А., 2000; Демиденко К.А., 2002). Средневзвешенные значения плотностей нефти и газового конденсата составили  $856,23 \text{ т} \cdot \text{м}^{-3}$  и  $771,75 \text{ т} \cdot \text{м}^{-3}$ , соответственно.

Учитывая химический состав и свойства добываемого природного газа, было принято, что весь добытый газ перерабатывается на установках для нейтрального газа. Пересчет объемных долей  $\text{CH}_4$  в весовые производили с использованием коэффициент пересчета  $CF_{\text{CH}_4}$   $0,667 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3} \cdot 10^{-3}$ , принятого для плотности метана в условиях  $T = 20^\circ \text{C}$  и давлении 1 атм. (ГОСТ 30319.1-96).

Формула 3.10 соответствует уровню 1b МГЭИК, а формула 3.11 – уровню 2 (МГЭИК, 2006). За исключением национального коэффициента эмиссии метана, все коэффициенты эмиссии были взяты из руководств МГЭИК (МГЭИК, 2006). Их значения приведены в таблицах 3.34-3.36. Если в руководстве МГЭИК приведен диапазон значений коэффициента, то для расчета бралась средняя величина из приведенного диапазона. Национальный коэффициент выбросов выражает долю газообразных потерь в атмосферу от общего объема данных о деятельности и получен на основе опубликованных данных литературы и результатов спе-

циальных 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O и NMVOC для расчета выбросов при добыче газового конденсата взяты такие же, как и при добыче нефти. В случае сжигания нефтяного (попутного) газа в факелах взяты коэффициенты эмиссии (табл. 3.36), предложенные для зарегистрированных сожженных объемов газа (МГЭИК, 2006).

Выбросы NO<sub>x</sub>, CO и SO<sub>2</sub> рассчитывали по данным о первичной переработке нефти (табл. 3.31) по методу уровня 1b с использованием рекомендуемых МГЭИК величин коэффициентов эмиссии: 0,09 кг • т<sup>-3</sup> для CO, 0,06 кг • т<sup>-3</sup> для NO<sub>x</sub> и 0,93 кг • т<sup>-3</sup> для SO<sub>2</sub> (IPCC, 1997; МГЭИК, 2000).

Таблица 3.34

Коэффициенты эмиссии для расчета выбросов от операций с нефтью (МГЭИК, 2006)

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CO <sub>2</sub>	Коэффициент эмиссии CH <sub>4</sub>	Коэффициент эмиссии N <sub>2</sub> O	Коэффициент эмиссии NMVOC
Бурение скважин	$9,00 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$	$2,97 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$	—	$7,96 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$
Опробование скважин	$7,90 \cdot 10^{-2} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$	$4,51 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$	$5,84 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$	$1,06 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$
Обслуживание действующих нефтяных скважин	$1,70 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$	$9,55 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$	—	$1,49 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot \text{тыс м}^{-3}$
Добыча нефти и газового конденсата	$2,49 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$1,96 \cdot 10^{-2} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—	$2,76 \cdot 10^{-2} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$
Транспортировка нефти	$4,90 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$5,40 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—	$5,40 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$
Транспортировка газового конденсата	$7,20 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$1,10 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—	$1,10 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$
Первичная переработка нефти	—	$2,18 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—	$1,30 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$

Таблица 3.35

Коэффициенты эмиссии для расчета выбросов от операций с природным газом (МГЭИК, 2006)

Вид деятельности (источник выбросов)	Коэффициент эмиссии CO <sub>2</sub>	Коэффициент эмиссии CH <sub>4</sub>	Коэффициент эмиссии NMVOC
Добыча природного газа	$9,70 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,22 \cdot 10^{-2} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$6,44 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Первичная переработка природного газа	$2,50 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$7,90 \cdot 10^{-4} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,95 \cdot 10^{-8} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Утечки при прокачке газа по магистральным трубопроводам	$1,44 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	0,009 <sup>(1)</sup>	$1,15 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Утечки при хранении природного газа	$1,85 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$4,15 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$5,95 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Утечки при газораспределении	$9,55 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,80 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,60 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$

<sup>(1)</sup> Национальный коэффициент эмиссии

Таблица 3.36

Коэффициенты эмиссии для расчета выбросов от газоотведения и сжигания при операциях с нефтью и природным газом (МГЭИК, 2006)

Вид деятельности	Коэффициент эмиссии CO <sub>2</sub>	Коэффициент эмиссии CH <sub>4</sub>	Коэффициент эмиссии N <sub>2</sub> O	Коэффициент эмиссии NMVOC
Газоотведение при добыче нефти и газового конденсата	$2,15 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	$1,04 \cdot 10^{-2} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$	—	$1,90 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}$
Газоотведение при транспорте природного газа	$5,20 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	Учтено при других расчетах	—	$7,80 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Сжигание в факелах при газодобыче	$1,40 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$8,80 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,50 \cdot 10^{-8} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$7,35 \cdot 10^{-7} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Сжигание в факелах при переработке газа	$2,10 \cdot 10^{-3} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,40 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,95 \cdot 10^{-8} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,13 \cdot 10^{-6} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$
Сжигание в факелах нефтяного (попутного) газа	$2,0 \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$	$1,70 \cdot 10^{-5} \text{ Гг} \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3}$

### 3.3.4 Оценка неопределенности и согласованность временных рядов

#### 3.3.4.1 Выбросы от твердых топлив (1.В.1)

В связи с использованием данных ГП «ЦДУ ТЭК» в кадастре выполнена оценка их точности. Для этого использовали представленные ГП «ЦДУ ТЭК», Росстатом<sup>20</sup> и компанией «Бритиш Петролеум» (British Petroleum, BP)<sup>21</sup> данные о добыче угля в Российской Федерации в 2013 году. Ошибка в данных из приведенных источников составляет 0,46%.

Национальные коэффициенты эмиссии метана были определены на основе данных о выбросах из шахт и разрезов, эксплуатировавшихся в Российской Федерации с 1990 по 2005 гг. включительно. Выбранный период времени адекватно отражает организационно-структурные и технологические изменения, происшедшие в угольной отрасли. Наибольшая величина неопределенности коэффициентов эмиссии CH<sub>4</sub> при добыче угля подземным способом составила 4,1%, а стандартная ошибка их определения составила ±3,7. Неопределенность оценки коэффициента эмиссии метана при подземной добыче угля – 19,2%.

При добыче угля открытым способом самое высокое из полученных значений неопределенности было 2,7%. Стандартная ошибка определения коэффициентов эмиссии составила ±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 – ±1,0, а неопределенность – 40,9%. Параметры неопределенности коэффициентов эмиссии для последующего обращения с углем, добытым открытым способом, взяты из Руководящих указаний МГЭИК (МГЭИК, 2006).

Количественная оценка неопределенности выбросов метана от угледобычи выполнялась по методу уровня 1 при доверительном интервале 95% (МГЭИК, 2006). Рассчитанная величина общей неопределенности выбросов от добычи угля в 2013 году составила 19,5%, а неопределенность тенденции выбросов – 18,5%.

<sup>20</sup> база данных ЕМИСС, <http://www.gks.ru>

<sup>21</sup> <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/statistical-review-downloads.html>

#### **3.3.4.2 Выбросы при операциях с нефтью и газом (1.В.2.)**

Комплексная количественная оценка неопределенности величин выбросов парниковых газов в нефтегазовой отрасли затруднительна из-за сложной структуры отрасли. Величины диапазонов возможных ошибок коэффициентов эмиссии взяты из Руководящих принципов МГЭИК (МГЭИК, 2006). Если ошибка представляла собой несимметричный относительно нуля диапазон, то делалось допущение о том, что значения на интервале распределены нормально, после чего вычислялось среднее значение ошибки на интервале.

Оценки выбросов при газоотведении и сжигании в факелах достаточно надежны, если известны фактические объемы отведенных и сожженных газов. В настоящее время известны лишь объемы сожженного нефтяного (попутного) газа. Оценки других выбросов выполняли при помощи рекомендованных МГЭИК коэффициентов, ошибка определения которых может составлять порядок величины или более (МГЭИК, 2006). Наименее надежны оценки выбросов оксида диазота из-за сложного механизма его образования (Hayhurst и 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 выполнялась по уровню 1 на основе приведенных выше величин неопределенностей данных о деятельности и параметров при доверительном интервале 95% (МГЭИК, 2006). Выполненные расчеты показывают, что общая неопределенность оценок выбросов по категории источников 1.В.2 в 2013 году составляет 137.6%, а неопределенность тенденции выбросов – 198.0%. Наибольший вклад в неопределенность дают выбросы метана от операций по добыче нефти, газового конденсата и природного газа.

#### **3.3.4.3 Обеспечение и контроль качества и верификация оценок**

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.В.2, соответствующая уровню 2 (МГЭИК, 2006). 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 и параметров, на основе которых выполнялись расчеты эмиссии. Были перепроверены результаты расчетов и проанализирована неопределенность данных и другой параметрической информации. Перепроверены расчеты 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 2013 гг. включительно. Перекрестная проверка данных, параметров и результатов расчетов осуществлялась специалистами Росстата и Минэнерго, куда кадастр был направлен для рецензирования.

#### **3.3.4.4 Перерасчеты и изменения, сделанные в ответ на проверки результатов инвентаризации выбросов**

Согласно требованиям Пересмотренных руководящих принципов РКИК ООН (документ FCCC/CP/2013/10/Add.3), в связи с переходом на Руководящие указания МГЭИК 2006 года (МГЭИК, 2006) и применением обновленных коэффициентов эмиссии, были пересчитаны выбросы от всех категорий источников. Исключение составили расчеты выбросов предшественников озона  $NO_x$ , CO и  $SO_2$ .

#### **3.3.4.5 Планируемые усовершенствования**

В соответствии с замечаниями и предложениями в ходе рассмотрения национальных кадастров парниковых газов в 2013 и 2014 гг., планируемые усовершенствования направлены на уточнение данных о деятельности нефтегазовой отрасли и внедрение более детализиро-

ванных оценок выбросов от ключевых источников, соответствующих уровню 2 МГЭИК. Инициированы 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 (Uvarova et. al, 2015). Другим планируемым усовершенствованием является усиление мероприятий по обеспечению и контролю качества оценок выбросов парниковых газов в нефтегазовой отрасли. Для усиления мер обеспечения и контроля качества предусмотрено внедрение комплексной проверки корректности расчетов по отдельным категориям источников сектора 1.В.2, соответствующих уровню 2 МГЭИК (МГЭИК, 2006). При подготовке последующих национальных кадастров парниковых газов предполагается улучшить систему сбора данных об утилизации шахтного метана.

## 4. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ (Сектор 2 ОФД)

### 4.1 Обзор по сектору

Инвентаризация выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы и использование продуктов» включает оценку выбросов от производства минеральной продукции (2.A), химической промышленности (2.B), металлургии (2.C), использования растворителей и неэнергетических продуктов из топлива (2.D), электронной промышленности (2.E), использования фторированных заменителей ОРВ (2.F), производства и использования других продуктов (2.G).

Суммарная эмиссия парниковых газов по сектору в 2013г. составила 216865 Гг CO<sub>2</sub>-эквивалента, что соответствует 7,7% 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 52,9% уровня 1990г. С 1999г. объем выбросов в промышленности постепенно увеличивался и достиг максимума в 2007г. (74,4% 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 62,5% от уровня промышленного выброса парниковых газов в 1990г. В 2013г. объем выбросов парниковых газов от промышленного сектора возрастает и достигает 72,8% от уровня промышленного выброса парниковых газов в 1990г.

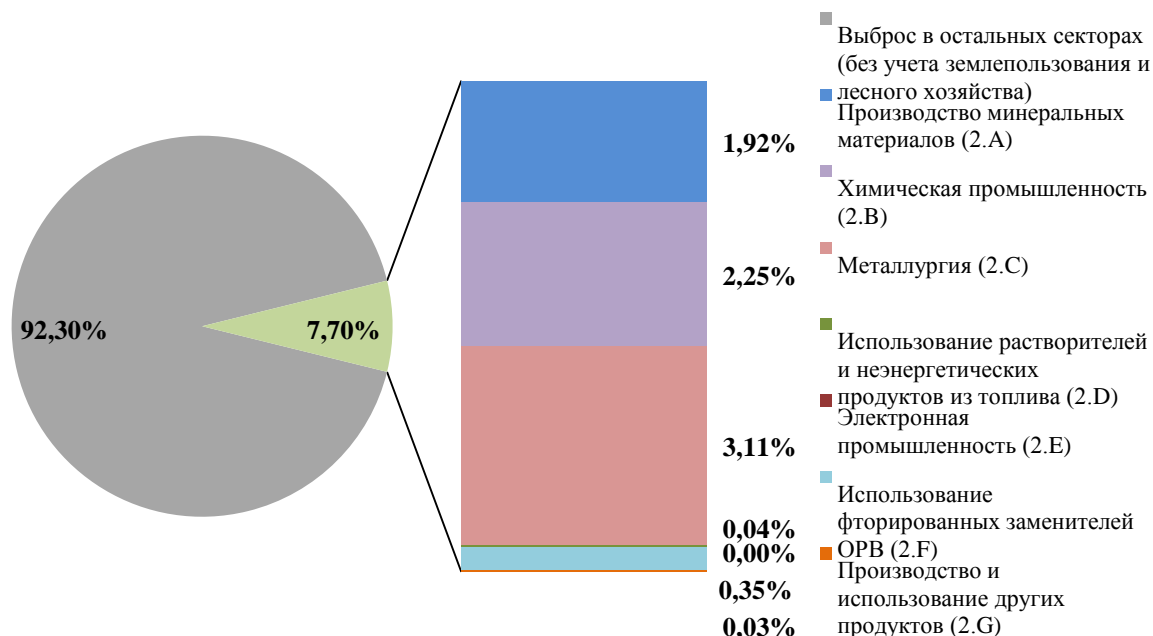


Рисунок 4.1 – Доля сектора «Промышленные процессы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2013г.



#### 4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД)

Наиболее значительным источником выбросов в промышленном секторе является металлургия. Ее вклад в суммарный выброс парниковых газов в промышленности в 2013г. составил 40,4%. Следующим по значению источником является химическая промышленность. Ее доля в суммарном выбросе – 29,2%. Доля выброса парниковых газов от производства минеральных продуктов составляет 24,9%. Результаты инвентаризации выбросов парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использование продуктов» представлены в таблице 4.1 и на рисунке 4.2.

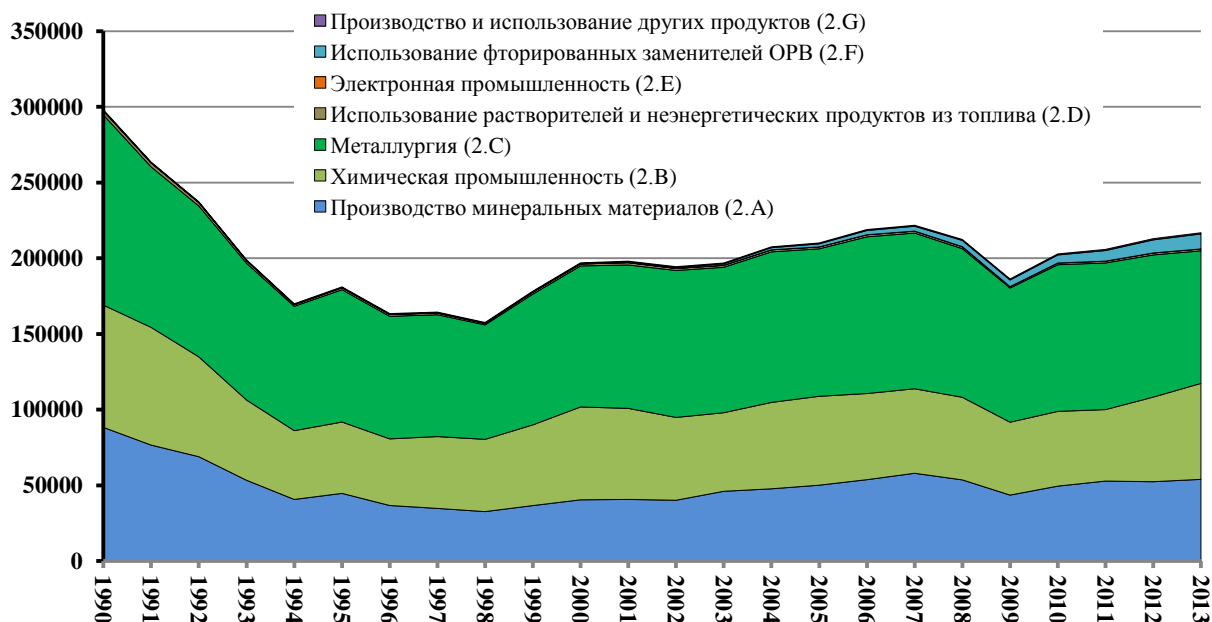


Рисунок 4.2 – Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы» в 1990-2013 гг., Гг  $CO_2$ -экв.

Таблица 4.1

Выбросы парниковых газов от сектора «Промышленные процессы и использование продуктов», Гг  $CO_2$ -экв.

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство минеральных материалов												
88270	44660	40413	47707	50079	53729	57962	53586	43536	49462	52818	52395	53932
Химическая промышленность												
80771	47147	61348	57070	58744	56895	55816	54568	48169	49384	47197	55865	63407
Металлургия												
125688	87420	93166	99451	97419	103532	102880	98166	88632	96899	96883	93936	87564
Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива												
2758	1331	1293	1340	1234	1373	1272	1229	904	1124	1180	1298	1265
Электронная промышленность												
20	3	31	48	45	18	35	143	46	18	30	15	10
Использование фторированных заменителей ОРВ												
8	36	209	1395	2002	2817	3203	4083	4368	5305	7002	8662	9896
Производство и использование других продуктов												
549	510	531	563	600	614	641	654	671	696	748	768	792
<b>Всего</b>												
<b>298063</b>	<b>181108</b>	<b>196991</b>	<b>207573</b>	<b>210122</b>	<b>218979</b>	<b>221809</b>	<b>212430</b>	<b>186326</b>	<b>202888</b>	<b>205857</b>	<b>212939</b>	<b>216865</b>

## 4.2 Производство минеральных материалов (2.А)

### 4.2.1 Обзор

В этом субсекторе оцениваются выбросы  $\text{CO}_2$  от производства цемента (2.А.1), от производства строительной и технологической извести (2.А.2), от производства стекла (2.А.3) и от других процессов с использованием карбонатов (2.А.4): производства керамических изделий (2.А.4а), использования кальцинированной соды (2.А.4б), неметаллургического производства магнезии (2.А.4с) и других видов использования карбонатов (2.А.4д).

Также оценивались выбросы  $\text{SO}_2$  от производства цемента и NMLOC от производства стекла.

Основными источниками выбросов парниковых газов в данном субсекторе являются производство цемента (2.А.1) и другие виды использования карбонатов (2.А.4д) (использование известняков и доломитов в металлургии), выбросы  $\text{CO}_2$  от которых составили в 2013г. 50,4% и 24,8% общего выброса парниковых газов от производства минеральных материалов (2.А). Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства извести, производства керамических изделий, использования кальцинированной соды, неметаллургического производства магнезии и производства стекла в 2013г. составили, соответственно, 16,2%, 2,8%, 2,0%, 2,2% и 1,6% 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 37,0% от уровня 1990г. С 1999г. наблюдался рост выбросов. В 2013г. общий выброс парниковых газов в субсекторе 2.А составил 61,1% от уровня 1990г.

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

Таблица 4.2

*Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства продукции из минерального сырья., Гг*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство цемента												
34609	16646	15113	20915	22256	24545	27645	23625	19746	22688	25090	26252	27199
Производство извести												
12501	7100	6891	7680	7831	8495	8931	8782	6497	7540	7982	8418	8741
Производство стекла												
285	217	277	496	512	663	746	835	750	819	846	896	881
Производство керамических изделий												
2125	1203	941	895	1004	1052	1216	1325	968	1137	1296	1449	1495
Использование кальцинированной соды												
1315	740	721	917	914	1090	1072	1076	930	1070	1103	1088	1068
Неметаллургическое производство магнезии												
2041	1583	1157	1170	1294	1314	1362	1204	976	1139	1178	1252	1170
Другие виды использования карбонатов (использование известняков и доломитов в металлургии)												
35393	17171	15313	15634	16269	16571	16990	16738	13668	15069	15323	13041	13379
Всего												
88270	44660	40413	47707	50079	53729	57962	53586	43536	49462	52818	52395	53932

### 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, 2006) 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 2.2 (IPCC, 2006). Коэффициент эмиссии рассчитывался с учетом содержания  $\text{CaO}$  в клинкере в соответствии с методикой МГЭИК (IPCC, 2006).

#### 4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД)

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.А.2)

Выбросы CO<sub>2</sub> от производства извести оценивались по методике уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Для жирной извести использовался коэффициент эмиссии CO<sub>2</sub> по умолчанию (IPCC, 2006), 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, 2006).

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, 2006).

Таблица 4.3

*Производство цементного клинкера в России, тыс. т*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
65830	31663	28746	39783	42333	46686	52583	44938	37559	43155	47724	49933	51734

Таблица 4.4

*Производство извести в России, тыс. т*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
16309	9263	8991	10019	10216	11083	11652	11457	8476	9837	10413	10983	11404

##### Выбросы CO<sub>2</sub> и НМЛОС от производства стекла (2.А.3)

Выбросы CO<sub>2</sub> от производства стекла оценивались по методике уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Расчеты выполнялись по формуле 2.10 (IPCC, 2006), применялся коэффициент выбросов (0,2 т CO<sub>2</sub>/т стекла) и пропорция стеклобоя (50%) по умолчанию.

Выбросы оценивались только для производства строительного и тарного стекла, доля которого в мировом производстве стекла составляет более 90%.

Оценка выбросов проводилась по данным Росстата о производстве различных видов архитектурно-строительного стекла: строительного, термополированного, закаленного и трехслойного безосколочного (табл. 4.5). 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 4.6.

В настоящем кадастре учет выбросов от производства тарного стекла выполнен как для узкогорлой пищевой стеклянной тары (бутылок), так и для широкогорлой стеклотары (тара стеклянная консервная). Данные об объемах производства бутылок и стеклянных банок в 1990-2013 гг. получены из базы данных Росстата.

Вес разных видов бутылок по данным справочника (Павлушкин, 1973) приводится в таблице 4.7. 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.

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.

Таблица 4.5

Производство строительного, технического и тарного стекла в России.

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Строительное <sup>1)3)</sup> , млн. м <sup>2</sup>												
144,5	61,4	40,2	35,1	34,9	45,1	55,2	64,1	41,4	59,6	71,8	67,8	63,4
Листовое термополированное <sup>1,2)4)</sup> , млн. м <sup>2</sup>												
49,6	41,5	52,5	76,9	85,5	115,2	115,8	130,8	143,1	146,8	140,6	149,6	177,6
Трехслойное безосколочное <sup>1)5)</sup> , млн. м <sup>2</sup>												
2,8	1,6	1,6	1,8	1,7	1,8	2,4	2,2	1,5	2,3	2,5	2,9	2,7
Закаленное (сталинит) <sup>1)6)</sup> , млн. м <sup>2</sup>												
	3,0	3,9	5,7	5,6	5,9	5,0	5,1	2,5	3,8	4,4	4,7	5,2
Бутылки <sup>7)</sup> , млн. шт.												
1414	1769	3001	7020	7115	9180	10776	11937	9693	10985	11682	12400	11160
Банки. млн. шт.												
414	518	773	1115	1013	1099	1282	1551	1640	1566	1379	1725	1489

<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

Таблица 4.6

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 4.7

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 CO<sub>2</sub> от других процессов с использованием карбонатов (2.А.4)

В этой категории источников оценивались выбросы от производства керамических изделий (2.А.4а), использования кальцинированной соды (2.А.4б), неметаллургического производства магнезии (2.А.4с), а также выбросы от других видов использования карбонатов (использование известняков и доломитов в металлургии в качестве флюсов и огнеупоров) (2.А.4д).

Выбросы CO<sub>2</sub> от производства керамических изделий (2.А.4а)

Выполнена оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства керамических кирпичей, напольной, настенной и фасадной керамической плитки и керамических сантехнических изделий.

Оценка выбросов выполнялась с использованием методики уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Содержание карбонатов в глине принималось равным 10%, количество глины, используемой для производства керамики, рассчитывалось путем умножения веса продукции на коэффициент потерь по умолчанию – 1,1 (IPCC, 2006).

В расчетах использовались данные Росстата об объемах производства керамических кирпичей, облицовочной плитки и керамических сантехнических изделий (таблица 4.8), а также средний вес керамических изделий, полученный путем анализа интернет-сайтов компаний-поставщиков строительных материалов (таблица 4.9).

Таблица 4.8

*Производство керамических изделий в России.*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Керамические кирпичи, млн. усл. кирпичей (1990 – 2000 гг. – оценка)												
11108	6299	4849	4400	4930	5072	5888	6422	4626	5489	6252	7026	7231
Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен, тыс. м <sup>2</sup>												
29700	20663	29011	51572	58832	64385	67920	73715	52576	57439	61356	65575	70373
Плитки керамические для полов, тыс. м <sup>2</sup>												
11300	6398	12574	35556	41317	59049	69203	73521	65037	69960	83475	88243	92608
Плитки керамические фасадные разных расцветок, тыс. м <sup>2</sup>												
16800	4950	1576	699	654	452	487	601	589	756	1508	2282	2686
Изделия санитарные керамические, тыс. шт.												
6635	4407	5518	7628	7742	8989	9931	11278	10589	11478	12354	12677	12976

Таблица 4.9

*Средний вес керамических изделий, кг*

Условный кирпич	3,8
1 м <sup>2</sup> настенной керамической плитки	14
1 м <sup>2</sup> напольной керамической плитки	19
1 м <sup>2</sup> фасадной керамической плитки	25
Сантехническое керамическое изделие	18

Выбросы CO<sub>2</sub> от использования кальцинированной соды (2.А.4б)

Выбросы от использования кальцинированной соды оценивались в соответствии с методикой уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 0,415 т CO<sub>2</sub>/т использованной кальцинированной соды.

При оценке выбросов CO<sub>2</sub> от использования соды предполагалось, что объем потребления соды в России равен объему ее производства – экспорт + импорт. Использовались данные Росстата о производстве кальцинированной соды. Данные об объемах экспорта и импорта кальцинированной соды в 1996-2012 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 4.10. Данные о внешней торговле с республиками Беларусь и Казахстан предоставлены Росстатом.

Таблица 4.10

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

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 <sup>2)</sup>	2011	2012	2013
Производство												
3240	1823	2201	2576	2582	2938	2939	2820	2322	2670	2822	2807	2477
Экспорт <sup>1)</sup>												
		479,9	448,9	544,1	600,2	734,1	550,0	378,7	452,3	566,5	628,7	495,5
Импорт <sup>1)</sup>												
		17,0	83,4	164,3	289,1	378,4	323,2	298,3	361,1	401,8	442,9	591,2

<sup>1)</sup> По данным Федеральной Таможенной службы с учетом данных Росстата 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> от неметаллургического производства магнезии (2.А.4с)

Выбросы CO<sub>2</sub> от неметаллургического производства магнезии оценивались в соответствии с методикой уровня 2 МГЭИК (IPCC, 2006) на основании данных об объемах добычи и использования в стране магнезита. 90% добываемого в стране магнезита используется для производства магнезии (Сенаторов и др., 2006 – 2013). При этом 95% магнезита используется огнеупорной промышленностью (намертво обожженный магнезит) (Романович И.Ф., 1999). При его обжиге CO<sub>2</sub> теряется полностью. 5% используется для производства кальцинированной магнезии, при производстве которой теряется 96-98% содержания CO<sub>2</sub> (IPCC, 2006).

Практически весь магнезит добывается на месторождениях Саткинской группы в Челябинской области (97.5% в 1996 г. (Романович И.Ф., 1999) и 98.7% в 2004 (Аксенов Е.М., 2007)). Среднее содержание MgCO<sub>3</sub> на этих месторождениях составляет 93,5%.

При расчетах использовался коэффициент выбросов МГЭИК, основанный на соотношении молекулярных весов магнезита и CO<sub>2</sub> и равный 0,522 тонны CO<sub>2</sub>/тонну использованного магнезита.

В таблице 4.11 приводятся данные об объемах добычи магнезита в Российской Федерации (Сенаторов и др., 2006 – 2013).

Таблица 4.11

*Добыча магнезита в России, тыс. т*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
4654	3609	2637	2667	2950	3077	3209	2745	2226	2575	2668	2816	2618

Выбросы CO<sub>2</sub> от другого использования карбонатов (использование известняков и доломитов в металлургии) (2.А.4.d)

Выбросы CO<sub>2</sub> от использования известняков и доломитов оценивались по методике уровня 2 МГЭИК (IPCC, 2006). 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, 2006), рассчитанные на основании стехиометрических уравнений для химических чистых известняков и доломитов.

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).

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 – 2013). 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 4.12.

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

Для определения допустимого наличия примесей, использовались требования, предъявляемые к известнякам и доломитам, используемым в качестве сырья в черной и цветной металлургии.

Государственные стандарты определяют минимальное содержание  $\text{CaO}$  в известняках и  $\text{MgO}$  в доломитах, а также максимально допустимое содержание в сырье некоторых примесей: в том числе  $\text{MgO}$  в известняках и  $\text{CaO}$  в доломитах. Государственные стандарты для известняков и доломитов, используемых в металлургии и производстве огнеупоров представлены в таблицах 4.13 и 4.14.

Таблица 4.12

*Расчет объемов использования известняков и доломитов в черной и цветной металлургии, млн. т.*

1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Использование карбонатных пород в производстве флюсов и огнеупоров															
83,1	40,3	36	34,5	30	39,3	36,8	38,3	39,0	40,0	39,4	32,2	35,5	36,1	30,7	31,5
Объем добычи доломитов для металлургии															
23,6	12,2	8,2	6,2	5,7	5,9	6,3	6,3	6,9	6,5	6,8	4,3	4,2	5,0	5,8	
Использование доломитов в металлургии															
21,8	11,3	7,6	5,7	5,3	5,5	5,8	5,8	6,4	6,0	6,2	4,0	4,4	4,4	4,7	4,7
Использование известняков в металлургии															
61,3	29,0	28,4	28,8	24,7	33,8	31,0	32,5	32,6	34,0	33,2	28,2	31,1	31,7	26,0	26,8

Для каждой области использования известняков и доломитов определялось среднее минимальное допустимое содержание карбонатных пород в сырье. Для корректировки выбросов  $\text{CO}_2$  использовались средние значения между чистыми (100%) известняками и доломитами и минимальным допустимым по ГОСТу содержанием известняков и доломитов в сырье. Эти значения приводятся в таблице 4.15 для каждой области использования известняков и доломитов.

Кроме того, в нашем распоряжении имеются данные о среднем содержании  $\text{CaO}$  в известняках двух месторождений в Красноярском крае и в Кемеровской области (Сементовский Ю.В., 1999). Эти известняки преимущественно используются в качестве флюсов в металлургии. Среднее содержание  $\text{CaO}$  в известняках этих месторождений составляет 54,5% и 54,7%, а соответствующее содержание химически чистого известняка – 97,3% и 97,6%. Эти

значения близки к нашим оценкам содержания химически чистого известняка в сырье, используемом для металлургии (96,18%).

Таблица 4.13

*Государственные стандарты для известняков, используемых в металлургии*

Область применения	Минимальное содержание CaO, %	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
Химически чистый известняк	56,03	100	Бирюлев Г.Н. и др., 1999

Таблица 4.14

*Требования к доломитам, используемым в качестве сырья при производстве 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	ГУ 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
Химически чистый доломит	21,86	30,41	100	0		Бирюлев Г.Н. и др., 1999



Таблица 4.15

Среднее содержание известняков и доломитов в карбонатном сырье,  
используемом в металлургии, %

Область использования	Среднее содержание карбонатных пород в сырье
Использование известняков в качестве флюсов в металлургии	96,18
Использование доломитов для производства огнеупоров	90,89

#### 4.2.3 Оценка неопределенностей

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

- производство цемента;
- производство извести;
- производство стекла;
- другие процессы с использованием карбонатов;
- 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  $\text{CO}_2$ , составляют 6% для предположения о содержании  $\text{CaO}$  в клинкере, равного 65,6%, 2% для предположения о том, что весь  $\text{CaO}$  в клинкере получен в результате обжига известняка (IPCC, 2006). Установленное по умолчанию значение потерь цементной пыли при производстве клинкера, равное 2% (IPCC, 2006), в условиях устаревшего оборудования на российских цементных заводах может быть значительно выше. Неопределенность этого параметра достигает 100%.

Полученная в результате расчетов общая неопределенность оценки выбросов  $\text{CO}_2$  от производства цемента составляет 8%.

*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 составляют соответственно 2% и 2% (IPCC, 2006).

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%.

*Производство стекла.* Неопределенность оценки выбросов  $\text{CO}_2$  от производства стекла по методике уровня 1 составляет 60% (IPCC, 2006).

*Другие процессы с использованием карбонатов.* 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 1996-2013 гг. неопределенность выбросов CO<sub>2</sub> от использования кальцинированной соды составляет не более 3%.

#### 4.2.4 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.

### 4.3 Химическая промышленность (2.b)

#### 4.3.1 Обзор

Для субсектора «Химическая промышленность» проводилась оценка выбросов следующих парниковых газов: CO<sub>2</sub> от производства аммиака (2.B.1), карбида кальция (2.B.5.a) и карбида кремния (2.B.5.b), диоксида титана (2.B.6), от нефтехимических производств (2.B.8); CH<sub>4</sub> от производства карбида кремния (2.B.5.b) и нефтехимических производств (2.B.8); N<sub>2</sub>O от производства азотной кислоты (2.B.2), капролактама и глиоксаля (2.B.4). Кроме того, оценивались выбросы в атмосферу газов с косвенным парниковым эффектом: CO, НМЛОС, SO<sub>2</sub> от производства аммиака и NO<sub>x</sub> от производства азотной кислоты, выбросы SO<sub>2</sub> от производства серной кислоты, НМЛОС, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> от производства технического углерода, НМЛОС от производства этилена, пропилена, полипропилена, полистирола, поливинилхлорида, полиэтилена, стирола, этилбензола и акрилонитрила (2.B.8). Так же в кадастре 2014г. проводилась оценка выбросов от производства фторсодержащих соединений (2.B.9), а именно оценка попутных выбросов трифторметана (ГФУ-23) при производстве хлордифторметана (ГХФУ-22) (2.B.9.a), а также оценка фугитивных выбросов при производстве других галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.B.9.b).

Адипиновая кислота (2.B.3) в России не производится. Выбросы CO<sub>2</sub> от производства кальцинированной соды (2.B.7) в Российской Федерации отсутствуют.

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 2013г. суммарные выбросы парниковых газов от химической промышленности составили 63407 Гг CO<sub>2</sub>-экв. или 78,5% от уровня 1990г.

Основным источником парниковых газов в химической отрасли являются выбросы CO<sub>2</sub> от производства аммиака, доля которых в 2013г. составила 41,1%. Следующие по значимости источники парниковых газов – производство этилена, выбросы от которого составили 9,8% суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности, и производство азотной кислоты, выбросы N<sub>2</sub>O от которого составили 7,3% суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности в 2013г. Выбросы метана от производства метанола, этилена, винилхлорида, окиси этилена, акрилонитрила и сажи (технического углерода) существенно ниже и в 2013г. составляли 0,7% суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности. Выбросы от производства фторсодержащих соединений в 2013г. составили 19868 Гг CO<sub>2</sub> – эквивалента, что составляет 31,3% суммарного выброса парниковых газов в химической промышленности в 2013г.

Таблица 4.16

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

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства аммиака												
31254	24785	25269	27837	28494	29459	29569	28211	28273	28856	30157	29953	30556
Стоки CO <sub>2</sub> при производстве карбамида												
-3299	-2910	-2425	-3265	-3362	-3781	-3949	-3428	-3613	-4029	-4241	-4346	-4481
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства и потребления карбида кальция												

4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД)

Продолжение таблицы 4.16

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
854	451	565	424	420	464	431	391	246	211	194	174	161
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства карбида кремния												
83	100	109	135	138	145	144	150	142	178	176	189	164
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства диоксида титана												
6,7	5,4	5,1	3,7	3,6	3,8	5,0	0,3	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства метанола												
1680	1020	1282	1950	1972	2116	2367	2353	1571	1971	2102	2229	2359
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства этилена												
5214	3590	4249	4846	4726	4827	4769	5257	5120	5355	5553	5174	6025
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства винилхлорида (этилендихлорида/хлористого винила)												
131	80	147	170	176	179	176	174	159	163	171	184	186
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства окиси этилена												
539	363	395	466	467	458	456	459	377	414	391	364	383
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства акрилонитрила												
121	92	83	141	152	141	138	136	139	139	125	139	139
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства сажи (технического углерода)												
2537	816	1116	1747	1786	1654	1743	1654	1395	1749	1902	1910	2006
Всего CO <sub>2</sub>												
<b>39122</b>	<b>28392</b>	<b>30794</b>	<b>34456</b>	<b>34974</b>	<b>35667</b>	<b>35850</b>	<b>35358</b>	<b>33809</b>	<b>35006</b>	<b>36532</b>	<b>35969</b>	<b>37498</b>
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства карбида кремния												
10	12	13	17	17	18	18	19	17	22	22	23	20
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства метанола												
144	88	110	167	169	182	203	202	135	169	180	191	202
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства этилена												
174	120	142	162	158	161	159	175	171	179	185	173	201
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства винилхлорида (этилендихлорида/хлористого винила)												
0,25	0,15	0,28	0,33	0,34	0,34	0,34	0,33	0,30	0,31	0,33	0,35	0,36
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства окиси этилена												
28	19	20	24	24	24	24	24	20	21	20	19	20
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства акрилонитрила												
0,54	0,41	0,37	0,63	0,68	0,63	0,62	0,61	0,62	0,62	0,56	0,62	0,62
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства сажи (технического углерода)												
1,45	0,47	0,64	1,00	1,02	0,95	1,00	0,95	0,80	1,00	1,09	1,09	1,15
Всего CH <sub>4</sub>												
<b>359</b>	<b>239</b>	<b>287</b>	<b>372</b>	<b>370</b>	<b>386</b>	<b>406</b>	<b>421</b>	<b>344</b>	<b>393</b>	<b>410</b>	<b>408</b>	<b>446</b>
Выбросы N <sub>2</sub> O от производства азотной кислоты												
3590	2283	2549	3213	3481	3487	3686	3310	4250	4388	4557	4468	4630
Выбросы N <sub>2</sub> O от производства капролактама												
621	425	662	793	827	853	900	849	856	884	972	884	930
Выбросы N <sub>2</sub> O от производства глиоксаля												
0	0	0	0	0	0	0	0	24	24	24	29	36
Всего N <sub>2</sub> O												
<b>4211</b>	<b>2708</b>	<b>3211</b>	<b>4005</b>	<b>4308</b>	<b>4340</b>	<b>4586</b>	<b>4159</b>	<b>5130</b>	<b>5295</b>	<b>5553</b>	<b>5381</b>	<b>5596</b>
Выбросы ГФУ-23 от производства ГХФУ-22												
35937	15426	26399	17067	17862	15277	13737	13933	8239	8196	4399	9079	15187
Фугитивные выбросы от производства ГФУ-23												
-	-	-	2,41	2,12	2,20	1,15	1,50	0,31	0,36	0,23	-	-
Фугитивные выбросы от производства ГФУ-125												
-	-	3,31	18,23	21,40	10,11	6,37	14,27	14,27	4,11	7,03	1,27	-

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Фугитивные выбросы от производства ГФУ-152a												
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фугитивные выбросы от производства ГФУ-227ea												
-	-	-	0,38	0,25	0,08	-	0,45	0,45	-	-	-	-
Всего ГФУ												
35937	15426	26402	17088	17886	15289	13744	13949	8254	8200	4407	9080	15187
Фугитивные выбросы от производства CF <sub>4</sub>												
1,17	2,67	13,78	5,80	9,11	9,51	14,58	12,27	4,88	2,40	3,17	-	2,53
Фугитивные выбросы от производства C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>												
0,25	0,02	0,75	2,94	0,72	0,67	0,80	2,42	2,83	3,88	3,20	0,26	2,01
Фугитивные выбросы от производства с-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>												
2,42	0,09	3,20	10,19	5,92	6,90	7,41	5,79	4,60	0,24	3,39	2,04	2,23
Всего ПФУ												
3,84	2,78	17,73	18,93	15,75	17,08	22,79	20,48	12,31	6,52	9,75	2,30	6,77
Фугитивные выбросы от производства SF <sub>6</sub>												
1138	379	636	1130	1190	1196	1207	661	620	484	286	5025	4674
Всего выбросы парниковых газов от химической промышленности												
80771	47147	61348	57070	58744	56895	55816	54568	48169	49384	47197	55865	63407

#### 4.3.2 Методика расчетов

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

В кадастре 2015г. оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства аммиака в 1990-2013 гг. была рассчитана в соответствии с методикой Уровня 3 МГЭИК (IPCC, 2006), 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 1990-2013 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 95-99,5% (в 2000-2013 гг.) суммарных объемов производства аммиака в Российской Федерации (по данным Росстата). Следует отметить, что наблюдается постепенное снижения удельного потребления природного газа на производство 1 тонны аммиака: если в 1990г. оно составляло для различных агрегатов 1228 – 1780 м<sup>3</sup>/т, то в 2013г. – 973 – 1344 м<sup>3</sup>/т.

По полученным данным было рассчитано средневзвешенное удельное потребление природного газа для производства 1т аммиака в 1990 – 2013 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 14,836 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 выбросов 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.

Согласно указаниям МГЭИК (IPCC, 2006), для получения выбросов CO<sub>2</sub>, следует из общего количества CO<sub>2</sub>, образовавшегося при производстве аммиака, вычесть количество CO<sub>2</sub>, извлечённого для последующего производства карбамида.

Количество  $\text{CO}_2$ , необходимое для производства карбамида, оценивалось на основе данных Росстата об объемах производства карбамида (таблица 4.17) и расходного коэффициента, равного 0,733 т  $\text{CO}_2$ /на тонну произведенного карбамида (IPCC, 2006). Стоки  $\text{CO}_2$  при производстве карбамида представлены в таблице 4.16.

Таблица 4.17

*Производство синтетического аммиака, удельное потребление природного газа для производства аммиака и производство карбамида в России*

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 <sup>1)</sup>	2011	2012	2013
Объем производства аммиака, тыс. т	12592	9657	10640	11979	12473	12954	13151	12702	12949	13295	13924	13836	14434
Удельное потребление природного газа, $\text{м}^3/\text{т}$	1356	1402	1298	1269	1249	1242	1229	1214	1193	1186	1183	1183	1157
Объем производства карбамида, тыс. т	4500	3970	3309	4454	4586	5158	5388	4677	4929	5497	5786	5929	6113

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

#### Выбросы $\text{N}_2\text{O}$ 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  $\text{N}_2\text{O}$  от производства азотной кислоты проводилась с использованием методики Уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Расчет проводился в соответствии с уравнением 3.5 МГЭИК, использовался коэффициент эмиссии по умолчанию, выбранный из коэффициентов, приведенных в таблице 3.3. В России все производства азотной кислоты оснащены установками по каталитической очистке выбрасываемых в атмосферу газов (Пископель, 2001). Поэтому для расчетов был выбран коэффициент эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$ , равный 2 кг  $\text{N}_2\text{O}$ /т азотной кислоты (IPCC, 2006).

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 внутризаводского применения и практически не транспортируется. Мощности по ее производству сбалансированы с мощностями по переработке: производству аммиачной селитры, сложных удобрений, получаемых азотнокислым или азотно-сернокислотным разложением фосфатного сырья и для других целей.

Объем неконцентрированной азотной кислоты, используемой в производстве удобрений, может быть оценен косвенно, по имеющимся данным об объемах производства минеральных удобрений. В национальном кадастре выбросов парниковых газов 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  $P_2O_5+N$ ) нитроаммофоски (Соколов, 2003). Такое упрощение не должно привести к большим погрешностям ввиду сходства технологических схем производства и существенного преобладания объемов производства нитроаммофоски. С 1998г. объем производства нитроаммофоски в России составляет более 95% объема производства всех нитроаммофосфатов, а в 2009г. – 100%. Для перевода метрических тонн нитроаммофоски в тонны  $P_2O_5+N$  применялся коэффициент 0,35; для перевода метрических тонн азотной кислоты в тонны азота – коэффициент 0,22. Расходные коэффициенты, использованные для оценки количества азотной кислоты, затраченной на производство минеральных удобрений, приводятся в таблице 4.18.

Таблица 4.18

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

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

Общее производство азотной кислоты, приведенное в таблице 4.20, складывается из данных статистики и результатов расчета количества азотной кислоты, использованной для производства минеральных удобрений (таблица 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.

Таблица 4.19

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство нитрата аммония	6614	4096	4667	5626	6059	6105	6563	5886	7862	7968	8245	8032	8401
Производство нитрата кальция		2,6	3,2	5,7	11,3	10,0	10,5	8,8	7,3	6,6	4,6	6,9	12,1
Производство нитрата натрия	23,3	8,4	17,9	34,8	32,7	21,8	22,9	17,5	12,1	21,2	22,1	21,5	21,2
Производство нитроаммофосфатов	1180	1922	1845	2992	3071	2998	2947	2696	3537	3775	3912	3842	3856
Расход азотной кислоты	5469	3640	4080	5095	5454	5466	5817	5225	6954	7094	7341	7159	7441

Таблица 4.20

*Производство азотной кислоты, тыс. т*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Крепкая, в моногидрате <sup>1)3)</sup>	649,2	227,7	205,6	180,6	162,9	156,5	156,6	163,8	125,8	117,2	121,3	131,2	127,7
Слабая, в моногидрате <sup>4)</sup>	63,3	17,4	47,5	199,3	334,6	337,8	315,8	257,7	305,1	226,9	271,4	303,3	293,7

Слабая, использованная на производство минеральных удобрений	5469	3640	4080	5095	5454	5466	5817	5225	6954	7094	7341	7159	7441
Всего, 100%-ная кислота <sup>2)</sup>	6023,4	3831,1	4277,0	5390,3	5841,3	5850,7	6184,0	5553,2	7131,6	7361,6	7646,2	7497,3	7768,7

<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%

#### Выбросы N<sub>2</sub>O от производства капролактама, глиоксаля и глиоксиловой кислоты (2.В.4)

Производство капролактама и глиоксаля сопровождается выбросами закиси азота на стадии окисления аммиака (при производстве капролактама) и при окислении ацетальдегида (этанала) (производство глиоксаля). Производство глиоксиловой кислоты в Российской Федерации отсутствует. Оценка выбросов N<sub>2</sub>O от производства капролактама и глиоксаля проводилась с использованием методики уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006).

Оценка выбросов N<sub>2</sub>O от производства капролактама производилась по формуле 3.9 (IPCC, 2006).

Для оценки выбросов N<sub>2</sub>O от производства капролактама использовался коэффициент выбросов по умолчанию (IPCC, 2006), равный 9 кг N<sub>2</sub>O /т.

Оценка выбросов N<sub>2</sub>O от производства глиоксаля производилась по методике уровня 1 МГЭИК. Использовался коэффициент выбросов по умолчанию (IPCC, 2006), равный 0,1 т N<sub>2</sub>O /т. В Российской Федерации производство глиоксаля осуществляется с 2009 года. Российская статистика не учитывает производство глиоксаля и оценка выбросов выполнена на основе информации о существующих промышленных мощностях по производству глиоксаля.

Таблица 4.21

#### Производство капролактама и мощности по производству глиоксаля в России

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство капролактама, тыс. т	232	158	247	296	308	318	336	317	319	329	362	330	347
Мощности по производству глиоксаля, т	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	1000	1000	1200	1500

#### Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от производства карбида (2.В.5)

В данном разделе учтены выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от производства карбида кремния (2.В.5.а) и выбросы CO<sub>2</sub> от производства и потребления карбида кальция (2.В.5.б).

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

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

В России карбид кремния производится только на ОАО «Волжский абразивный завод» в г. Волжский Волгоградской области. В 2008-2015 гг. получены данные завода об объемах производства карбида кремния и затратах нефтяного кокса на его производство в 1990-2013 гг. Эти данные приводятся в таблице 4.22.

Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> рассчитывались по методике Уровня 2 (IPCC, 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>/тону 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.

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

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> при производстве и потреблении карбида кальция проводилась по методике Уровня 1 (IPCC, 2006). 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 1996-2013 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 в 2011-2013 гг. оценивались по данным Комитета таможенного контроля Министерства финансов Республики Казахстан и Росстата. Объемы взаимной торговли с Республикой Беларусь учитываются по данным Росстата.

Для всех трех процессов использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 2006, IPCC, 1996), они приводятся в таблице 4.23.

Данные о производстве, экспорте, импорте и потреблении в стране представлены в таблице 4.24.

Таблица 4.22

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство	36,5	43,8	47,9	59,4	60,8	63,6	66,6	70,2	64,8	72,9	73,0	70,2	73,5
Затраты нефтяного кокса	40,1	48,1	52,7	65,3	66,9	70,0	69,7	72,6	68,4	85,9	85,0	91,3	79,2

Таблица 4.23

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

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

Таблица 4.24

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство	289,7	152,8	192,2	138,5	137,2	155,4	146,5	133,0	80,8	68,0	62,8	59,7	56,3
Экспорт <sup>1)</sup>			2,2	5,7	4,2	5,8	9,2	11,7	6,5	4,3	3,7	5,1	5,3
Импорт <sup>1)</sup>			0,0	19,6	18,2	11,0	7,9	10,7	13,7	13,6	12,0	2,8	5,4
Потребление	289,7	152,8	190,0	152,4	151,2	160,6	145,2	132,0	88,0	77,3	71,1	57,4	56,4

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



Выбросы CO<sub>2</sub> от производства диоксида титана (2.В.6)

Производство диоксида титана по хлоридному способу сопровождается выбросами CO<sub>2</sub> в результате окисления углерода восстановителя в процессе получения титанового шлака из ильменитового концентрата. При расчетах принято предположение, что все производство диоксида титана в России осуществляется по хлоридному способу. Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства диоксида титана проводилась с использованием методики Уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006).

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства диоксида титана выполнялась по формуле 3.12 (IPCC, 2006).

Для оценки выбросов CO<sub>2</sub> от производства диоксида титана использовался коэффициент выбросов по умолчанию (IPCC, 2006), равный 1,34 т CO<sub>2</sub> /т произведенного диоксида титана.

Таблица 4.25

Производство диоксида титана в России, тыс. т

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство диоксида титана, тыс. т	5,0	4,0	3,8	2,8	2,7	2,9	3,7	0,2	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2

Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от нефтехимического производства и производства сажи (2.В.8)

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от производства метанола, этилена, винилхлорида (этилендихлорида/ хлористого винила), окиси этилена, акрилонитрила и сажи (технического углерода) проводилась по методике Уровня 1 (IPCC, 2006). Расчет проводился на основе данных об объемах производства каждого из видов продукции. При оценке выбросов CO<sub>2</sub> и метана использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 2006), приведенные в таблице 4.26.

Данные о производстве метанола, этилена, винилхлорида (этилендихлорида / хлористого винила), окиси этилена, акрилонитрила и сажи (технического углерода) предоставлены Росстатом (таблица 4.27). Данные Росстата о производстве окиси этилена использованы с поправкой на возможный недоучет объемов производства на одном из заводов. С 2008 г. в расчетах выбросов от производства окиси этилена используются данные предприятий производителей.

При оценке выбросов CO<sub>2</sub> от производства этилена паровым крекингом учтен географический поправочный коэффициент по умолчанию для коэффициентов выбросов, равный 130% для России (IPCC, 2006).

Для оценки коэффициентов выбросов при производстве этилендихлорида и хлористого винила использованы значения для процесса по умолчанию (сбалансированный процесс производства этилендихлорида (ЭДХ) с интегрированным заводом по выпуску хлористого винила (ХВ)).

Кроме выбросов CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, для производства технического углерода оценивались выбросы НМЛОС, NO<sub>x</sub>, CO и SO<sub>2</sub>. Для этой оценки использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 1996), равные, соответственно, 40 кг НМЛОС, 0,4 кг NO<sub>x</sub>, 10 кг CO и 3,1 кг SO<sub>2</sub> на тонну произведенного технического углерода. Также оценивались выбросы SO<sub>2</sub> от производства серной кислоты.

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 4.28.

Таблица 4.26

Коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> (т /т. продукции) и CH<sub>4</sub> (кг /т. продукции)

Наименование продукции	Коэффициент выбросов CO <sub>2</sub> , т /т. продукции	Коэффициент выбросов CH <sub>4</sub> , кг/т. продукции
Метанол	0,67	2,3
Этилен	1,73	3
Винилхлорид	0,294	0,0226
Окись этилена	0,863	1,79
Акрилонитрил	1	0,18
Сажа (технический углерод)	2,62	0,06

Таблица 4.27

Производство метанола, этилена, винилхлорида, окиси этилена, акрилонитрила, сажи (технического углерода) в России, тыс. т

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Метанол <sup>2)</sup>	2508,0	1522,9	1914,1	2911,0	2943,1	3158,4	3533,6	3512,5	2344,4	2941,9	3138,1	3327,5	3520,8
Этилен	2318,5	1596,3	1889,2	2154,8	2101,4	2146,5	2120,6	2337,7	2276,6	2381,0	2469,2	2300,6	2679,1
Винилхлорид	445,7	271,0	501,6	578,6	598,1	607,6	598,5	590,6	539,7	553,9	581,2	624,8	631,6
Окись этилена <sup>3)</sup>	474,4	271,0	307,2	390,0	391,5	381,2	378,7	531,8	437,0	479,3	453,3	421,5	443,8
Акрилонитрил	121,0	92,0	82,8	141,0	152,0	141,0	138,4	135,5	138,6	138,6	125,3	138,6	138,6
Технический углерод <sup>1)</sup>	968,4	311,4	426,0	666,9	681,6	631,3	665,2	631,3	532,6	667,7	726,0	728,9	765,7

<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 наректификат.<sup>3)</sup> с 2008 г. по данным предприятий производителей

Таблица 4.28

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

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Пропилен/ с 2010г. Пропен (пропилен)												
990	681	856	962	1022	1033	1050	1111	1163	1230	1220	1129	1329
Полипропилен/ с 2010г. полипропилен в первичных формах												
97,1	62,2	233	294	349	395	591	509	603	628	682	661	873
Полистирол и сополимеры стирола / с 2010г. полимеры стирола в первичных формах												
202	98,6	92,2	165	228	278	278	270	258	309	348	383	469
Поливинилхлоридная смола и сополимеры винилхлорида / с 2010г. полимеры винилхлорида или прочих галогенированных олефинов в первичных формах												
490	283	480	563	580	592	587	579	528	599	639	650	652
Полиэтилен / с 2010г. полимеры этилена в первичных формах												
767	685	923	1069	1049	1074	1246	1272	1412	1531	1659	1552	1865
в том числе: низкой плотности/ с 2010г. полиэтилен плотностью менее 0,94 в первичных формах												
372	342	321	357	328	337	358	359	389	648	647	636	651
В том числе полиэтилен низкой плотности линейный/ с 2010г. полиэтилен линейный плотностью менее 0,94 в первичных формах												
									297	384	374	375
Полиэтилен высокой плотности/ с 2010г. полиэтилен плотностью не менее 0,94 в первичных формах												
391	340	434	461	475	476	604	630	695	794	934	853	1145

Стирол												
446	241	328	517	583	599	620	577	494	476	486	533	610
Этилбензол												
	38,1	343	401	428	645	666	612	558	539	548	599	682

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 4.29.

Оценка выбросов SO<sub>2</sub> от производства серной кислоты выполнялась на основе данных Росстата об объемах производства серной кислоты по методике МГЭИК (IPCC, 1996). Коэффициент выбросов SO<sub>2</sub> принимался равным 17,5 кг SO<sub>2</sub> на тонну произведенной серной кислоты. Данные о производстве серной кислоты представлены в таблице 4.30

Оценка выбросов CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> приводится в таблице 4.31. Оценка выбросов НМЛОС в химической промышленности – в таблице 4.32.

Таблица 4.29

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

Наименование продукции	Коэффициент выбросов
Аммиак	4,7
Этилен	1,4
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
Стирол	18,0
Этилбензол	2,0
Акрилонитрил	1,0

Таблица 4.30

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

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 <sup>1)</sup>	2011	2012	2013
Объем производства	12,8	6,9	8,3	9,2	9,5	9,4	9,7	9,1	8,5	8,5	9,8	10,3	9,6

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

Таблица 4.31

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

	Газ	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство аммиака	CO	99,5	76,3	84,1	94,6	98,5	102,3	103,9	100,4	102,3	105,0	110,0	109,3	114,0
	SO <sub>2</sub>	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	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	2,1	2,4	3,0	3,2	3,2	3,4	3,1	3,9	4,0	4,2	4,1	4,3

Продолжение таблицы 4.31

Производство технического углерода	CO	9,7	3,1	4,3	6,7	6,8	6,3	6,7	6,3	5,3	6,7	7,3	7,3	7,7
	NO <sub>x</sub>	0,4	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
	SO <sub>2</sub>	3,0	1,0	1,3	2,1	2,1	2,0	2,1	2,0	1,7	2,1	2,3	2,3	2,4
Производство серной кислоты	SO <sub>2</sub>	224,0	120,8	145,3	161,0	166,3	164,5	169,8	159,3	148,8	148,8	171,5	180,3	168,0

Таблица 4.32

## Выбросы НМЛЮС от производства химической продукции, Гг

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Аммиак	59,2	45,4	50,0	56,3	58,6	60,9	61,8	59,7	60,9	62,5	65,4	65,0	67,8
Технический углерод	38,7	12,5	17,0	26,7	27,3	25,3	26,6	25,3	21,3	26,7	29,0	29,2	30,6
Этилен	3,2	2,2	2,6	3,0	2,9	3,0	3,0	3,3	3,2	3,3	3,5	3,2	3,8
Пропилен	1,4	1,0	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,9
Полипропилен	1,2	0,8	2,8	3,5	4,2	4,7	7,1	6,1	7,2	7,5	8,2	7,9	10,5
Полистирол	1,1	0,5	0,5	0,9	1,2	1,5	1,5	1,5	1,4	1,7	1,9	2,1	2,5
Поливинилхлорид	4,2	2,4	4,1	4,8	4,9	5,0	5,0	4,9	4,5	5,1	5,4	5,5	5,5
Полиэтилен	3,6	3,2	4,1	4,5	4,5	4,6	5,5	5,7	6,3	6,9	7,7	7,1	9,0
Стирол	8,0	4,3	5,9	9,3	10,5	10,8	11,2	10,4	8,9	8,6	8,8	9,6	11,0
Этилбензол	–	0,1	0,7	0,8	0,9	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,4
Акрилонитрил	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Всего	120,7	72,5	89,0	111,2	116,6	118,6	124,6	119,8	116,5	125,2	132,8	132,5	144,1

Производство фторсодержащих соединений (2.В.9)Выбросы ГФУ-23 как побочного продукта при производстве ГХФУ-22 (2.В.9.а)

В кадастре 2015 г. оценка выбросов ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22 проводилась по методике уровня 2 МГЭИК (IPCC, 2006) для всего временного ряда с учетом детальных данных об объемах производства, сбора и улавливания попутного ГФУ-23, а также данных о выходе ГХФУ-22 по углероду и фтору, собранных Министерством промышленности и торговли на заводах-производителях.

В Российской Федерации ГХФУ-22 производится на трех химических комбинатах: ОАО «Галополимер Пермь», ООО «Галополимер Кирово-Чепецк», ВОАО «Химпром». 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.

Расчет коэффициентов выбросов для каждого предприятия проводился 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 4.33.

#### 4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД)

Данные об объемах производства ГХФУ-22, сбора и улавливания ГФУ-23 в Российской Федерации приводятся в таблице 4.34.

Таблица 4.33

*Коэффициенты попутных выбросов ГФУ-23 при производстве ГХФУ-22*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>ОАО «Галополимер Пермь»</b>													
Выход ГХФУ-22 по углероду, %	91,9	94,4	95,7	95,2	95,1	95,3	95,6	94,4	94,5	94,7	93,8	93,0	93,2
Выход ГХФУ-22 по фтору, %	86,7	88,1	90,2	89,7	89,8	90,1	89,8	89,5	89,2	88,8	87,6	87,0	87,6
Коэффициент выбросов ГФУ-23	0,069	0,055	0,044	0,047	0,047	0,046	0,045	0,051	0,051	0,054	0,059	0,063	0,061
<b>ООО «Галополимер Кирово-Чепецк»</b>													
Выход ГХФУ-22 по углероду, %				96,4	97,1	97,8	97,6	96,8	97,4	97,0	97,0	94,0	90,5
Выход ГХФУ-22 по фтору, %				90,4	88,8	90,2	90,8	90,5	89,9	91,0	91,0	87,6	84,3
Коэффициент выбросов ГФУ-23	0,073	0,073	0,073	0,041	0,042	0,035	0,035	0,039	0,038	0,036	0,036	0,058	0,081
<b>ВАО «Химпром»</b>													
Выход ГХФУ-22 по углероду, %				83,2	84,7	86	85,6	83,2	68,5	77,5	82,1	80,0	85,0
Выход ГХФУ-22 по фтору, %				76,1	78,9	79,9	78,5	79,9	65,9	68,8	73,4	73,0	76,0
Коэффициент выбросов ГФУ-23				0,133	0,119	0,111	0,116	0,122	0,220	0,175	0,144	0,154	0,126

Таблица 4.34

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство ГХФУ-22 <sup>1)</sup>	37054	16591	29888	28167	30203	28971	31145	31284	18773	28382	32475	31534	21183
Сбор и улавливание ГФУ-23	217	72	127	136	190	172	361	476	281	753	1354	1476	571,7

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

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

#### Фугитивные выбросы при производстве галоидоуглеводородов и гексафторида серы (2.B.9.b)

В период 1990-2013 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>).

Данные по объемам производства ГФУ, ПФУ и гексафторида серы в 1990-2012 гг. собраны на предприятиях-производителях Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и представлены в таблице 4.35.

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

Гексафторид серы (SF<sub>6</sub>) повышенной чистоты в России производится на двух предприятиях: ООО «Галополимер Кирово-Чепецк» и ОАО «Галополимер Пермь». В кадастре выбросов парниковых газов 2015г. расчет фугитивных выбросов SF<sub>6</sub> проводился с использованием данных предприятий-производителей об объемах производства гексафторида серы и удельных выбросах гексафторида серы в атмосферу.

Данные об удельных выбросах при производстве гексафторида серы приводятся в таблице 4.36.

Таблица 4.35

**Производство галоидоуглеводородов и гексафторида серы в России, т**

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ГФУ-23	0	0,04	0	32,58	28,61	29,69	15,48	20,27	4,18	4,89	3,14	0	0
ГФУ-125	0	0	189,00	1041,71	1222,70	577,53	363,76	815,27	815,27	234,82	401,46	72,84	0
ГФУ-152a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ГФУ-227ea	0	0	0	23,49	15,40	4,97	0	27,95	27,95	0	0	0	0
CF <sub>4</sub>	31,56	72,24	372,87	157,06	246,60	257,32	394,56	332,02	132,02	65,05	85,84	0	68,42
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	5,75	0,51	17,00	66,51	16,20	15,20	18,09	54,70	64,00	87,80	72,40	6,00	45,60
c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	46,92	1,70	62,20	197,83	114,96	133,93	143,97	112,47	89,41	17,1	60,7	39,58	43,30
SF <sub>6</sub>	244,71	90,26	162,76	514,48	849,58	1247,8	881,89	929,15	831,63	933,46	1122,67	1275,52	1184,02

Таблица 4.36

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

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>ОАО «Галополимер Пермь»</b>												
20,4	18,4	22,1	11,3	4,9	1,9	2,0	3,7	2,3	2,9	1,2	26,8	25,6
<b>ООО «Галополимер Кирово-Чепецк»</b>												
–	–	0,9	7,4	7,6	8,3	14,6	2,2	4,8	1,2	1,0	0,9	0,9

### 4.3.3 Оценка неопределенностей

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

- производство аммиака;
- производство азотной кислоты;
- производство капролактама и глиоксала;
- производство карбида (производство карбида кремния и производство и использование карбида кальция);
- производство диоксида титана;
- нефтехимическое производство и производство сажи (производство метанола, этилена, винилхлорида (этиленхлорида и хлористого винила), окиси этилена, акрилонитрила и сажи (технического углерода)).

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

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

Неопределенность данных Росстата об объемах производства аммиака – 3%.

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

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

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

Таким образом, неопределенность оценки выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  от производства азотной кислоты составляет около 11%.

*Производство капролактама и глиоксаля.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  от производства капролактама составляет 40% (IPCC, 2006).

Неопределенность данных об объемах производства капролактама – 3%.

Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  от производства глиоксаля составляет 10% (IPCC, 2006).

Неопределенность данных об объемах производства глиоксаля – 30%.

Неопределенность оценки выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  при производстве капролактама составляет 40%, глиоксаля – 32%.

*Производство карбида кремния.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  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  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  от производства карбида кремния определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 10%.

*Производство и использование карбида кальция.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  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 1996-2012 гг. равна 3%, в то время как в 1990-1995 гг. она может достигать 20% из-за отсутствия данных об объемах экспорта и импорта карбида кальция за эти годы.

Полученная в результате расчетов неопределенность оценки выбросов двуокиси углерода от производства и потребления карбида кальция составляет 11% в 1990-1995 гг. и менее 8% в 1996-2012 гг.

*Производство диоксида титана.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  от производства диоксида титана хлоридным способом равна 15% (IPCC, 2006).

Неопределенность данных об объемах производства диоксида титана – 50%.

Неопределенность оценки выбросов двуокиси углерода при производстве диоксида титана составляет примерно 52%.

*Нефтехимическое производство и производство сажки.* Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CO}_2$  от производства в нефтехимической промышленности составляет от 10 до 60%. Неопределенность коэффициентов выбросов  $\text{CH}_4$  от производства в нефтехимической промышленности составляет от 10 до 85%.

Неопределенность данных об объемах нефтехимического производства и производства сажки составляет 3%.

*Производство метанола*

Неопределенность оценок выбросов  $\text{CO}_2$  от производства метанола полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 30%.

Неопределенность оценок выбросов  $\text{CH}_4$  от производства метанола полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 55%.

*Производство этилена*

Неопределенность оценок выбросов CO<sub>2</sub> от производства этилена зависит от неопределенности коэффициентов выбросов и неопределенности географического поправочного коэффициента и составляет 32%.

Неопределенность оценок выбросов CH<sub>4</sub> от производства этилена составляет 10%.

*Производство винилхлорида (этилендихлорида/хлористого винила)*

Неопределенность оценок выбросов CO<sub>2</sub> от производства винилхлорида полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 35%.

Неопределенность оценок выбросов CH<sub>4</sub> от производства винилхлорида составляет 10%.

*Производство окиси этилена*

Неопределенность оценок выбросов CO<sub>2</sub> от производства окиси этилена составляет 10%.

Неопределенность оценок выбросов CH<sub>4</sub> от производства окиси этилена полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 60%.

*Производство акрилонитрила*

Неопределенность оценок выбросов CO<sub>2</sub> от производства акрилонитрила полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 60%.

Неопределенность оценок выбросов CH<sub>4</sub> от производства акрилонитрила составляет 10%.

*Производство сажи*

Неопределенность оценок выбросов CO<sub>2</sub> от производства сажи составляет 15%.

Неопределенность оценок выбросов CH<sub>4</sub> от производства сажи полностью определяется неопределенностью коэффициентов выбросов и составляет 85%.

Производство фторсодержащих соединений. 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%.

#### **4.3.4 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.

### **4.4 Металлургия (2.C)**

#### **4.4.1 Обзор**

Для субсектора «Металлургия» проводилась оценка выбросов следующих парниковых газов: CO<sub>2</sub> от производства чугуна, железа прямого восстановления и стали, ферросплавов, первичного алюминия, свинца и цинка; CH<sub>4</sub> от производства окатышей, железа прямого восстановления и ферросплавов; перфторуглеродов CF<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> от производства первичного алюминия. Выбросы CO<sub>2</sub> от производства первичного магния в стране отсутствуют, т.к. в качестве сырья для его производства используется карналлит. Выбросы SF<sub>6</sub> и ГФУ от магниевых литых также отсутствуют.

Результаты расчетов представлены в таблице 4.37.

Кроме того, оценивались выбросы CO, SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> от производства чугуна, проката черных металлов и алюминия, а также выбросов неметановых летучих органических соединений от производства чугуна и проката черных металлов.



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 60,2% от уровня 1990г. В 2013г. суммарный выброс парниковых газов от металлургии составил 86791 Гг CO<sub>2</sub>-эквивалента, что соответствует 69,1% 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 2013г. составил 85,4% общего выброса парниковых газов в металлургической промышленности. Следующим по значению источником парниковых газов в отрасли является производство первичного алюминия (2.С.3). В 2013г. выброс от этого источника составил 10,2% общего выброса. Выброс парниковых газов от производства ферросплавов (2.С.2) в 2013г. составил 4,2% общего выброса. Выбросы парниковых газов от производства свинца и цинка – незначительны и составляют –0,1% и 0,2% суммарного выброса парниковых газов в металлургии.

#### 4.4.2 Методика расчетов

##### Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от производства чугуна и стали (2.С.1)

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> при производстве чугуна и стали проводилась в соответствии с методикой МГЭИК (IPCC, 2006). Для расчета использовался метод второго уровня МГЭИК, предусматривающий раздельную оценку выбросов CO<sub>2</sub> для доменного производства чугуна и для выплавки стали. Отдельно оценивались выбросы CO<sub>2</sub> при производстве железа прямого восстановления по методу уровня 3 (IPCC, 2006). По методу уровня 1 оценивались выбросы CO<sub>2</sub> от производства окатышей, а также выбросы CH<sub>4</sub> от производства агломерата и железа прямого восстановления.

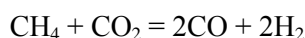
*Производство чугуна.* Эмиссия CO<sub>2</sub> от производства чугуна оценивалась по формуле 4.9 (IPCC, 2006). Содержание углерода в коксе (83%) и в руде (0%) принимались по умолчанию (IPCC, 2000). Содержание углерода в чугуне составляет по данным Министерства промышленности и торговли – 4,3%.

При производстве чугуна и стали, в РФ в качестве восстановителя на подавляющем большинстве предприятий используется кокс. Единственное исключение – Оскольский электрометаллургический комбинат и Лебединский ГОК, где 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 – 2014) 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 4.38. В 2012 – 2013 гг. используются данные Росстата о расходе кокса на всю металлургию. Это связано с существенным уменьшением удельного расхода кокса на производство чугуна.

*Производство железа прямого восстановления.* Железо прямого восстановления на ОЭМК производится с использованием способа Midrex, 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:



На Лебединском ГОКе для производства железа прямого восстановления используются технологии HYL и Midrex.

Таблица 4.37

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

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства окатышей, чугуна, стали и железа прямого восстановления												
102568	67253	75299	83874	81812	88088	87549	82853	76003	82890	83057	79803	74001
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства ферросплавов												
2848	1732	2435	2834	3117	3443	3482	3321	2737	3595	3868	3907	3845
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства алюминия												
4880	4794	5342	5922	6001	6245	6644	7005	6369	6574	6454	6685	6112
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства свинца												
29	14	26	33	33	42	51	58	62	67	65	67	58
Выбросы CO <sub>2</sub> от производства цинка												
180	107	153	151	127	147	157	163	141	155	159	161	141
Всего CO <sub>2</sub>												
<b>110505</b>	<b>73900</b>	<b>83256</b>	<b>92813</b>	<b>91090</b>	<b>97965</b>	<b>97884</b>	<b>93401</b>	<b>85312</b>	<b>93281</b>	<b>93603</b>	<b>90622</b>	<b>84158</b>
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства чугуна, стали и железа прямого восстановления												
74	74	87	101	100	108	105	101	94	101	103	104	104
Выбросы CH <sub>4</sub> от производства ферросплавов												
17	11	19	20	20	24	24	23	20	24	28	28	27
Всего CH <sub>4</sub>												
<b>92</b>	<b>85</b>	<b>106</b>	<b>121</b>	<b>120</b>	<b>132</b>	<b>129</b>	<b>124</b>	<b>114</b>	<b>125</b>	<b>130</b>	<b>132</b>	<b>131</b>
Выброс CF <sub>4</sub> от производства алюминия												
13080	11697	8477	5766	5521	4838	4350	4131	2862	3125	2823	2865	2982
Выброс C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> от производства алюминия												
2011	1738	1328	752	688	598	517	511	345	368	327	317	294
Всего ПФУ												
<b>15091</b>	<b>13436</b>	<b>9804</b>	<b>6517</b>	<b>6209</b>	<b>5436</b>	<b>4867</b>	<b>4642</b>	<b>3207</b>	<b>3493</b>	<b>3150</b>	<b>3182</b>	<b>3275</b>
Всего												
<b>125688</b>	<b>87420</b>	<b>93166</b>	<b>99451</b>	<b>97419</b>	<b>103532</b>	<b>102880</b>	<b>98166</b>	<b>88632</b>	<b>96899</b>	<b>96883</b>	<b>93936</b>	<b>87564</b>

Расчет выбросов проводился по формуле 4.11 (IPCC, 2006). Использовались национальные данные о содержании углерода в природном газе (14,836 т С/ТДж) и данные предприятий о среднем содержании углерода в железе прямого восстановления и удельном потреблении природного газа для прямого восстановления железа.

Данные о производстве железа прямого восстановления и среднем удельном потреблении природного газа приводятся в таблице 4.39. Среднее содержание углерода в железе прямого восстановления составляет от 1,1 до 1,7%.

Таблица 4.38

## Оценка удельного потребления кокса в черной металлургии

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

Таблица 4.39

*Производство железа прямого восстановления и средний удельный расход природного газа в России.*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство железа прямого восстановления, тыс. тонн	1683	1678	1919	3099	3203	3251	3240	4571	4603	4703	5151	5174	5332
Удельный расход природного газа, мЗ/т жпв	365,9	341,4	325,2	323,0	319,5	319,3	315,4	315,1	317,5	315,7	314,5	314,1	313,2

*Производство стали.* Оценка выбросов  $\text{CO}_2$  при производстве стали основана на изменении содержания углерода в продукции при производстве стали из чугуна, металлургических окатышей и стального лома. Кроме того, учитывалось сгорание углеродных электродов при производстве электростали (формула 4.9, (IPCC, 2006)).

По данным Министерства промышленности и торговли Российской Федерации содержание углерода в чугуне и стали составляет 4,3% и 0,25% соответственно. При расчете выбросов  $\text{CO}_2$  от производства стали использовались эти значения. Удельный расход электродов в электропечах принят равным 2,3 кг/т электростали, что соответствует национальным условиям производства электростали в Российской Федерации.

При оценке выбросов  $\text{CO}_2$  использовались данные Росстата о количестве передельного (идущего на производство стали) чугуна и о производстве стали и электростали. 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 – 2014). Статистические данные приводятся в таблице 4.40

При оценке выбросов  $\text{CO}_2$  от производства стали по методу уровня 2 МГЭИК учитывается также горячебрикетированное железо, произведенное на Лебединском ГОКе и использованное в Российской Федерации для производства стали.

Отдельно оценивались выбросы  $\text{CO}_2$  от производства электростали на ОЭМК по методу уровня 3 МГЭИК на основании данных предприятия о производстве стали, потреблении металлургических окатышей, стального лома и углеродных электродов, содержании углерода в сырье и конечной продукции.

*Производство окатышей.* Выбросы  $\text{CO}_2$  от производства окатышей оценивались по методике уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006) по формуле 4.8. В расчетах использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 0,03 т  $\text{CO}_2$ /тонну произведенных в стране окатышей, и данные Росстата об объемах производства окатышей (таблица 4.40).

*Выбросы  $\text{CH}_4$  от производства агломерата и железа прямого восстановления.* Выбросы  $\text{CH}_4$  от производства агломерата и железа прямого восстановления оценивались по методике уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006) по формулам 4.12 и 4.14. В расчетах использовались коэффициенты выбросов по умолчанию, равные 0,07 кг  $\text{CH}_4$ /тонну агломерата и 1 кг  $\text{CH}_4$ /ТДж природного газа, использованного при производстве железа прямого восстановления. Данные Росстата об объемах производства агломерата представлены в таблице 4.40.

Кроме оценки выбросов  $\text{CO}_2$ , проведена оценка выбросов  $\text{NO}_x$ ,  $\text{HMLIOCS}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$  от доменного и прокатного производства. Оценка проводилась по методике (IPCC, 1996). В расчетах использовались коэффициенты выбросов по умолчанию для различных стадий доменного и прокатного производства (таблица 4.41) и данные Росстата о выпуске чугуна и проката, которые приводятся в таблице 4.40.

Таблица 4.40

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство чугуна	59387	39758	44584	50427	49175	52362	51516	48275	43979	48010	47986	50459	49945
В том числе передельного чугуна	55812	38494	43352	49109	47930	50947	50171	47152	43552	47584	47453	50064	49551
Экспорт передельного чугуна	2549	2889	3691	5546	5132	6101	5805	5449	4630	4039	4409	4105	4100
Импорт передельного чугуна	–	174	2,2	7,8	2,5	1,3	6,7	7,7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Производство стали	89622	51589	59150	65646	66262	70816	72370	68711	59803	66844	68114	70392	68862
В том числе электростали	13361	6619	8711	11572	13604	16269	19543	20020	16158	19122	20488	19964	19510
Производство проката черных металлов	63737	39035	46712	53701	54661	58215	59612	56664	51857	57708	59510	60036	59169
Производство окатышей	28000	26467	30761	34457	35708	38418	38536	34636	33456	37376	38428	39005	39416
Производство агломерата	42264	42264	49593	57034	56717	61142	59395	56937	52923	57108	57855	58759	58750

Таблица 4.41

*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

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

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства ферросплавов проводилась по методике уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Выбросы рассчитывались 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 4.42.

Данные об объемах производства металлического кремния в 1990-1999 гг. получены от исследовательской группы «Инфолайн». В 2000-2013 гг. использованы данные Росстата.

Для расчета выбросов использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (IPCC, 2006): 1,5 т.СО<sub>2</sub>/т ферромарганца, 2,5 т. СО<sub>2</sub>/т ферросилиция 45%, 1,6 т СО<sub>2</sub>/т. феррохрома, 1,4 т СО<sub>2</sub>/т. силикомарганца, 5,0 т СО<sub>2</sub>/т. металлического кремния.

Таблица 4.42

## Производство ферросплавов в России, тыс. т

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ферросплавы доменные	281	82,5	91,8	114,4	110,1	141,3	157,8	155,5	87,8	174,9	148,3	161,1	180,6
Ферросилиций, в пересчете на 45% содержание кремния	633	372	672	724	742	892	896	846	765	899	1031	1048	1021
Феррохром 60% <sup>1)</sup>	476	354	294	454	584	554	528	490	378	527	517	493	471
Силикомарганец 92%	–	–	–	–	–	40,8	72,2	83,4	114,7	156,1	149,5	164,2	167,5
Ферросиликохром 40% (товарный)	16,4	76,7	91,0	83,4	85,4	80,2	90,6	66,5	43,1	54,8	59,3	56,3	57,8
Металлический кремний	48	41	63	61	58	56	57	57	24	50	58	58	58

<sup>1)</sup> С 2010г. – феррохром

Оценка выбросов  $\text{CH}_4$  от производства ферросилиция и металлического кремния выполнялась по методике уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Использовались коэффициенты выбросов по умолчанию: 1,2 кг  $\text{CH}_4$ /тонну металлического кремния и 1,0 кг  $\text{CH}_4$ /тонну ферросилиция.

Выбросы  $\text{CO}_2$ , ПФУ от производства алюминия (2.С.3)

**Выбросы  $\text{CO}_2$ .** Оценка выбросов  $\text{CO}_2$  от производства алюминия производилась по методике уровня 1 (IPCC, 2006). Использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию: 1,7 т  $\text{CO}_2$ /т выплавленного алюминия для производства с использованием технологии Содерберга, и 1,6 т  $\text{CO}_2$ /т алюминия для технологии с предварительно обожженными анодами (IPCC, 2006).

В кадастре выбросов 2015г. использовались данные ОК «РУСАЛ» об объемах выплавки первичного алюминия в 1990-2013 гг. по технологиям Содерберга и предварительно обожженных анодов. Данные по выплавке первичного алюминия в период 1990-2013 гг. приводятся в таблице 4.45 по данным федеральной статистики (Российский... 1998, 2004-2014 Промышленность... 2005,2012).

Данные о производстве первичного алюминия с применением различных технологий на алюминиевых заводах компании «РУСАЛ» приводятся в таблице 4.46.

**Выбросы ПФУ.** Оценка выбросов перфторуглеродов  $\text{CF}_4$  и  $\text{C}_2\text{F}_6$  от производства первичного алюминия выполнена с использованием методики уровня 2 (IPCC, 2006). Расчет был выполнен на основе данных об объемах производства алюминия, используемой технологии, частоте и средней продолжительности анодных эффектов, предоставленных компанией «РУСАЛ». Для 2006-2013 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, 2006).

Данные о частоте и продолжительности анодных эффектов в 1990-2005 гг. отсутствуют для Красноярского алюминиевого завода, но известно, что удельные выбросы  $\text{CF}_4$  и  $\text{C}_2\text{F}_6$  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.

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>22</sup> и расчеты выбросов ПФУ от производства алюминия на одном из крупнейших предприятий отрасли – Красноярском алюминиевом заводе (КрАЗ). Определены значения углового коэффициента для  $CF_4$  и весовое соотношение содержания  $C_2F_6/CF_4$  в выбросах для технологий, применяемых на КрАЗе. Эти данные (табл. 4.43) были использованы для оценки выбросов по методике уровня 3b (IPCC, 2000).

Результаты сопоставления расчетов по методике уровня 3b и 2 приводятся в таблице 4.44. Оценки выбросов ПФУ по методу уровня 2 и методу уровня 3b различаются более чем в 2 раза, причем оценки по уровню 3b дают меньшие значения, чем оценки по уровню 2.

В свою очередь, оценки по методике уровня 2, основывающиеся на данных предприятий, дают существенно более низкие значения выбросов ПФУ, чем оценки по уровню 1, основанные на данных о выплавке алюминия и коэффициентах выбросов МГЭИК «по умолчанию» – в 4 раза для  $CF_4$  и в 6-7 раз для  $C_2F_6$ .

Таблица 4.43

Данные измерений на Красноярском алюминиевом заводе в 2006-2007 гг.

	Диапазон значений частоты анодных эффектов/ванно-сутки	Диапазон значений продолжительности анодных эффектов, минуты	Угловой коэффициент для $CF_4$	Весовое соотношение содержания $C_2F_6/CF_4$
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS) и точечным питанием глиноземом	0,32-1,30	1,20-2,85	0,032	0,044
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS) без точечного питания глиноземом	0,50-2,50	1,79-7,15	0,053	0,054
Электролизеры с предварительным обжигом анодов с центральной загрузкой и точечным питанием глиноземом	0,29-0,46	1,81-2,42	0,133	0,050

Таблица 4.44

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

	$CF_4$		$C_2F_6$	
	2006	2007	2006	2007
Метод уровня 3b	555	405	46	31
Метод уровня 2	1030	931	102	92

Таблица 4.45

Производство первичного алюминия в России, % к предыдущему году

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Объем производства	103,0	104,0	103,0	104,0	102,0	102,0	106,0	105,8	91,1	98,4	89,9	98,5	89,5

<sup>22</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 Фурье-спектрометра.

Таблица 4.46

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

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом (VSS)	74,4	72,8	69,1	66,4	66,0	66,5	63,8	61,2	63,2	61,9	62,0	62,3	66,1
Электролизеры Содерберга с боковым токоподводом (HSS)	15,8	13,8	13,8	13,2	13,0	12,6	12,0	11,4	6,8	7,3	7,8	7,1	4,3
Электролизеры с предварительным обжигом анодов без применения АПГ и периферийной загрузки (SWPB)	9,8	13,4	15,6	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,0	2,1	2,3	2,0	0,2
Электролизеры с предварительным обжигом анодов с применением АПГ и центральной загрузкой (CWPB)	–	–	1,5	17,7	18,4	18,3	21,8	25,1	28,0	28,7	27,9	28,6	29,3

Выбросы CO<sub>2</sub>, гексафторида серы и ГФУ при производстве магния (2.С.4)

В России производство магния и его сплавов сосредоточено исключительно в Уральском регионе и осуществляется на двух предприятиях – АО «АВИСМА Березниковский титано-магниевый комбинат» и АО «Соликамский магниевый комбинат». Оба предприятия используют карналлитовое сырье, поэтому выбросы CO<sub>2</sub> от производства первичного магния в России отсутствуют.

В настоящем кадастре оценка выброса SF<sub>6</sub> рассматривается с учетом информации, полученной на предприятиях-производителях магниевых сплавов и в отраслевых научно-исследовательских организациях. Согласно этим данным, в период 1990-2013 гг. SF<sub>6</sub> и ГФУ в России в условиях производства не использовались для литья магния и его сплавов. В настоящем кадастре для выбросов SF<sub>6</sub> и ГФУ в период 1990-2013гг. принята оценка NO (не происходят).

Выбросы CO<sub>2</sub> от производства свинца (2.С.5)

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства свинца выполнялась в соответствии с методикой уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Использовался коэффициент выбросов по умолчанию, равный 0,52 т CO<sub>2</sub>/тонну продукции. Данные Росстата о производстве свинца представлены в таблице 4.47.

Выбросы CO<sub>2</sub> от производства цинка (2.С.6)

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от производства цинка выполнялась в соответствии с методикой уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006).

Производство первичного цинка в Российской Федерации в настоящее время осуществляется на двух предприятиях: ОАО «Челябинский цинковый завод», а также на заводе «Электроцинк», входящем в Уральскую горно-металлургическую компанию. До 2003 г. первичный цинк производился также на ООО «Беловский цинковый завод», но доля его в национальном производстве цинка была незначительна (от 0,5% до 4%).

На ОАО «ЧЦЗ» и заводе «Электроцинк» используется схема гидрометаллургического извлечения цинка, при использовании которой существенных неэнергетических выбросов CO<sub>2</sub> от производства цинка не образуется. Но при подготовке цинкового раствора для электролиза часть цинка (14 – 20% по данным Челябинского цинкового завода) извлекается из цинкового кека в вельц-печах. Поэтому при расчете выбросов CO<sub>2</sub> от производства цинка гидрометаллургическим способом для 17% объема производства используется коэффициент выбросов по умолчанию для вельц-печей, равный 3,66 т CO<sub>2</sub>/тонну цинка. Для оценки выбро-

сов  $\text{CO}_2$  от производства цинка на «Беловском цинковом заводе» используется коэффициент выбросов по умолчанию, равный 1,72 т  $\text{CO}_2$ /тонну цинка.

Данные Росстата о производстве цинка представлены в таблице 4.47.

Таблица 4.47

*Производство свинца и цинка в России, % к предыдущему году*

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство свинца	87	107	98	104	96	127	132	87	89	107	98	103	87
Производство цинка	88	121	104	95	89	114	108	101	86	117	101	101	88

#### 4.4.3 Оценка неопределенностей

В субсекторе 2.С 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 около 10%, неопределенность значений углеродного содержания кокса – 10% (IPCC, 2006), неопределенность содержания углерода в чугуне и стали (национальные значения) – 5%. Неопределенность данных Росстата о производстве чугуна и стали – 3%. Неопределенность оценки выбросов двуокси углерода от чугунолитейного производства составляет около 15%.

Неопределенность оценки выбросов  $\text{CO}_2$  от производства стали составляет – около 6,5%.

*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 25% (IPCC, 2006). Суммарная неопределенность оценки выбросов от производства ферросплавов по результатам расчетов составляет около 20%.

*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, 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 – 2013 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%.

*Производство свинца.* Неопределенность данных о производстве свинца составляет 10% (IPCC, 2006), неопределенность коэффициента выбросов по умолчанию – 50%. Неопределенность



оценки выбросов полностью определяется неопределенностью, связанной с использованием коэффициента выбросов по умолчанию, и составляет 50%.

*Производство цинка.* Неопределенность данных о производстве цинка составляет 10% (IPCC, 2006), неопределенность коэффициента выбросов по умолчанию для отдельных способов производства – 20%. Неопределенность оценки выбросов – около 22%.

#### 4.4.4 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.

### 4.5 Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива

#### 4.5.1 Обзор

Для субсектора «Использование растворителей и неэнергетических продуктов» проводилась оценка выбросов CO<sub>2</sub> от использования смазочных материалов и твердых парафинов.

Результаты оценки представлены в таблице 4.50.

В 2013г. суммарный выброс CO<sub>2</sub> от субсектора составил 1250 Гг или 45,3% от уровня выбросов 1990 г.

Основным источником выбросов CO<sub>2</sub> является использование смазочных материалов (2.D.1) – 91% от суммарного выброса от субсектора. Выбросы CO<sub>2</sub> от использования твердых парафинов существенно меньше (9%).

Кроме того выполнялась оценка выбросов НМЛЮС от производства асфальтовых кровельных покрытий, использования асфальта для дорожных покрытий и использования растворителей.

#### 4.5.2 Методика расчетов.

##### Выбросы CO<sub>2</sub> от использования смазочных материалов (2.D.1)

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от использования смазочных материалов выполнялась в соответствии с методикой уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Раздельно оценивались выбросы от смазочных масел и консистентных смазок. Расчеты выполнялись по формуле 5.2 с использованием значений углеродного содержания и коэффициента окисления при использовании (ОПИ) по умолчанию.

При оценке выбросов CO<sub>2</sub> от использования смазочных материалов предполагалось, что суммарный объем их потребления в стране равен объему производства – экспорт + импорт. Использовались данные Росстата о производстве смазочных материалов и консистентных смазок. Данные об объемах экспорта и импорта в 1996-2013 гг. получены из базы данных Федеральной Таможенной Службы. При оценке выбросов предполагалось, что объемы экспорта и импорта в 1990 – 1995 гг были такими же, как в 1996 г. Данные о производстве смазочных материалов, их экспорте и импорте представлены в таблице 4.48

Таблица 4.48

*Производство, экспорт и импорт смазочных материалов в России, тыс. тонн*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Нефтяные смазочные масла													
Производство	4971	2550	2647	2877	2778	3034	2820	2784	2428	2716	2628	2572	2628
Экспорт	504	504	737	909	1028	1101	1114	1158	1295	1379	1225	987	1105
Импорт	62	62	83	147	167	195	256	290	232	317	371	422	394
Смазки пластичные и суспензии для нанесения смазочных покрытий													
Производство	41	41	46	34	33	33	25	20	15	10	14	11	39

##### Выбросы CO<sub>2</sub> от использования твердых парафинов (2.D.2).

Оценка выбросов CO<sub>2</sub> от использования парафинов выполнялась в соответствии с методикой уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006). Расчеты выполнялись по формуле 5.4 с использованием значений углеродного содержания и коэффициента окисления при использовании (ОПИ) по умолчанию.

При оценке выбросов CO<sub>2</sub> от использования парафинов предполагалось, что суммарный объем их потребления в стране равен объему производства – экспорт + импорт. Использовались данные Росстата о производстве парафинов. Данные об объемах экспорта и импорта в 1996-2013 гг. получены из базы данных Федеральной Таможенной Службы. При оценке выбросов предполагалось, что объемы экспорта и импорта в 1990 – 1995 гг. были такими же, как в 1996 г. Данные о производстве парафинов, их экспорте и импорте представлены в таблице 4.49

Таблица 4.49

*Производство, экспорт и импорт парафинов в России, тыс. тонн*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство	150	150	196	183	198	224	224	192	197	274	253	216	242
Экспорт	12	12	8,9	35	30	32	35	30	32	25	29	24	24
Импорт	1,1	1,1	1,2	0,7	0,6	0,9	0,7	0,6	0,6	1,0	0,9	0,8	0,6

Таблица 4.50

*Выбросы CO<sub>2</sub> от использования смазочных материалов и твердых парафинов, Гг*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Использование смазочных материалов	2676	1249	1182	1252	1135	1259	1161	1133	807	976	1048	1185	1136
Использование твердых парафинов	82	82	111	88	99	114	112	96	97	147	133	114	129
Всего	2758	1331	1293	1340	1234	1373	1272	1229	904	1124	1180	1298	1265

*Выбросы НМЛОС от производства асфальтовых кровельных покрытий (2.D.3)*

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. Оксиленный 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, продувается (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 – 2013 гг. учитывается суммарное количество нефтебитума строительного, кровельного, изоляционного и аналогичного. Суммарные данные об объемах производства приводятся в таблице 4.51.

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

*Выбросы НМЛОС от использования асфальта для дорожных покрытий (2.D.3)*

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 оцениваются 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 4.52

Таблица 4.51

*Производство битумов нефтяных строительных, кровельных, изоляционных и аналогичных в России, тыс. т*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2987	1010	1036	986	916	870	928	722	613	719	764	783	762

Таблица 4.52

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

Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон (холодные), тыс.т												
1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
		704	475	535	551	792	1007	316	249	305	316	471
Нефтебитум дорожный жидкий, тыс. т												
1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
7665	3955	3785	3374,3	3208,5	3657,1	4239,9	4596,9	3470,2	4059,0	4657,8	5269,4	5033,0
Оценка объемов производства холодных асфальтобетонных смесей, тыс. т												
1990	1995											
1313	677											

#### Выбросы НМЛОС от использования растворителей (2.D.3)

*Использование красителей.* 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 (ЕЕА, 2005). В этом методе используется средний коэффициент выбросов неметановых летучих органических соединений на душу населения, рассчитанный для европейских стран. Для оценки выбросов НМЛОС от использования 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 1990-2013 гг. (табл. 4.54).

*Обезжиривание и химическая чистка.* Выбросы неметановых летучих органических соединений от использования растворителей для обезжиривания и химической чистки оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве ЕМЕП/CORINAIR (ЕЕА, 2005). В этом методе используется средний коэффициент выбросов неметановых летучих органических соединений на душу населения, рассчитанный для европейских стран. Для оценки выбросов НМЛОС от использования растворителей для обезжиривания и химической чистки использовался коэффициент выбросов, равный 0,85 кг НМЛОС /на душу населения/ в год (табл. 8.1.1 руководства ЕМЕП/CORINAIR) и данные Росстата о численности населения Российской Федерации в 1990-2013 гг. (табл. 5.3).

*Полиграфическая промышленность, использование клеев и адгезивов, бытовое использование растворителей и прочие виды использования растворителей.* Выбросы неметановых летучих органических соединений от этой категории источников оценивались по упрощенному методу, описанному в руководстве ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (ЕЕА, 2005). Коэффициенты выбросов НМЛОС, использованные в расчетах, приводятся в таблице 4.53.

Таблица 4.53

*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

Таблица 4.54

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

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Численность	147,7	148,5	146,9	144,3	143,8	143,2	142,8	142,8	142,7	142,8	142,9	143,0	143,3

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

Таблица 4.55

*Выбросы НМЛОС от использования растворителей, Гг*

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Использование красителей	665	668	661	649	647	645	643	643	642	643	643	644	645
Обезжиривание и химическая чистка	126	126	125	123	122	122	121	121	121	121	121	122	122
Прочие	982	988	977	960	956	953	950	949	949	950	950	951	953
Всего	1772	1782	1763	1732	1726	1719	1714	1713	1713	1714	1714	1717	1720

Результаты оценки выбросов НМЛОС от субсектора «Использование растворителей и не-энергетических продуктов из топлива» представлены в таблице 4.56.

Таблица 4.56

Выбросы НМЛОС от субсектора «Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива», Гг

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство асфальтовых кровельных покрытий	7,2	2,4	2,5	2,4	2,2	2,1	2,2	1,7	1,5	1,7	1,8	1,9	1,8
Использование асфальта для дорожных покрытий	420	217	225	152	171	176	253	322	101	79	97	101	151
Использование красителей	665	668	661	649	647	645	643	643	642	643	643	644	645
Обезжиривание и химическая чистка	126	126	125	123	122	122	121	121	121	121	121	122	122
Прочие	982	988	977	960	956	953	950	949	949	950	950	951	953
Всего	2200	2001	1991	1886	1899	1897	1969	2037	1884	1795	1814	1820	1873

#### 4.5.3 Оценка неопределенностей

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

- использование смазочных материалов;
- использование парафинов;

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

Неопределенность исходных данных Росстата и ФТС о производстве, экспорте и импорте смазочных материалов и парафинов составляет 5%(IPCC, 2006). Неопределенность значения углеродного содержания по умолчанию – 5% (IPCC, 2006), неопределенность коэффициента ОПИ по умолчанию – 100%(IPCC, 2006). Неопределенность оценки выбросов CO<sub>2</sub> от использования смазочных материалов и парафинов полностью определяется неопределенностью коэффициента ОПИ и составляет 100%.

#### 4.5.4 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.

### 4.6 Электронная промышленность.

#### 4.6.1 Обзор

Для этого субсектора проводилась оценка выбросов перфторуглеродов, которые используются во многих процессах современной электронной промышленности. Результаты этой оценки представлены в таблице 4.57.

Выбросы перфторуглеродов от субсектора невелики и в 2013 г. составили 9,7 Гг CO<sub>2</sub> эквивалента.

Таблица 4.57

Выбросы ПФУ от электронной промышленности, Гг CO<sub>2</sub> экв.

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ПФУ-14												
-	0,68	4,28	-	5,87	-	0,39	33,47	3,90	1,52	-	1,90	1,44
ПФУ-218												
-	1,63	10,22	-	14,04	-	0,93	79,99	9,31	3,62	-	4,55	3,44
ПФУ-318с												
19,51	0,76	17,00	47,82	24,64	17,86	33,69	29,29	32,73	13,03	29,80	8,22	4,81
Итого ПФУ												
19,51	3,07	31,50	47,82	44,55	17,86	35,00	142,75	45,95	18,17	29,80	14,66	9,69

#### 4.6.2 Методика расчетов

##### Выбросы от использования ПФУ в электронной промышленности (2.Е)

Выбросы оценивались по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2000) на основе данных о потреблении ПФУ в электронной промышленности на уровне страны. Расчет проводился по формулам 3.31 и 3.32 (IPCC, 2000). Использовались коэффициенты выбросов по умолчанию. Исходные данные, необходимые для оценок выбросов в соответствии с «Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г.» (IPCC, 2006), в настоящее время отсутствуют.

Предполагалось, что в электронной промышленности России используется 100% ПФУ-218, потребляемого в стране, и 16% ПФУ-318 (Академия конъюнктуры промышленных рынков, 2007).

Данные о потреблении ПФУ в стране представлены в таблице 4.59.

#### 4.6.3 Оценка неопределенностей

Неопределенность оценки выбросов ПФУ в электронной промышленности может достигать 100%.

#### 4.6.4 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.

### 4.7 Использование фторированных заменителей ОРВ

#### 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) и в других областях применения (2.F.6). Результаты этой оценки приводятся в таблице 4.58.

Выбросы от субсектора «Использование галоидоуглеводородов и гексафторида серы» в 2013г. составили 9896 Гг CO<sub>2</sub>-эквивалента, что в 1304 раза больше выбросов в этом субсекторе в 1990г. Основным источником выбросов является «Кондиционирование воздуха и охлаждение» (2.F.1). Его доля в 2013г. составила 87,8% суммарных выбросов в этом субсекторе. Следующими по значимости источниками выбросов ГФУ и ПФУ являются противопожарная защита, использование ГФУ в аэрозолях и дозированных ингаляторах, а также использование ГФУ во вспененных пластиках, с долей выбросов в 2013г. 5,7%, 3,8%, 2,7% соответственно.

На долю ГФУ приходится 98,7% выбросов от субсектора. Доля выбросов ПФУ составляет 1,3%.

Таблица 4.58

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Системы кондиционирования воздуха и охлаждения													
ГФУ-23	-	-	-	111,30	156,98	198,61	218,82	212,99	224,76	281,28	293,47	349,55	331,11
ГФУ-32	-	-	0,33	8,34	12,40	23,25	32,61	39,45	44,58	56,07	121,84	178,62	238,92
ГФУ-125	-	-	5,31	138,30	238,44	398,23	595,71	748,96	802,12	1016,83	1605,77	2085,87	2521,09
ГФУ-134a	-	21,14	97,91	351,34	518,41	748,44	1116,79	1581,56	1757,72	2039,33	2553,62	3193,65	3691,34
ГФУ-152a	-	-	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,19
ГФУ-143a	-	-	6,08	146,82	283,06	458,04	671,47	841,14	874,14	1097,78	1460,41	1729,31	1906,15
Итого ГФУ	-	-	<b>109,64</b>	<b>756,09</b>	<b>1209,30</b>	<b>1826,56</b>	<b>2635,41</b>	<b>3424,10</b>	<b>3703,35</b>	<b>4491,31</b>	<b>6035,12</b>	<b>7537,02</b>	<b>8688,80</b>
ПФУ-218	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,30	3,21	2,73
Пенообразователи													
ГФУ-134a	-	-	5,41	390,63	470,12	595,84	138,37	135,12	104,85	175,08	207,30	245,85	251,38
ГФУ-152a	-	-	-	27,98	34,97	41,97	8,16	9,33	6,16	8,92	10,24	12,79	13,33
ГФУ-227ea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,03	4,22	4,01	4,58
Итого ГФУ	-	-	<b>5,41</b>	<b>418,60</b>	<b>505,09</b>	<b>637,80</b>	<b>146,53</b>	<b>144,45</b>	<b>111,01</b>	<b>193,03</b>	<b>221,76</b>	<b>262,65</b>	<b>269,30</b>
Противопожарная защита													
ГФУ-125	-	-	9,48	49,68	84,58	120,40	146,03	198,93	231,73	260,77	321,62	368,69	397,09
ГФУ-227ea	-	-	0,11	2,08	3,69	5,76	8,60	12,30	14,84	19,67	24,43	31,51	38,56
Итого ГФУ	-	-	<b>9,59</b>	<b>51,77</b>	<b>88,27</b>	<b>126,16</b>	<b>154,63</b>	<b>211,23</b>	<b>246,57</b>	<b>280,44</b>	<b>346,06</b>	<b>400,20</b>	<b>435,66</b>
ПФУ-318c	7,59	14,85	41,01	67,69	75,91	81,34	92,82	102,35	113,03	115,84	125,11	125,80	125,16
Аэрозоли													
ГФУ-134a	-	-	42,90	85,80	96,53	107,25	117,98	128,70	128,70	128,70	128,70	128,70	128,70
ГФУ-152a	-	-	-	-	-	-	6,20	6,20	0,65	16,78	38,62	76,47	92,44
ГФУ-227ea	-	-	-	15,30	27,13	37,28	48,92	65,25	63,85	77,77	101,96	126,25	151,45
Итого ГФУ	-	-	42,90	101,10	123,66	144,53	173,09	200,15	193,20	223,25	269,27	331,43	372,59
Другие виды использования													
ГФУ-227ea	-	-	-	0,11	0,19	0,28	0,41	0,58	0,66	0,92	1,12	1,47	1,77
Итого от использования ГФУ, ПФУ.													
	<b>7,59</b>	<b>35,98</b>	<b>208,55</b>	<b>1395,35</b>	<b>2002,41</b>	<b>2816,67</b>	<b>3202,89</b>	<b>4082,86</b>	<b>4367,82</b>	<b>5304,78</b>	<b>7001,74</b>	<b>8661,77</b>	<b>9896,00</b>

## 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 и ПФУ рассчитывались по формуле 7.1 (IPCC, 2006). Данные об экспорте, импорте ГФУ (в том числе смесевых хладагентов) и ПФУ в 1996-2013 гг. получены на основании анализа статистических данных

внешней торговли РФ. Данные об экспорте, импорте и производстве галоидоуглеводородов приводятся в таблицах 4.59 и 4.60.

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 2004-2013 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 2015г. 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-134а, ГФУ-404а, ГФУ-407с, ГФУ-410а, 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 хладагеновых 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 существенных объемах продолжает использоваться ГХФУ-22 и смеси на его основе. Его доля на рынке хладагентов 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.

По методу уровня 2a 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:



#### 4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД)

«Аристон-Индезит-Стинол» г.Липецк (ГФУ-134а не используется с 2013г.), «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 1996-2013 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 4.61.

Таблица 4.59

##### Производство, экспорт и импорт ГФУ и ПФУ, т

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>ГФУ-23</b>													
производство		0,04	0	32,58	28,61	29,69	15,48	20,27	4,18	4,89	3,14	0	0
экспорт			4,8	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0,04
импорт			0	9,12	18,26	19,24	22,60	0	28,64	62,85	37,69	75,15	25,55
<b>ГФУ-125</b>													
производство			189,00	1041,71	1222,70	577,53	363,76	815,27	815,27	234,82	401,46	72,84	0
экспорт			150,72	764,78	845,28	117,73	38,50	152,08	644,66	168,77	16,28	0,04	1,98
импорт			0	0	135,08	74,70	73,21	131,43	353,06	413,71	556,98	689,59	510,91
<b>ГФУ-152a</b>													
производство	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
экспорт			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт			0	0	0	0	100,00	0	10,56	260,08	362,78	870,68	620,26
<b>ГФУ-227ea</b>													
производство	0	0	0	23,49	15,40	4,97	0	27,95	27,95	0	0	0	0
экспорт			2,12	0	0	0	0	0	0	0	0	5,70	0,00
импорт			0	0	21,30	41,02	62,52	54,28	31,45	113,11	113,06	172,70	168,95
<b>ПФУ-14</b>													
производство	31,56	72,24	372,87	157,06	246,60	257,32	394,56	332,02	132,02	65,05	85,84	0	68,42
экспорт			678,46	136,51	220,29	266,01	338,85	280,36	104,39	43,87	77,10	17,09	42,32
импорт			0,00	0	0,03	2,36	1,01	5,43	0,58	4,59	12,49	12,17	7,15
<b>ПФУ-218</b>													
производство	5,75	0,51	17,00	66,51	16,20	15,20	18,09	54,70	64,00	87,80	72,40	6,00	45,60
экспорт			14,18	70,16	12,27	21,48	17,80	29,54	62,20	92,23	80,69	9,59	44,56
импорт			0,40	0	0,48	0	0	0	1,13	5,57	0,50	5,02	0,04
<b>ПФУ-318c</b>													
производство	46,92	1,70	62,20	197,83	114,96	133,93	143,97	112,47	89,41	17,10	60,70	39,58	43,30
экспорт			24,00	90,37	59,59	93,80	134,06	70,74	16,26	63,68	124,39	114,85	181,60
импорт			0	0	0,003	0	65,81	44,09	56,42	32,33	140,60	93,74	114,12

Таблица 4.60

## Импорт и экспорт ГФУ и хладоновых смесей, т

	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>ГФУ-134a</b>											
экспорт	0,07	0,31	0,20	0,00	0,06	2,08	0,46	1,05	0,94	0,40	0,12
импорт	221,33	943,42	892,92	1552,27	1909,02	1803,90	1287,75	2333,49	2761,00	3273,33	3266,01
<b>ГФУ-143a</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	3,52	28,61	41,05	0	0,7	0	0	0	0	0
<b>R-401a</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	1,05	0	0	0	0	0	7,91	0	0	0	0
<b>R-402a</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	2,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>R-402b</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>R-404a</b>											
экспорт	0,41	0	1,72	0	0,20	1,13	0	0	0	0,13	0
импорт	52,75	474,10	363,74	871,90	757,63	874,64	784,33	1707,61	1490,50	2224,77	1584,55
<b>R-407a</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	22,08	0	0	0	0	0	0	0
<b>R-407c</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	4,85	76,83	10,52	129,40	119,55	35,74	100,62	80,50	134,39	135,30	161,84
<b>R-408a</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>R-410a</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0
импорт	0	15,87	3,15	116,00	155,04	61,24	34,03	186,83	256,08	289,75	535,44
<b>R-413a</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	0	27,69	3,39	0
<b>R-507</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,18
импорт	2,44	1,10	12,18	9,15	49,28	25,74	30,82	165,01	362,09	347,19	300,96
<b>R-510</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	2,66	0	0	0	0
<b>Смесь ГФУ-365mcf и ГФУ-227ea</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	285,12	54,72	36,48	48,72
<b>Смесь ГФУ-134a и ГФУ-152a</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,01	19,34
<b>Готовые смеси для холодильной техники</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	336,70	97,70	269,90	232,57	599,34	0	0	932,81	1783,98
<b>Сжиженный газ для холодильной техники (без наименования)</b>											
экспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
импорт	0	0	0	0	919,51	701,73	0	1064,51	1499,28	1307,12	1559,89

Таблица 4.61

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Производство бытовых холодильников и морозильников <sup>1)</sup>	3773,8	1788,6	1326,8	2589,2	2778,5	2994,7	3539,2	3728,0	2811,1	3557,1	4100,3	4302,1	4128,0
В том числе с использованием ГФУ-134а <sup>2)</sup>	0	7,4	806,0	1557,4	1579,7	1709,4	1871,5	1888,3	1313,9	1836,8	703,4	537,6	399,6
Экспорт бытовых холодильников с ГФУ-134а <sup>2)</sup>	0	0	81,0	279,8	354,8	498,1	506,9	424,5	291,1	103,8	31,7	50,4	55,0

<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 дополнение к оценке банка ГФУ-134а в бытовых холодильниках, произведенных в России, 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 2015г. 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 4.62. 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 2013 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, дополнительно учитывались выбросы от импортных кондиционеров, установленных в автомобилях российского производства. В Российской Федерации имеется производство автомобильных кондиционеров на ГФУ-134а, которое тоже было учтено при оценке выбросов 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 4.63.

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 2015г. 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 4.64.

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).

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).

Таблица 4.62

Использование хладагентов в разных типах нового климатического оборудования, %

	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Мобильные моноблоки</b>											
ГФУ-410а	–	–	–	2,0	6,0	21,2	45,3	58,0	62,9	76,0	79,0
ГФУ-407с	–	61,0	74,6	87,0	82,8	66,6	44,7	37,0	26,0	24,0	21,0
ГХФУ-22	100,0	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	11,0	11,6	10,5	8,4	6,5	5,9	7,0	87,3	97,0	100,0
ГФУ-407с	–	0,5	-	-	0,1	0,01	0,01	-	-	-	-
ГХФУ-22	94,2	88,5	88,4	89,5	91,5	93,5	94,1	93,0	12,7	3,0	-

4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД)

Продолжение таблицы 4.62

<b>Полупромышленные сплит-системы</b>											
ГФУ-410a	–	5,6	7,5	7,6	7,9	21,7	26,2	13,3	71,2	93,0	100,0
ГФУ-407c	–	2,4	0,7	0,3	-	-	-	-	-	-	-
ГХФУ-22	100,0	92,0	91,8	92,1	92,1	78,3	73,8	86,7	28,8	7,0	-
<b>Мультисплит-системы</b>											
ГФУ-410a	–	11,3	23,1	53,8	52,0	60,5	86,5	86,5	88,0	100,0	100,0
ГФУ-407c	–	2,4	–	–	–	–	–	–	–	-	-
ГХФУ-22	100,0	86,3	76,9	46,2	48,0	39,5	13,5	13,5	12,0	-	-
<b>Мини-VRF</b>											
ГФУ-410a	–	55,0	84,2	91,4	88,6	85,7	84,0	84,0	88,0	96,0	100,0
ГФУ-407c	–	37,5	4,8	0,4	–	–	–	–	–	-	-
ГХФУ-22	–	7,5	11,0	8,2	11,4	14,3	16,0	16,0	12,0	4,0	-
<b>Компрессорно-конденсаторные агрегаты</b>											
ГФУ-410a	–	–	–	2,0	11,0	3,0	12,0	27,0	39,0	45,0	50,0
ГФУ-407c	10,0	83,0	86,0	87,0	82,0	91,0	82,0	71,0	58,0	55,0	50,0
ГХФУ-22	90,0	17,0	14,0	11,0	7,0	6,0	6,0	2,0	3,0	-	-
<b>Чиллеры</b>											
ГФУ-410a	–	0,5	0,4	2,3	6,9	7,5	10,0	25,9	25,9	24,4	23,4
ГФУ-407c	10,0	66,7	59,6	57,3	38,1	27,2	25,5	21,7	18,9	25,2	20,6
ГФУ-134a	25,0	22,7	30,8	31,7	47,5	63,2	61,6	51,1	54,7	50,4	56,0
ГХФУ-22	65,0	10,1	9,1	8,7	7,5	2,2	2,9	1,3	0,5	-	-

Таблица 4.63

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Парк автомобилей с кондиционером на ГФУ-134a, тыс. шт.	–	102,0	351,1	1128,3	1738,6	2664,3	4191,2	6185,0	6759,0	7870,2	9818,1	12084,1	14156,4
Объем затрат ГФУ-134a для обслуживания автомобильных кондиционеров, т	–	11,74	45,66	157,92	238,33	398,45	644,05	981,62	1088,14	1495,24	2055,81	2653,56	2984,32

Таблица 4.64

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

	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Автономное коммерческое холодильное оборудование российского производства</b>												
ГФУ-404a	–	2	12	17	21	24	29	37	42	58	65	67
ГФУ-134a	–	9	21	23	26	27	28	30	33	37	35	33
ГХФУ-22	100	89	67	60	53	50	43	33	25	5	–	–
<b>Импортное автономное коммерческое холодильное оборудование</b>												
ГФУ-404a			13,0	18,6	23,2	25,8	31,0	38,0	40,0	42,0	51,0	59,0
ГФУ-134a		26,8	71,8	75,6	74,1	72,6	68,0	61,0	58,0	55,0	45,0	37,0
ГХФУ-22	100	73,2	14,4	4,9	1,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–
ГФУ-507			0,7	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	4,0

Промышленные системы с выносным холодом												
ГФУ-404a		3,6	37,3	48,5	57,0	60,0	63,0	66,0	72,0	81,0	82,0	82,0
ГФУ-134a	4,0	16,0	18,0	14,0	12,0	10,0	9,0	6,5	4,0	3,0	4,0	4,0
ГФУ-507			0,2	1,0	3,0	6,0	7,0	8,5	15,5	16,0	14,0	14,0
ГХФУ-22	96,0	80,4	44,5	36,6	28,0	24,0	21,0	19,0	8,5	0,0	0,0	0,0

Выбросы от использования ГФУ в качестве пенообразователя (2.F.2)

Выбросы от этого приложения оценивались по методу уровня 1a 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.

В кадастре выбросов парниковых газов 2015 г. по рекомендации Группы экспертов РКИК ООН по обзору национальных кадастров выполнен учет выбросов ГФУ от использования импортированных в РФ вспененных пластиков с закрытыми порами. ГФУ-134a может быть использован при производстве следующих вспененных пластиков: экструдированный пенополистирол и жесткий пенополиуретан. Данные о внешней торговле РФ вспененным полистиролом и пенополиуретаном получены из базы данных Федеральной Таможенной службы и приводятся в таблице 4.65. Доля экструдированного пенополистирола в общем объеме внешней торговли вспененным полистиролом составляет около 50% (Российский рынок пенополистирольной и пенополиуретановой теплоизоляции, ABARUS Market Research, 2010).

Для производства вспененных пластиков используются различные пенообразователи. Согласно НДК Австрии (2013 г.) доля ГФУ-134a на рынке экструдированного пенополистирола составляла до 2006 г. – 15%. После 2006 г. использование ГФУ в ЕС было запрещено. Учитывая то, что значительная доля импорта поступает в РФ из стран ЕС (более 70% пенополистирола и около 50% пенополиуретана), считаем, что до 2006 г. 20% экструдированного пенополистирола и 10% жесткого пенополиуретана, импортированного в РФ, содержали ГФУ-134a. После 2006 г. доля импортированных вспененных пластиков с ГФУ-134a снижается вдвое. Содержание ГФУ-134a в жестком пенополиуретане составляет 3%, в экструдированном пенополистироле – 6,5% (НДК Австрии, 2013).

Таблица 4.65

*Внешняя торговля вспененным полистиролом и жестким пенополиуретаном, тонны*

	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Импорт пенополиуретана	2007,8	176,9	96,3	149,2	317,4	512,8	410,1	486,7	565,5	817,0	713,0
Экспорт пенополиуретана	1270,6	1317,9	1516,5	897,7	242,2	315,5	4,2	2,7	9,9	16,8	3,3
Импорт пенополистирола	6024,5	8111,9	4163,8	6268,5	5692,3	3222,2	1754,1	1923,1	2634,5	3002,0	2985,0
Экспорт пенополистирола	616,6	1556,6	1506,2	1904,0	2483,8	3783,5	3230,2	2237,5	1481,5	1101,5	1320,0

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.

довании. 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).

В кадастре выбросов парниковых газов 2015 г. по рекомендации Группы экспертов РКИК ООН по обзору национальных кадастров выполнен учет выбросов ГФУ-125 и ГФУ-227ea от использования импортированных в РФ установок автоматического газового пожаротушения.

Данные по внешней торговле системами автоматического газового пожаротушения в 2008 – 2011 гг. взяты из Маркетингового исследования рынка автоматических установок пожаротушения (Research Techart, 2012). ГФУ-125 и ГФУ-227ea используются в РФ после 1996 г. В 2008 -2011 г. была определена доля автоматических систем газового пожаротушения в общем объеме внешней торговли огнетушителями (данные Федеральной таможенной службы). Это позволило оценить объемы внешней торговли автоматическими системами газового пожаротушения в 1997-2007, 2012-2013 гг. Данные о внешней торговле огнетушителями и системами автоматического газового пожаротушения представлены в таблице 4.66

Таблица 4.66

*Внешняя торговля огнетушителями и модулями автоматического газового пожаротушения в Российской Федерации*

	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Импорт модулей автоматического газового пожаротушения, шт.	538 <sup>*)</sup>	246 <sup>*)</sup>	338 <sup>*)</sup>	653 <sup>*)</sup>	866 <sup>*)</sup>	977	577	345	457	497 <sup>*)</sup>	588 <sup>*)</sup>
Экспорт модулей автоматического газового пожаротушения, шт.	307 <sup>*)</sup>	251 <sup>*)</sup>	259 <sup>*)</sup>	219 <sup>*)</sup>	248 <sup>*)</sup>	230	76	0	0	0	0
Импорт огнетушителей, шт.	179365	492376	675510	1306078	1731306	1899021	337738	114281	45731	130967	154650
Экспорт огнетушителей, шт.	153341	125614	129508	109347	124076	107915	71757	65083	90968	86968	42825

<sup>\*)</sup> оценка по общему объему внешней торговли огнетушителями

Доля ГФУ-систем (40%), в том числе доля заполненных ГФУ-систем (25%), определялась на основе анализа случайной выборки таможенных сделок 2011 г. Средний объем модуля системы (80 литров) и коэффициенты заполнения (0,929 для ГФУ-125 и 1,15 для ГФУ-227ea) получены на сайтах компаний-импортеров систем автоматического газового пожаротушения.

Выбросы от использования ГФУ в аэрозолях (2.F.4)

Выбросы оценивались по методу уровня 1a 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 2008-2013 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).

#### **4.7.3 Оценка неопределенностей**

В субсекторе 2.F оценка неопределенностей выбросов ГФУ и ПФУ проводилась по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006) для следующих источников:

- использование заменителей ОРВ в охлаждении и кондиционировании воздуха (метод уровня 2а);
- использование заменителей ОРВ для вспенивания (метод уровня 1а/б);
- использование заменителей ОРВ для противопожарной защиты (метод уровня 1а/б);
- использование заменителей ОРВ в аэрозолях (метод уровня 1а/б);
- использование заменителей ОРВ в других областях (метод уровня 1а/б).

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

Предполагалось, что для разгруппированных методов (метод уровня 2а) неопределенность данных о деятельности составляет 5%, неопределенность коэффициентов выбросов и других параметров расчета может достигать 25%. Для данных о деятельности, сгруппированных на уровне приложения, неопределенность составляет 10%, а неопределенность коэффициентов выбросов и других параметров расчета – 50%.

И в том и в другом случае неопределенность оценки выбросов определяется значением неопределенности коэффициентов выбросов и других параметров расчета. Для оценок по методу уровня 2а неопределенность составляет 25%, а для оценок по методу уровня 1а/б – 50%.

#### **4.7.3 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.

#### **4.8 Производство и использование других продуктов.**

##### **4.8.1 Обзор**

Для субсектора «Производство и использование других продуктов» проводилась оценка выбросов SF<sub>6</sub> от электрооборудования, а также выбросов N<sub>2</sub>O от использования N<sub>2</sub>O в анестезии.

Результаты оценки представлены в таблице 4.67.



#### 4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД)

В 2013г. суммарный выброс парниковых газов от субсектора составил 792 Гг или 144,3% от уровня выбросов 1990 г. Рост выбросов связан с существенным ростом использования элегазового электрооборудования в энергетике

Основным источником выбросов парниковых газов в субсекторе по-прежнему остается использование  $N_2O$  в анестезии (2.G.3a) – 70% от суммарного выброса от субсектора. Доля выбросов  $SF_6$  от использования  $SF_6$  в электрооборудовании (2.G.1) в 2013 г. составила 30%.

Таблица 4.67

*Выбросы парниковых газов от производства и использования других продуктов, Гг  $CO_2$  – экв.*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Выбросы $SF_6$ от электрооборудования												
9,0	18,5	28,0	49,2	88,5	102,7	120,1	131,8	134,6	153,0	199,5	216,6	235,6
Выбросы $N_2O$ от использования $N_2O$ в анестезии												
539,9	491,9	502,6	514,1	511,3	511,4	520,4	522,6	536,0	543,0	548,8	551,2	556,2
Всего												
548,8	510,3	530,7	563,3	599,8	614,1	640,5	654,4	670,6	696,1	748,3	767,8	791,9

#### 4.8.2 Методика расчетов.

Выбросы  $SF_6$  от использования гексафторида серы в электротехническом оборудовании (2.G.1)

Выбросы оценивались по методу уровня 1 МГЭИК (IPCC, 2006) на основе данных о суммарной паспортной емкости элегазового электротехнического оборудования.

Оценка выбросов от производства электротехнического оборудования не выполнялась из-за отсутствия данных. Выбросы от установки оборудования были учтены при расчете выбросов от эксплуатации. Выбросы от удаления оборудования в отходы отсутствуют, т.к. элегазовое электрооборудование используется в стране с 1989 г., и срок его эксплуатации не превышает 35 лет (IPCC, 2006).

Для оценки выбросов использовался коэффициент выбросов, равный 2% от банка  $SF_6$ , накопленного в существующем электротехническом оборудовании, что существенно больше коэффициентов выбросов, установленных по нормам ТУ (1% до 2011 г., 0,5% в настоящее время). Предполагалось, что повышенный коэффициент выбросов позволяет учесть выбросы от производства и установки оборудования.

Использование элегазового оборудования в электрических сетях РАО «ЕЭС России» началось в 1989г. Данные по общему количеству  $SF_6$  в оборудовании, собранные Министерством промышленности и энергетики РФ (2001-2006 гг.), Министерством энергетики в 2007-2013 гг., полученные в результате интерполяции (1990-2000) приводятся в таблице 4.68.

В кадастре учтено использование  $SF_6$  в элегазовом электрооборудовании на Оскольском электрометаллургическом комбинате и на атомных электростанциях ОАО «Концерн Энергоатом». Эти данные также представлены в таблице 4.68.

Таблица 4.68

*Общее количество  $SF_6$  в электротехническом оборудовании, т*

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Электросети РАО «ЕЭС России»	4,2	25,0	45,8	91,0	177,0	207,3	243,6	265,4	267,9	297,4	387,1	421,7	458,9
ОЭМК	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	16,9	16,9	16,9
АЭС ОАО «Концерн Энергоатом»	–	–	0,1	1,5	1,6	2,4	4,2	7,9 <sup>1)</sup>	11,7	22,6 <sup>1)</sup>	33,5	36,3	40,9

Выбросы  $N_2O$  от использования  $N_2O$  в анестезии (2.G.3a)

Выбросы оценивались исходя из предположения, что весь использованный в медицине  $N_2O$  выделяется в атмосферу в ходе проведения наркоза. Таким образом, выброс  $N_2O$  равен его потреблению. Данные об использовании  $N_2O$  не собираются статистикой, поэтому для проведения оценки, использовались данные о ежегодной потребности медицинских учреждений в  $N_2O$ , предоставленные Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации для 1997-2000 гг.. Для тех лет, для которых эти данные отсутствуют, потребность в  $N_2O$  оценивалась исходя из количества сделанных в этом году хирургических операций (принималось, что потребность в  $N_2O$  пропорциональна общему числу хирургических операций, выполненных в медицинских стационарах (Здравоохранение, 1996, 2001, 2006)). Число операций за 2005 – 2013 гг. получено из базы данных Росстата (табл. 4.69).

Таблица 4.69

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

Годы	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Количество операций	9223	8403	8587	8782	8735	8736	8891	8928	9157	9277	9375	9417	9503

#### 4.8.3 Оценка неопределенностей

Неопределенность оценки выбросов  $SF_6$  от использование гексафторида серы в электро-техническом оборудовании оценивается в пределах  $\pm 60\%$ .

Неопределенность оценки выбросов  $N_2O$  от использования  $N_2O$  в анестезии оценивается в пределах  $\pm 40\%$ .

#### 4.8.4 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.

### 4.9 Другие производства (2.H)

#### 4.9.1 Обзор

В субсекторе «Другие производства», в соответствии с методикой, предложенной в «Пересмотренных Руководящих принципах национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996» (IPCC, 1996), оценивались выбросы неметановых летучих органических соединений в целлюлозно-бумажной (2.H.1), пищевой промышленности и в производстве алкогольных напитков (2.H.2). Результаты представлены в таблице 4.71.

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

#### 4.9.2 Методика расчетов

Выбросы НМЛОС  $NO_x$ ,  $CO$  и  $SO_2$  от целлюлозно-бумажной промышленности (2.H.1)

Оценка выбросов НМЛОС,  $NO_x$ ,  $CO$  и  $SO_2$  от целлюлозно-бумажной промышленности проводилась по методике МГЭИК (IPCC, 1996). В расчетах использовались статистические данные об объемах производства целлюлозы, а также данные об объемах производства целлюлозы способом сульфатной варки, полученные из базы данных Росстата. Данные о производстве целлюлозы приводятся в таблице 4.70.

Используются коэффициенты выбросов по умолчанию из «Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК» (IPCC, 1996)

#### 4. Промышленные процессы и использование продукции (Сектор 2 ОФД)

(таблицы 2.23, 2.24), равные: 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 выбросов SO<sub>2</sub> равен 30 кг/ тонну сухой целлюлозы.

Таблица 4.70

Производство целлюлозы в России, тыс. т

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего	7525	4197	4960	5922	6001	6008	5973	5913	5487	5687 <sup>1)</sup>	5888	5992	5715
в том числе по способу сульфатной варки	4689	2917	3833	4600	4731	4817	4886	4827	4597	4772 <sup>2)</sup>	4908	4989	4771

<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

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

Для пищевой промышленности проводилась оценка выбросов НМЛОС от производства сахара, маргарина, мяса, птицы, рыбы, хлеба и хлебобулочных изделий. В расчетах использовались коэффициенты выбросов по умолчанию (табл. 2.26 Руководства (IPCC, 1996)). Оценка проводилась на основе объемов производства пищевой продукции по статистическим данным (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004 – 2014). Коэффициенты выбросов НМЛОС в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.72. Данные Росстата об объемах производства в пищевой промышленности приводятся в таблице 4.73.

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 – 2014). 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 1990-2013 гг. приводятся в таблице 4.74.

Таблица 4.71

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

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Пищевая промышленность	206,3	127,1	139,8	122,3	129,4	130,5	134,7	130,2	118,8	113,5	135,9	117,7	113,1
Производство алкогольных напитков	210,9	185,8	187,2	207,2	203,2	186,3	203,9	191,1	178,3	166,1	147,7	167,4	147,7
Целлюлозно-бумажная промышленность	17,3	10,8	14,2	17,0	17,5	17,8	18,1	17,9	17,0	17,7	18,2	18,5	17,7
Суммарный выброс НМЛОС	434,6	323,7	341,2	346,6	350,1	334,6	356,7	339,1	314,1	297,2	301,8	303,5	278,4

Таблица 4.72

*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 4.73

*Производство отдельных видов пищевой продукции в России*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Сахар-песок и сахар-рафинад/с 2010г. сахар белый свекловичный и тростниковый в твердом состоянии, тыс. т</i>												
4835	3281	6148	4881	5643	5869	6169	5937	5087	4750	7124	5322	4959
<i>Товарная пищевая рыбная продукция, включая консервы рыбные/с 2010г. рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные, млн. т</i>												
4,3	2,4	3,0	3,0	3,4	3,5	3,8	3,7	3,9	3,6	3,6	3,7	3,8
<i>Мясо, включая субпродукты 1 категории/с 2010г. мясо и субпродукты пищевые убойных животных и домашней птицы, тыс. т</i>												
6484	2370	1194	1776	1857	2185	2561	2899	3380	3957	4250	4747	5321
<i>Колбасные изделия, тыс. т</i>												
2283	1293	1052	1865	2014	2198	2411	2454	2238	2439	2486	2521	2502
<i>Мясные полуфабрикаты/с 2010г. полуфабрикаты мясные (мясосодержащие) охлажденные, подмороженные и замороженные, тыс. т</i>												
1075	268	244	772	987	1093	1254	1451	1538	1624	1934	2254	2504
<i>Консервы мясные и мясорастительные/с 2010г. консервы мясные (мясосодержащие) и мясорастительные., млн. усл. банок (1 усл. банка = 353 мл)</i>												
545	348	508	523	674	648	675	718	732	671	652	690	693
<i>Маргаиновая продукция, тыс. т</i>												
808	198	462	560	642	664	752	762	693	437	433	473	456
<i>Хлеб и хлебобулочные изделия, млн. т</i>												
18,2	11,3	9,0	8,2	8,0	7,8	7,8	7,5	7,2	7,3	7,1	7,0	6,8

Таблица 4.74

Производство алкогольных напитков в России, млн. декалитров

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Пиво <sup>1)</sup>	336	213	516	838	910	1001	1147	1140	1091	984	994	975	889
Вина <sup>2)</sup>	84,1	31,0	33,7	55,5	48,9	65,8	76,3	75,1	73,7	79,1	73,6	64,7	67,8
Коньяки <sup>3)</sup>	5,9	0,9	1,7	3,9	4,5	6,4	8,1	9,9	12,6	9,0	8,1	9,8	7,4
Водка и ликеро-водочные изделия	138	123	123	135	132	120	131	122	113	106	93,9	107	94,3

<sup>1)</sup> с 2010г. - пиво, кроме отходов пивоварения, с 2012 г. включая напитки, изготавливаемые на основе пива (пивные напитки)

<sup>2)</sup> до 2009г. вина виноградные, плодовые, шампанские и игристые, с 2013 г. - винодельческая продукция

<sup>3)</sup> с 2010г. - коньяк

#### 4.9.3 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.

## 5. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО (Сектор 3 ОФД)

### 5.1 Обзор по сектору

В 2013 году суммарные выбросы парниковых газов от аграрного сектора Российской Федерации составили 131 813 тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв., что соответствует 41,9% уровня 1990 года (314 826 тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв.). В 2013 году вклад закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) в общие сельскохозяйственные выбросы был выше (57,3%) вклада метана ( $\text{CH}_4$ ) – 41,2%, вклад  $\text{CO}_2$  не превышает 1,5%. К наиболее значимым источникам в аграрном секторе РФ относятся прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (56 554 тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв.) и выбросы  $\text{CH}_4$  при внутренней ферментации домашних животных (49 614 тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв.). В течение периода 1990-2013 гг. прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель сократился на 52,8%, а выброс метана от процессов внутренней ферментации животных на 60,6%.

Снижение выбросов парниковых газов связано с уменьшением поголовья сельскохозяйственных животных в сельском хозяйстве страны (рис. 5.1), а также сокращением посевных площадей в стране (рис. 5.2) и норм вносимых минеральных удобрений (рис. 5.3), как результат экономических преобразований аграрного сектора и страны в целом. В целом поголовье скота сократилось на 58,9% и птицы – на 24,2% по сравнению с уровнем 1990 года (по состоянию на 01.01.1990 и 01.01.2013 соответственно). Площадь культивируемых земель в России за период с 1990 по 2013 год уменьшилась на 31,2% или 41,4 млн. га. Внесение минеральных азотных удобрений сократилось на 72,5%, что соответствует снижению поступления азота в сельскохозяйственные почвы на 3,1 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  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$  и методологий их оценки за 2013 год в аграрном секторе Российской Федерации от следующих источников:

- внутренняя ферментация домашних животных (категория 3А МГЭИК) – использованы национальные методы, соответствующие уровню 2 для коров, крупного рогатого скота и свиней; метод уровня 1 для остальных видов животных;
- системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (категории 3В1 и 3В2) – при оценке выброса  $\text{CH}_4$  использованы национальные методы, соответствующие уровню 2 для коров, крупного рогатого скота и свиней; метод уровня 1 для остальных видов животных; – при оценке выброса  $\text{N}_2\text{O}$  использованы методы уровня 1, национальные пересчетные коэффициенты и коэффициенты выбросов по умолчанию;
- рисовые поля (категория 3С) – использован метод уровня 1;
- прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (категория 3Д1) – использован национальный метод (оценка выброса от растительных остатков); метод уровня 2 (оценка выброса от минеральных удобрений) и методы уровня 1 с набором национальных пересчетных параметров для остальных подкатегорий;
- косвенный выброс закиси азота от сельскохозяйственных земель (категория 3Д2) – использованы методы уровня 1;
- выбросы  $\text{CO}_2$  при известковании и внесении мочевины (категория 3G-I) – использованы методы уровня 1.

Результаты оценок выбросов в секторе «Сельское хозяйство» для 1990, 1995, 2000-2013 гг. приведены в таблице 5.1.

Учитывая, что саванны не встречаются на территории Российской Федерации, а сжигание пожнивных остатков на сельскохозяйственных полях законодательно запрещено, расчет по категориям МГЭИК 3Е (Контролируемое сжигание саванн) и 3F (Сжигание растительных остатков на полях) не производился (подробнее см. раздел 5.9 настоящего доклада). Для остальных категорий сельского хозяйства оценка выбросов парниковых газов выполнена по методике Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006г. (Руководящие принципы..., 2006) и Приложение к руководящим указаниям

МГЭИК 2006г. по водно-болотным угодьям (Wetland supplement..., 2014) с использованием национальных коэффициентов и национальных методологий расчета (см. ниже).

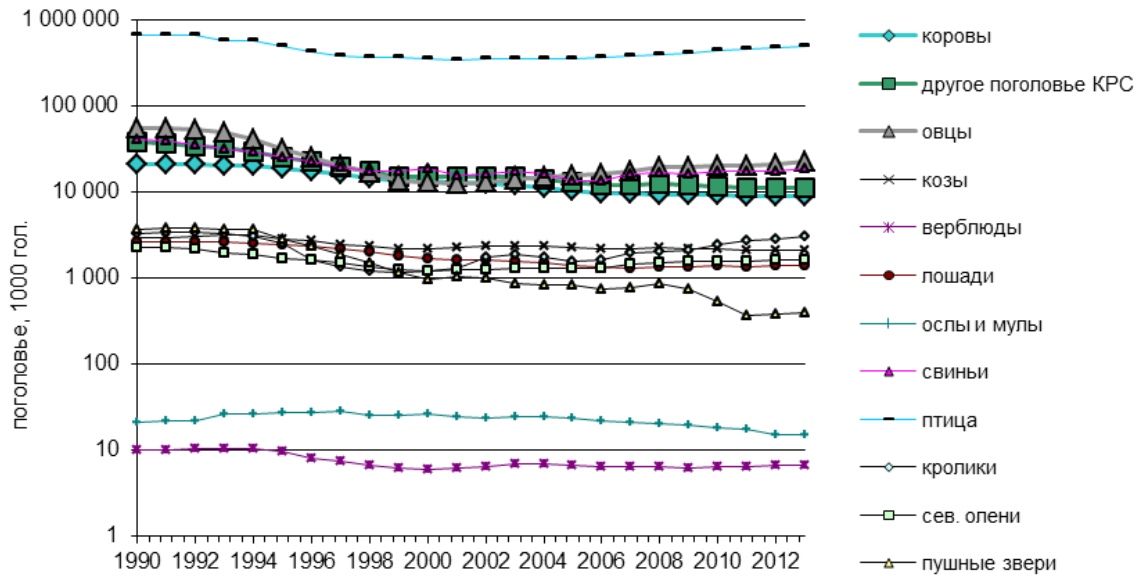


Рисунок 5.1 – Поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий (на 1 января), тыс. голов. Изменение поголовья указано в процентах к 1990 году

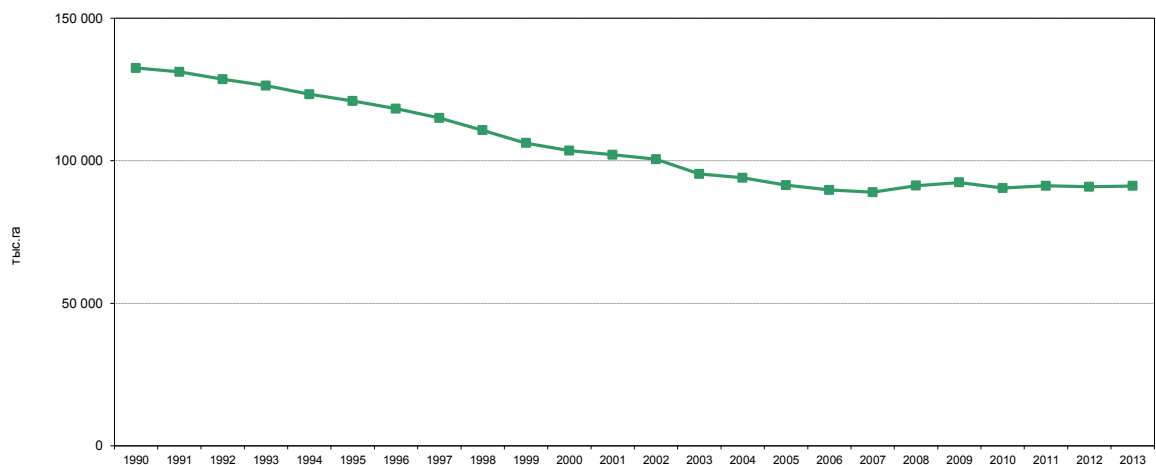


Рисунок 5.2 – Культивируемые земли в России (посевные площади, пар и многолетние насаждения)

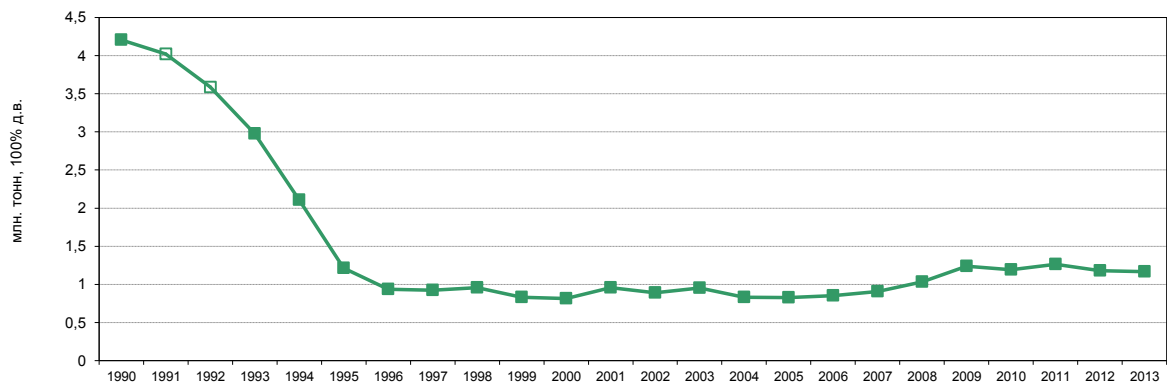


Рисунок 5.3 – Внесение минеральных азотных удобрений в почвы

Ведение сельскохозяйственной деятельности может сопровождаться изменениями запаса почвенного углерода, а, следовательно, и выбросами (абсорбцией) углекислого газа (CO<sub>2</sub>). В соответствии с рекомендациями МГЭИК выбросы CO<sub>2</sub> от сельскохозяйственных почв рассматриваются в инвентаризации сектора землепользования, изменения в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) (см. главу 6 настоящего доклада).

Таблица 5.1

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

Годы	Источники								Всего*
	Внутренняя ферментация, CH <sub>4</sub>	Системы сбора и хранения навоза			Рисовые поля, CH <sub>4</sub>	Почвы		Выбросы CO <sub>2</sub> при известковании и внесении мочевины	
		CH <sub>4</sub>	Прямой выброс, N <sub>2</sub> O	Косвенный выброс, N <sub>2</sub> O		Прямой выброс, N <sub>2</sub> O	Косвенный выброс, N <sub>2</sub> O		
1990	126068,0	10675,8	12424,2	8720,5	855,7	119770,4	25246,8	11064,2	314825,6
1995	90763,8	7156,5	8443,7	5864,3	503,7	75572,5	14158,3	2862,6	205325,5
2000	58041,4	4577,4	5371,0	3795,8	519,7	66987,6	11603,6	1626,3	152522,7
2001	59309,7	4518,7	5441,9	3840,8	453,1	63793,8	10943,7	1622,0	149923,6
2002	59252,5	4460,4	5509,4	3893,2	438,5	62423,8	10701,1	1643,0	148322,0
2003	57456,4	4458,1	5455,3	3868,8	457,7	61796,4	10523,9	1669,3	145685,8
2004	55559,8	4223,4	5244,4	3699,6	392,3	60919,0	10317,9	1736,0	142092,3
2005	51966,1	3778,8	4916,8	3441,0	431,0	58926,2	9836,5	1734,2	135030,6
2006	49465,2	3722,4	4806,9	3367,8	489,6	58926,1	9861,8	1885,8	132525,6
2007	50373,8	3915,9	5037,8	3543,0	488,0	58484,3	9854,0	1859,1	133555,9
2008	51347,9	4005,7	5224,9	3659,5	495,5	56815,6	9679,8	1768,8	132997,8
2009	51123,8	3917,7	5214,8	3644,2	557,8	57208,5	9831,0	1662,4	133160,4
2010	49015,6	3864,1	5170,6	3608,3	622,6	61537,6	10771,3	1866,8	136456,9
2011	48160,2	3919,9	5047,8	3512,8	643,8	57438,4	9878,7	1920,9	130522,4
2012	49597,3	4042,0	5275,7	3671,5	616,9	60658,0	10654,0	2016,4	136531,7
2013	49613,7	4109,6	5399,1	3757,3	580,5	56548,1	9790,4	2005,5	131804,0

\* сумма по строкам может не совпадать со значениями «всего» в связи с округлением

## 5.2 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 8,8 тыс. организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства. В расчете на каждое из них приходится 4,1 тыс. га посевных площадей, 700 голов крупного рогатого скота, 1391 голова свиней, 159 голов овец и коз. 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 Всероссийской 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.

В соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра РФ в 2013г., представлена информация по методологическим подходам к определению потребления пастбищных кормов животными. Сбор данных о пастбищных кормах в Российской Федерации основан на суммарных данных по количеству травы, которая потребляется животными на пастбищах. Эта величина рассчитывается хозяйствами всех категорий (сельскохозяйственными организациями, фермерскими хозяйствами и хозяйствами населения) на основе единой методологии, утвержденной Росстатом, и учитывает площадь используемых пастбищ; время, проведенное животными на этих пастбищах в течение года; количество животных (по категориям) и продуктивность надземной биомассы пастбищ.

### **5.3 Выбросы $\text{CH}_4$ при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных (3А)**

#### **5.3.1 Характеристика категории**

Согласно (Руководящие принципы..., 2006) выброс метана производится травоядными животными в качестве побочного продукта внутренней ферментации, пищеварительного процесса, в ходе которого микроорганизмы расщепляют углеводы на простые молекулы для их последующего впитывания в кровоток. Количество высвобождаемого метана зависит от типа пищеварительного тракта, возраста и массы животного, а также качества и количества потребляемого корма. Жвачный скот (например, крупный рогатый скот, овцы) является основным источником метана; кроме того, небольшое количество метана производится нежвачными животными (например, свиньями, лошадьми). Строение кишечника жвачных животных способствует более интенсивной внутренней ферментации потребляемого корма.

В настоящем кадастре выбросы метана при внутренней ферментации оценивались для всех видов сельскохозяйственных животных в РФ, включая крупный рогатый скот, свиней, овец, коз, мулов, ослов, лошадей, верблюдов, кроликов, северных оленей, лис, песцов, норок, нутрий и разных видов птицы.

Данные о поголовье скота, пересчетные коэффициенты, а также общий выброс при внутренней ферментации за 2013 год приведены в таблице 5.6 ниже.

Сравнение полученных национальных коэффициентов для коров в течение периода с 1990 по 2013 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 объяс-

няться 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 2013 гг. (коэффициент корреляции за период равен 0,9) – рисунок 5.4. 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.

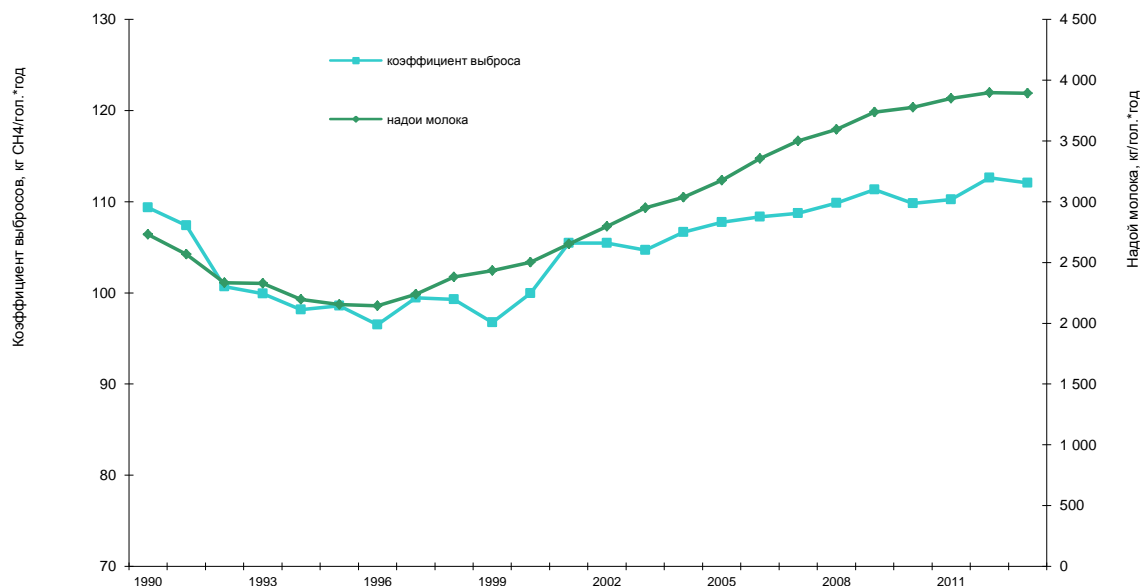


Рисунок 5.4 – Коэффициенты выбросов метана при внутренней ферментации у коров и надой молока

### 5.3.2 Методологические подходы

Исходные данные о поголовье скота и птицы за период с 1990 по 2013 гг., взяты из отчетных материалов, официальных статистических изданий Росстата и официальных данных статистики, приведенных на веб-сайте Росстата (Сельское хозяйство, охота..., 2009, 2011, 2013; Российский статистический ежегодник, 2005-2014; 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 2013г. 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 2013 года поправочные коэффициенты равны соответственно 1,036; 1,013; 1,035 и 1,098. 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 происхо-

дит 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) и свиней оценивался по разработанной национальной методике, которая по сложности и детальности расчетов соответствует Уровню 2 методики МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006).

Среди крупного рогатого скота отдельно рассматривали коров (скот молочного направления) и другое поголовье КРС. Репрезентативные категории скота, согласно (Руководящие принципы.... 2006) включают, как правило, 3 подкатегории: взрослый молочный скот, прочий взрослый скот и молодняк. Однако, в связи с особенностями сбора статистических данных по потреблению кормов животными в течение года, молодняк КРС рассматривался вместе с другим поголовьем КРС (без коров).

Национальная методология оценки базируется на ежегодной статистической информации по потреблению разных видов кормов по категориям сельскохозяйственных животных. Статистическая информация на национальном уровне включает количество потребленных кормовых единиц в целом за год каждой категорией животных в хозяйствах всех категорий и подразделяется на концентрированные корма, комбикорма, грубые корма, сочные корма. Дополнительно статистическая информация представляется по потреблению пастбищных кормов, однако, без подразделения по категориям животных. Поэтому потребление пастбищных кормов отдельными категориями животных было определено как разница между данными по общему потреблению всех видов кормов определенными животными за год и суммой потребления известных видов кормов (концентрированные корма, комбикорма, грубые корма, сочные корма). Для свиней аналогично определяли потребление животных кормов.

В разрезе регионов абсолютные данные по потреблению разных видов кормов (концентрированные корма, комбикорма, грубые корма, сочные корма) по категориям сельскохозяйственных животных отсутствуют. Поэтому в настоящем кадастре для региональных оценок были использованы относительные данные по структуре расхода разных видов кормов по видам скота и птицы в сельскохозяйственных организациях, представляющих долю каждого вида корма в общем потреблении животными (по категориям) энергии за год в каждом регионе. Принято, что структура расхода по сельскохозяйственным организациям соответствует структуре расхода в хозяйствах всех категорий. На основе полученного соотношения видов кормов в годовом рационе скота в регионе и статистических данных по общему потреблению всех видов кормов этими животными в регионе оценивали абсолютные количества потребленных кормов по их видам в каждом регионе. Потребления пастбищных (животных) кормов отдельных категорий животных по регионам были распределены согласно структуре расхода всех видов кормов по видам скота в хозяйствах всех категорий от общей рассчитанной величины потребления пастбищных кормов данной категорией животных в стране.

На основе полученного соотношения видов кормов в годовом рационе скота и статистических данных по суммарному расходу кормов на 1 голову коров, другого поголовья КРС или свиней рассчитывали потребление кормов по их видам в расчете на 1 голову и валовую энергию по уравнению 5.1 в каждом регионе. 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.3.1.1). 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. Известно

(Руководящие принципы..., 2006; стр. 10.24), 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, другого поголовья КРС и свиней.

$$GE = \sum_i (R \cdot (fod_i / totalfod) \cdot FU_i \cdot 18,45), \quad (5.1)$$

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 скота данной категории в год, кормовые единицы;

$fod_i$  – расход кормов определенного вида ( $i$ ) на все поголовье скота данной категории за год, кормовых единиц;

$totalfod$  – общее потребление кормов всех видов поголовьем скота данной категории за год, кормовых единиц;

$FU_i$  – содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества корма определенного вида ( $i$ ), доля;

18,45 – коэффициент преобразования сухого вещества кормов в МДж (Руководящие принципы..., 2006).

Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества корма каждого вида ( $FU_i$ ) рассчитано отдельно для крупного рогатого скота: 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; и для свиней: 1,16±0,25 для концентратов, 1,12±0,17 для комбикормов, 0,58±0,14 для грубых кормов, 0,86±0,19 для сочных кормов и 1,70±0,46 для животных видов кормов.

Коэффициенты выбросов метана при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС для лет 2002-2013 рассчитаны по субъектам РФ на основе дезагрегированных данных Росстата. В Приложении 3.1, в таблицах П.3.1.4 и П.3.1.5 приведены статистические данные о поголовье коров и другого поголовья КРС по субъектам РФ для 2005-2013 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 2002-2010 для выбросов от внутренней ферментации коров составляет 0,995, а для другого поголовья КРС – 0,999 (т.е. региональные коэффициенты дают средневзвешенное среднее чуть ниже, чем расчет по общенациональным данным). 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 5.2. и 5.3. 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 2013 году. В этих таблицах приведен расчет, выполненный по общенациональным статистическим данным, для примера методологии оценки коэффициентов выбросов  $CH_4$ , проведенной для каждой области РФ отдельно.

В таблице 5.4 приведена методология расчета валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2013 год. Расчет выполнен по общенациональным данным.

Таблица 5.2

Расчет валовой энергии коров за 2013г.<sup>1</sup>

Параметры	Всех кор- мов	Концентраты (без комбикормов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на коров в 2013г., тыс. тонн корм. ед.	33380,7	5957,1	2972,3	9844,9	7885,2	6721,2
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе коров, %	100,0	17,85	8,9	29,5	23,6	20,1
Расход кормовых единиц на 1 голову коров в 2013г.	3946,0	704,2	351,4	1163,8	932,1	794,5
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		623,19	358,53	2115,97	1150,77	945,87
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	95835,4	11497,8	6614,9	39039,7	21231,7	17451,2
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, МДж	262,6					
Коэффициент выбросов CH <sub>4</sub> при внут- ренней ферментации, кг CH <sub>4</sub> /гол./год	111,94					
Коэффициент перевариваемости кормов, DE %		80,29	84,37	61,68	66,30	66,12
Средневзвешенное значение коэффициен- та 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. курсивом обозначены статистические данные

Таблица 5.3

Расчет валовой энергии КРС (без коров) за 2013г.<sup>1</sup>

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикормов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Другие корма
Расход кормов на КРС (без коров) в 2013г., тыс. тонн корм. ед.	23614,5	3753,5	1506,7	7059,2	4862,8	6432,3
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе, %	100,0	15,9	6,4	29,9	20,6	27,2
Расход кормовых единиц на 1 голову в 2013г.	2098,0	333,5	133,9	627,2	432,0	571,5
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		295,11	136,59	1140,30	533,37	680,32
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	51396,1	5444,8	2520,1	21038,6	9840,7	12551,9
Валовая энергия в расчете на 1 голову в сутки, МДж	140,8					
Коэффициент выбросов CH <sub>4</sub> при внут- ренней ферментации, кг CH <sub>4</sub> /гол./год	60,03					
Коэффициент перевариваемости кормов, DE %		80,29	84,37	61,68	66,30	66,12
Средневзвешенное значение коэффициен- та перевариваемости кормов, DE %	68,25					

<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.

курсивом обозначены статистические данные

Таблица 5.4

Расчет валовой энергии и коэффициентов перевариваемости для свиней за 2013г.

Параметры	Всех кормов	Концентраты (без комбикормов)	Комбикорма	Грубые корма	Сочные корма	Животные корма
Расход кормов в 2013г., тыс. тонн корм. ед.	13825,0	2915,9	9286,5	26,7	982,0	613,9
Соотношение разных видов кормов в годовом рационе свиней, %	100,0	21,1	67,2	0,2	7,1	4,4
Расход кормовых единиц на 1 голову свиней в 2013г.	714,0	165,4	479,6	1,4	50,7	31,7
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	650,80	142,58	428,22	2,38	58,97	18,65
Валовая энергия в 1 кг сухого веще- ства, МДж		18,45	18,45	18,45	18,45	18,45
Валовая энергия в расчете на 1 голову в год, МДж	12007,3	2630,6	7900,7	43,9	1088,0	344,1
Коэффициент перевариваемости, %	75,14	75,20	77,02	40,27	48,36	90,84

<sup>1)</sup> См. приложение 3.1, таблица П.3.1.2. курсивом обозначены статистические данные

Коэффициент преобразования метана ( $Y_m$ ) для КРС использован по умолчанию для рационов, содержащих менее 90% концентратов (Руководящие принципы..., 2006 (табл. 10.12)) и равен 0,065. 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 10.21 (Руководящие принципы..., 2006).

Для свиней в Руководящих принципах (2006) отсутствует информация по рекомендуемому коэффициенту преобразования метана. Поэтому нами использовано значение, равное 0,6% ( $Y_m=0,006$ ) в соответствии с таблицей А-4б, стр. 4-35, том 3 (Пересмотренные руководящие принципы..., 1997).

В таблице 5.5 приведены результаты расчета региональных коэффициентов выбросов  $CH_4$  при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС по субъектам РФ в 2013 г., а также средневзвешенные значения этих коэффициентов для страны в целом, использованные в настоящем кадастре.

В Приложении 3.1 в таблице П.3.1.6 приведены региональные данные по потребленной валовой энергии кормов коров, в таблице П.3.1.7 – по коэффициентам выброса метана при внутренней ферментации коров, в таблице П.3.1.8 – региональные данные по валовой энергии кормов другого поголовья КРС (без коров) и в таблице П.3.1.9 – коэффициенты выброса метана при внутренней ферментации другого поголовья КРС за 2009-2013 г., в соответствии с рекомендациями отчета по проверке кадастра 2013 года.

Как следует из данных таблицы 5.5, 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.

Минимальное значение коэффициента выброса для коров в 2013 г. получено для республики Калмыкия. Согласно статистической информации, в этой республике почти 100% всех кормов, потребляемых коровами за год, приходится на пастбищные корма, т.е. животные почти круглый год находятся на пастбищах и выпасах. Максимальное значение коэффициента выброса при внутренней ферментации коров получено для Московского региона, средняя масса животных в котором составляет 586 кг (в среднем по стране – 485 кг). Соответственно, общее потребление кормов крупными животными больше (6569 кормовых единиц на голову в год в Московском регионе по сравнению с 3946 кормовых единиц на голову в год в среднем по стране).

Для остального поголовья КРС (без коров) минимальное значение коэффициента в 2013 г. также получено для республики Калмыкия, в которой средняя масса животных является также наименьшей – 308 кг, а в структуре стада преобладает молодняк. По-видимому, это обусловлено климатическими условиями и сложностью долгого содержания животных в течение холодного периода года. Максимальное значение коэффициента выброса – в Тамбовской области – обусловлено преобладанием в рационе животных грубых кормов (около 45% от всех видов кормов по сравнению с 30% в среднем по стране) и заметным снижением доли концентрированных кормов (8% по сравнению с 18% в среднем по стране).

Межгодовые флюктуации средневзвешенных значений коэффициентов выброса метана при внутренней ферментации коров и другого поголовья КРС (без коров) в целом по стране зависят от региональных трендов в развитии животноводческих хозяйств: увеличения/сокращения поголовья, формирования новых крупных хозяйств/увеличения доли частного сектора, а также общей экономической ситуации в регионе, которая отражается на количестве закупленных комбикормов и концентратов. В целом, средневзвешенные коэффициенты по стране имеют увеличивающийся тренд с 2002-2003 гг. (за исключением кризисного 2010 г.) для обеих категорий КРС (см. таблицы в приложении 3.1 – П.3.1.7 и П.3.1.9).



Региональные тренды коэффициентов выброса метана при внутренней ферментации, как правило, имеют положительную тенденцию за 2008-2013 гг. (см. таблицы приложения 3.1 П.3.1.7 и П.3.1.9). В некоторых регионах могут наблюдаться резкие изменения коэффициентов (например, для коров в Псковской области между 2011 и 2012 гг. и в Чукотской автономном округе между 2012 и 2013 гг., для другого поголовья КРС (без коров) в республике Адыгея между 2011 и 2012 гг.). Эти межгодовые изменения полностью подтверждаются статистической информацией по количеству потребленного корма животными в каждом регионе и могут объясняться дополнительным финансированием животноводства местными властями в определенный год.

Тренд коэффициентов выбросов метана при внутренней ферментации свиней в течение 1990-2013 гг. делится на два последовательных этапа: рост коэффициента с 1990 до 2006 г., и затем его постепенное снижение. Первый этап связан, по-видимому, с наращиванием объемов производства и увеличением средней массы свиней в стране. Второй этап характеризуется воздействием изменений в рационе животных: сокращение доли грубых кормов более чем в 2 раза и увеличение доли комбикормов (от 38,5% в 2006 г. до 67,5% в 2013 г.) с более высокой перевариваемостью. Данное пояснение приведено в соответствии с рекомендациями группы экспертов по обзору кадастра 2014 года.

Расчет выбросов метана для всех остальных видов животных и птицы выполнялся в соответствии с методикой МГЭИК Уровень 1 (Руководящие принципы..., 2006). Коэффициенты выброса метана при внутренней ферментации для каждой категории сельскохозяйственных животных соответствуют значениям, приведенным в Руководящих принципах МГЭИК для развитых стран в таблице 10.10 (Руководящие принципы..., 2006). Все коэффициенты выбросов  $\text{CH}_4$  при внутренней ферментации животных в РФ, использованные в кадастре для 2013 года, приведены в таблице 5.5.

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  $\text{CH}_4/\text{гол.} \cdot \text{год}$ . Этот коэффициент разработан в Финляндии для северных оленей бореальной зоны на основе предположения, что олени потребляют сено в течение 150 дней и лишайники – 215 дней. Условия содержания (пастбищное) и кормления северных оленей в России полностью соответствуют вышеназванным. Таким образом, рассматриваемый коэффициент выброса метана при внутренней ферментации у северных оленей был принят как национальный и использован в расчетах. Он хорошо согласуется с коэффициентом по умолчанию (20 кг  $\text{CH}_4/\text{гол.} \cdot \text{год}$ ) из (Руководящие принципы..., 2006) для оленей (табл. 10.10).

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:

$$EF = [(масса норки, кг)/(масса свиньи, кг)]^{0,75} \cdot EF_{\text{свиней}}.$$

А коэффициент для кроликов рассчитывался по данным ослов. Средний вес животных определен на основании (Балакирев и Кузнецов, 2006) и равен: для кроликов 3 кг, норки – 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 2013 год приведены в таблице 5.6.

### 5.3.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Исходная информация по численности животных бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы...,

2006). 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 категории 3А по Уровню 2, были математически рассчитаны по данным, представленным в приложении 3.1. Неопределенность региональных оценок коэффициентов выброса метана при внутренней ферментации КРС и выбросов от навоза этих животных оценивалась по подходу 1. Разработка региональных оценок позволила сократить неопределенность оценки выброса метана от внутренней ферментации от 6,6% до 1,82% в 2013 г.

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

### 5.3.4 Обеспечение и контроль качества

Для обеспечения и контроля качества данной подкатегории применялись общие процедуры Российского национального кадастра, приведенные в соответствующей главе НДК, а также специфичные для сектора сельского хозяйства (см. раздел 5.12 ниже).

*Характеристика поголовья скота.* В Институте глобального климата и экологии регулярно проводится ряд проверок качества исходных данных по поголовью и характеристикам скота, в соответствии с томом 1 главой 6 и томом 4 главой 10 (Руководящих принципов..., 2006):

- 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 2013 год расхождений с данными ФАО не выявлено;
- Росстат при формировании сводных данных осуществляет анализ и контроль статистических данных, получаемых от субъектов Российской Федерации. При этом информация проверяется на согласованность, достоверность и полноту. Для получения информации о сельскохозяйственной деятельности хозяйств населения используются данные выборочного обследования личных подсобных хозяйств, а также сельскохозяйственных переписей. Всероссийская сельскохозяйственная перепись была проведена в 2006 году.

### 5.3.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования

Пересчеты в категории выбросов метана при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных в настоящем кадастре включают применение пересчетных параметров в соответствии с (Руководящие принципы... 2006), в частности, по коэффициентам преобразования метана для коров и другого поголовья КРС.

В ответ на рекомендации группы по проверке кадастра в 2013 г. были добавлены пояснения тренда коэффициента выбросов метана при кишечной ферментации свиней. Дополнительные усовершенствования, выполненные в ответ на рекомендации групп по проверке, приведены в разделе 5.13.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 5.13.

Таблица 5.5

Валовая энергия, коэффициенты выбросов  $\text{CH}_4$  при внутренней ферментации и коэффициенты перевариваемости кормов для коров, другого поголовья КРС по областям РФ в 2013г.

Регион	Коровы			Другое поголовье КРС		
	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг $\text{CH}_4$ /гол. в год	Коэффициент перевариваемости кормов, DE%	Валовая энергия, МДж/гол. в год	Коэффициент выбросов, кг $\text{CH}_4$ /гол. в год	Коэффициент перевариваемости кормов, DE%
Белгородская область	134817,09	157,47	70,45	53616,20	62,62	70,58
Брянская область	100952,63	117,91	67,68	57847,79	67,57	68,20
Владимирская область	143549,16	167,67	71,54	51133,69	59,72	71,46
Воронежская область	110318,19	128,85	70,96	53941,67	63,00	69,29
Ивановская область	121572,88	142,00	71,14	48259,66	56,37	70,15
Калужская область	134934,80	157,61	69,13	55696,39	65,05	68,82
Костромская область	102183,94	119,35	69,08	45561,96	53,22	68,14
Курская область	103251,43	120,60	69,15	50940,34	59,50	68,69
Липецкая область	95358,58	111,38	70,83	52435,48	61,25	71,43
Московская область	164171,15	191,75	73,45	57513,05	67,18	71,86
Орловская область	112618,28	131,54	69,09	53267,62	62,22	70,28
Рязанская область	125079,61	146,09	69,09	50974,64	59,54	69,15
Смоленская область	112425,84	131,31	67,63	56530,09	66,03	68,42
Тамбовская область	110937,08	129,58	65,55	88830,98	103,76	65,77
Тверская область	114226,40	133,42	68,80	58109,33	67,87	69,21
Тульская область	111980,96	130,80	69,74	49879,26	58,26	70,64
Ярославская обл.	121100,63	141,45	72,04	53320,49	62,28	70,47
Республика Карелия	110919,17	129,56	75,50	39750,97	46,43	72,88
Республика Коми	114622,74	133,88	69,46	68877,24	80,45	68,16
Архангельская область	107015,76	125,00	69,56	49805,40	58,17	68,49
Вологодская область	106832,10	124,78	72,83	44772,90	52,30	71,19
Калининградская область	135171,50	157,88	68,97	56942,64	66,51	66,34
Ленинградская область	139044,83	162,41	75,45	63168,08	73,78	74,55
Мурманская область	120310,34	140,52	78,00	40035,15	46,76	77,54
Новгородская область	114630,27	133,89	69,54	60658,53	70,85	67,96
Псковская область	163796,12	191,32	69,17	72920,90	85,17	67,71
Республика Адыгея	56911,06	66,47	70,30	83951,61	98,06	70,24

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%
Республика Дагестан	50513,81	59,00	67,62	54798,94	64,01	67,18
Ингушская Республика	116712,48	136,32	71,30	61792,22	72,17	70,96
Кабардино-Балкарская Республика	115226,46	134,59	67,55	55044,45	64,29	68,09
Республика Калмыкия	26995,75	31,53	66,12	33726,66	39,39	66,85
Карачаево-Черкесская Республика	82945,31	96,88	66,38	37941,06	44,32	67,90
Республика Северная Осетия	72962,09	85,22	69,52	41487,44	48,46	70,68
Чеченская Республика	77714,80	90,77	70,24	72463,53	84,64	68,93
Краснодарский край	128894,95	150,55	73,07	53131,35	62,06	72,76
Ставропольский край	126332,65	147,56	67,89	51141,96	59,73	67,33
Астраханская область	97698,01	114,11	65,02	76556,40	89,42	64,39
Волгоградская область	76973,61	89,91	66,21	48976,46	57,21	66,04
Ростовская область	110232,10	128,75	67,13	43424,92	50,72	66,56
Республика Башкортостан	74125,92	86,58	67,43	41057,47	47,96	67,54
Республика Марий-Эл.	120979,63	141,31	68,94	66936,58	78,18	69,83
Республика Мордовия.	115802,13	135,26	69,84	48328,08	56,45	69,72
Республика Татарстан	137695,69	160,83	68,51	61685,31	72,05	68,89
Удмуртская Республика	114292,68	133,50	69,84	43219,50	50,48	68,90
Чувашская Республика	110635,90	129,22	67,16	50804,16	59,34	67,82
Пермский край	119158,00	139,18	69,59	49749,99	58,11	69,70
Кировская область	136707,05	159,68	70,19	51547,73	60,21	69,76
Нижегородская область	134984,52	157,66	70,52	54206,83	63,31	70,05
Оренбургская область	65824,62	76,88	67,92	41472,65	48,44	67,80
Пензенская область	105589,38	123,33	68,06	62966,98	73,55	67,49
Самарская область	123211,06	143,91	68,05	68010,56	79,44	68,07
Саратовская область	74300,20	86,78	68,36	44187,71	51,61	67,86
Ульяновская область	59247,81	69,20	69,41	40909,66	47,78	69,26
Курганская область	119596,66	139,69	67,40	64205,80	74,99	66,41
Свердловская область	127900,50	149,39	70,55	49799,53	58,17	69,61
Тюменская область	106782,57	124,72	70,13	62514,23	73,02	68,17
Челябинская область	86419,58	100,94	68,83	49003,16	57,24	68,62
Республика Алтай	60468,81	70,63	66,50	46137,52	53,89	65,67

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%
Республика Бурятия	39742,43	46,42	66,18	35195,20	41,11	65,90
Республика Тыва	74595,17	87,13	65,17	34380,32	40,16	65,77
Республика Хакасия	69800,44	81,53	66,46	38624,00	45,11	67,20
Алтайский край	74869,35	87,45	69,96	41583,19	48,57	68,82
Красноярский край	101193,98	118,20	69,58	59572,60	69,58	68,50
Иркутская область	58528,36	68,36	69,00	42472,80	49,61	67,22
Кемеровская область	120734,92	141,02	66,36	63971,81	74,72	66,84
Новосибирская область	99021,38	115,66	67,84	48342,60	56,46	67,33
Омская область	123044,51	143,72	67,40	55279,49	64,57	66,94
Томская область	143804,97	167,97	67,34	77099,64	90,05	65,62
Читинская область	84010,10	98,13	66,13	53834,52	62,88	65,37
Республика Саха(Якутия)	89960,15	105,07	65,10	64318,04	75,12	65,66
Камчатский край	132123,90	154,32	67,73	85372,16	99,72	68,02
Приморский край	101065,72	118,05	67,67	56027,21	65,44	66,94
Хабаровский край	100681,91	117,60	68,53	48312,20	56,43	69,09
Амурская область	61574,25	71,92	68,40	38043,58	44,44	68,02
Магаданская область	83079,15	97,04	71,65	38305,31	44,74	68,95
Сахалинская область	126288,52	147,51	69,68	61676,54	72,04	67,77
Еврейская автономная обл.	101399,09	118,44	69,64	63561,58	74,24	68,06
Чукотский автономный округ	84276,37	98,44	74,90	77702,22	90,76	69,46
Средневзвешенное	95931,65	112,05	68,50	51470,56	60,12	68,29

Таблица 5.6

*Поголовье скота в РФ, пересчетные коэффициенты и выбросы CH<sub>4</sub> от внутренней ферментации в 2013г.*

Категория сельскохозяйственных животных	Поголовье животных (на 1 января 2013г.), тыс. голов	Среднегодовое поголовье животных, тыс. голов	Коэффициент выбросов при внутренней ферментации, кг CH <sub>4</sub> /гол.*год	Выбросы CH <sub>4</sub> при внутренней ферментации, Гг
Коровы	8858,631	8973,793	112,05	1 005,51
КРС (без коров)	11071,723	11470,305	60,12	689,58
Овцы	22061,282	24223,288	8	193,79
Козы	2118,697	2326,329	5	11,63
Лошади	1378,471	1378,471	18	24,81
Свиньи	18816,357	19474,929	1,29	25,21
Мулы	0,224	0,224	10	0,002
Ослы	14,636	14,636	10	0,15
Верблюды	6,708	6,708	46	0,31
Северные олени	1596,384	1596,384	19,9	31,77
Кролики	2989,460	2989,460	0,59	1,76
Лисицы	19,771	19,771	0,3	0,006
Песцы	7,268	7,268	0,27	0,002
Норки	369,130	369,130	0,06	0,022
Нутрии	0,693	0,693	0,35	0,0002
Всего			1 984,55	

## 5.4 Выбросы CH<sub>4</sub> от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (ЗВ1)

### 5.4.1 Характеристика категории

Согласно (Руководящие принципы..., 2006) разложение навоза в анаэробных условиях (т.е. в отсутствии кислорода) в процессе хранения или обработки приводит к образованию CH<sub>4</sub>. Условия для этого легче всего создаются тогда, когда значительное количество животных содержится на ограниченной площади (например, молочные, свиноводческие и птицеводческие фермы, а также откормочные площадки для мясных пород скота), и там, где навоз утилизируется в жидкостных системах.

Согласно распределению выбросов CH<sub>4</sub> от внутренней ферментации и от систем сбора, хранения и использования отходов жизнедеятельности по категориям сельскохозяйственных животных в 1990 и 2013 гг. в РФ, 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.

В течение периода с 1990 по 2013 г. соотношение вкладов разных видов животных и птицы в общие выбросы метана от систем сбора и хранения навоза практически не изменились. Исключение составляют выбросы от другого поголовья КРС (без коров), вклад которых за-

метно сократился (более чем на 7%) за исследуемый период. Это связано с более сильным снижением численности этих животных, чем поголовья коров, за период 1990-2013 гг.

#### 5.4.2 Методологические подходы

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..., 2009, 2011, 2013, 2014; Российский статистический ежегодник, 2005-2014; интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)), как и для категории 3А. Для расчета среднегодовых популяций коров, другого поголовья КРС, свиней, овец и коз использованы поправочные коэффициенты (см. раздел 5.3). 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 2013 г.

Коэффициенты выброса метана от систем сбора, хранения и использования навоза КРС и свиней рассчитаны по Уровню 2 методики МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006). Выделение летучих веществ (VS) оценивалось по уравнению 5.2. (соответствует уравнению 10.24 из (Руководящие принципы..., 2006)), содержание золы в навозе принято по умолчанию (8%).

$$VS = (GE \cdot (1-DE\% / 100) + UE \cdot GE) \cdot [(1-ASH) / 18.45], \quad (5.2)$$

где: VS – выделение сухого вещества летучих веществ, кг/сут.;

GE – валовая энергия, МДж/сут.;

DE – коэффициент перевариваемости корма, %;

(UE • GE) – энергия мочи, фракция валовой энергии (0,04 для КРС и 0,02 для свиней);

ASH – содержание золы в сухом веществе навоза.

Значения валовой энергии (GE) для КРС и свиней были рассчитаны при оценке выбросов метана при внутренней ферментации у этих видов сельскохозяйственных животных. Коэффициенты перевариваемости (DE%) 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. Учитывая разницу в рационе КРС и свиней, а также физиологические особенности переваривания корма у жвачных и нежвачных животных, 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. Средневзвешенные значения коэффициентов перевариваемости кормов определялись в зависимости от соотношения разных видов кормов для каждого года. Для периода с 2002 по 2013 года оценивали ежегодные коэффициенты перевариваемости кормов для каждой области РФ (величины 2013 года приведены в таблице 5.5) по статистическим региональным данным и находили средневзвешенное значение, которое использовали в расчетах. Для предыдущих лет с 1990 по 2001 выполнены корректирующие расчеты 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 5.3). Средняя

разница между коэффициентами перевариваемости кормов по национальным и региональным данным за период 2002-2010 для коров составляет 0,993; для другого поголовья КРС – 0,998 (т.е. региональные коэффициенты дают средневзвешенное значение чуть ниже, чем расчет по общенациональным данным). Полученные коэффициенты использованы для коррекции коэффициентов перевариваемости кормов коров и остального поголовья КРС для всех лет с 1990 по 2001г.

В соответствии с рекомендациями МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006 (стр. 10.58)) было проведено сопоставление национальных параметров VS с данными по умолчанию. Так, для свиней национальное значение VS в 2013 г. составляет 0,44, т.е. практически среднее между рекомендованными МГЭИК по умолчанию для товарных свиней – 0,3 и племенных – 0,5 (табл.10А-7, 8). Для коров национальное значение VS равно 4,65 и хорошо сопоставимо с коэффициентом по умолчанию равным 4,5 для стран Восточной Европы (табл. 10А-4). Для другого поголовья КРС национальный коэффициент составляет 2,5, а значение по умолчанию – 2,7 (табл. 10А-5).

После определения величин суточного выделения летучих твердых веществ (VS) для коров, другого поголовья КРС и свиней рассчитывали коэффициент выбросов по формуле 10.23 (Руководящие принципы..., 2006). Значения  $B_0$  максимальной метанопродуцирующей способности для навоза рассматриваемых категорий скота принимали по умолчанию для стран Восточной Европы из таблиц 10А-4 (коровы – 0,24); 10А-5 (другое поголовье КРС – 0,17) и 10А-7(8) (свиньи – 0,45) (Руководящие принципы..., 2006).

Распределение навоза коров, другого поголовья КРС и свиней по типам систем сбора, хранения и использования приведено в разделе 6.5 ниже. Можно отметить, что для коров применяются системы сухого хранения и пастбищное содержание. Для другого поголовья КРС – помимо пастбищ и сухого хранения – применяются системы с жидким навозом, которые, как правило, не перемешиваются и позволяют образовываться естественной корке на поверхности хранилища. Для свиней применяются также системы хранения с жидким навозом (с естественной коркой), и, частично, могут быть использованы системы сухого хранения.

Коэффициенты преобразования метана для данных систем (MCF) были приняты по умолчанию. Среднегодовая температура в Российской Федерации не превышает 15°C (Романенко с соавт., 1998), таким образом, территория РФ находится в холодном климате согласно таблице 10.17 (Руководящие принципы..., 2006). Согласно справочникам по климату среднегодовая температура воздуха в России составляет -5,5°C, при этом колебания по регионам могут быть от -13°C (Таймырский а.о.) до +12°C (Дагестан, Северная Осетия, Чечня) (Справочник по климату СССР, 1965-1966; Доклад об особенностях климата на территории РФ..., 2014). Соответственно, для навоза, оставленного на пастбищах, использовано значение MCF равное 1,0%, для систем сухого хранения – 2,0%, для жидкого навоза с естественной коркой – 10% (значение для среднегодовой температуры не выше 10°C) (таблица 10.17 (Руководящие принципы..., 2006)). Незначительное число регионов со среднегодовой температурой выше 10°C находятся на Кавказе, где традиционно скот круглогодично находится на пастбищах, а численность свиней крайне низкая (например, в Чечне свиньи отсутствуют, а в Дагестане их поголовье не превышает 1 тыс.). Таким образом, использование коэффициента MCF для систем жидкого хранения 10% не приводит к недооценке общих выбросов метана от систем сбора, хранения и использования навоза.

Методология расчета выбросов метана от навоза и помета остальных видов сельскохозяйственных животных и птицы соответствует Уровню 1 (Руководящие принципы..., 2006). Используются рекомендуемые коэффициенты выбросов для развитых стран с холодным климатом из таблицы 10.15. Коэффициенты выброса для пушных зверей и кроликов взяты



из таблицы 10.16 (Руководящие принципы..., 2006). Коэффициент выброса для северных оленей, используемый в кадастре РФ (0,369 кг  $\text{CH}_4/\text{гол} \cdot \text{год}$ ) взят из первоисточника (Sneath et al., 1997) и очень близок к значению по умолчанию (0,36 кг  $\text{CH}_4/\text{гол} \cdot \text{год}$ ).

Результаты расчетов для 2013 года, а также используемые пересчетные коэффициенты представлены в таблице 5.7.

Полученные национальные коэффициенты для коров несколько ниже коэффициентов выбросов, предлагаемых по умолчанию для этих животных для стран Восточной Европы с холодным климатом (10°C) (Руководящие принципы..., 2006) – 11 кг  $\text{CH}_4/\text{гол} \cdot \text{год}$ . По-видимому, эта разница, прежде всего, обусловлена преобладанием в России систем хранения навоза в сухом виде при содержании коров молочного направления (табл. 5.11), которые характеризуются более слабыми выбросами метана по сравнению с системами жидкого хранения. Кроме того, средний вес молочных коров в РФ несколько ниже, чем вес по умолчанию (485 против 550 кг соответственно).

Аналогично, коэффициент выброса метана от систем сбора и хранения навоза другого поголовья КРС ниже, чем значение по умолчанию (6 кг  $\text{CH}_4/\text{гол} \cdot \text{год}$ ). Это можно объяснить как меньшей долей систем жидкого хранения в РФ, чем это принято для расчетов по умолчанию (табл. 10А-5, Руководящие принципы..., 2006), так и разными значениями MCF: в соответствии с применением систем жидкого хранения с естественной коркой в национальных расчетах его значение равно 10%, а в расчетах по умолчанию используется MCF для жидкого хранения без естественной корки (17%).

Национальный коэффициент выброса для свиней, напротив, хорошо согласуется с коэффициентами по умолчанию: 3 кг  $\text{CH}_4/\text{гол} \cdot \text{год}$  для товарных и 4 кг  $\text{CH}_4/\text{гол} \cdot \text{год}$  для племенных (таблица 10.14, Руководящие принципы..., 2006).

Таблица 5.7

*Пересчетные коэффициенты и выбросы  $\text{CH}_4$  от систем сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности скота и птицы в 2013г.*

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Коэффициент выбросов для навоза и птичьего помета, кг $\text{CH}_4/\text{гол} \cdot \text{год}$	Выбросы $\text{CH}_4$ от навоза и помета, Гг
Коровы	4,91	44,07
КРС (без коров)	2,98	34,23
Овцы	0,19	4,60
Козы	0,13	0,30
Верблюды	1,58	0,01
Лошади	1,56	2,15
Мулы	0,76	0,0001
Ослы	0,76	0,01
Свиньи	3,42	66,58
Птица	–	–
мясные куры, петухи	0,02	0,20
куры-несушки	0,03	4,00
цыплята	0,02	6,74
гуси	0,02	0,006
гусята	0,02	0,0007
другая взрослая птица	0,045	0,25

молодняк другой птицы	0,02	0,13
Северные олени	0,369	0,59
Кролики	0,08	0,24
Лисицы	0,68	0,013
Песцы	0,68	0,005
Норки	0,68	0,25
Нутрии	0,68	0,0005
<b>Всего</b>		<b>164,383</b>

#### 5.4.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Исходная информация по численности животных бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). 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 категории 3В по Уровню 2, были математически рассчитаны по данным, представленным в приложении 3.1.

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.

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

#### 5.4.4 Обеспечение и контроль качества

См. раздел 5.3.4 выше.

#### 5.4.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования

Пересчеты в категории выбросы метана от систем хранения навоза и помета сельскохозяйственных животных выполнены для всех лет периода в связи с переходом на методику 2006г. и обновлением коэффициентов выброса для коз (0,13 вместо 0,12), верблюдов (1,58 вместо 1,59) и лошадей (1,56 вместо 1,39).

В результате дополнительной проверки качества исходных данных кадастра, расчетов и оценок выбросов были обнаружены и исправлены ошибки в переносе региональных данных по перевариваемости коровами и КРС для всех лет с 1990 г. по 2001 г.

Усовершенствования, выполненные в ответ на рекомендации групп по проверке, приведены в разделе 5.13.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 5.13.

## 5.5 Выбросы N<sub>2</sub>O от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета (3B2)

### 5.5.1 Прямые выбросы N<sub>2</sub>O

#### 5.5.1.1 Характеристика категории

Согласно (Руководящие принципы..., 2006) прямые выбросы N<sub>2</sub>O происходят в ходе комбинированной нитрификации-денитрификации содержащегося в навозе азота. Выброс N<sub>2</sub>O из навоза во время хранения и обработки зависит от содержания азота и углерода в навозе, а также от продолжительности хранения и типа обработки. Нитрификация (окисление аммонийного азота до нитрата азота) является необходимой предпосылкой для выброса N<sub>2</sub>O из хранящегося навоза. Нитрификация может происходить в хранящемся навозе при условии достаточного поступления кислорода. При анаэробных условиях нитрификация не происходит. Нитриты и нитраты трансформируются в N<sub>2</sub>O и молекулярный азот (N<sub>2</sub>) во время естественно происходящего процесса денитрификации, который является анаэробным процессом. Таким образом, выбросы N<sub>2</sub>O из обрабатываемого навоза требуют присутствия либо нитритов, либо нитратов в анаэробной среде при предшествующих аэробных условиях, необходимых для образования этих окисленных форм азота. Кроме того, должны соблюдаться условия, препятствующие восстановлению N<sub>2</sub>O до N<sub>2</sub>, такие как, низкий pH или ограниченная влажность.

Косвенные выбросы происходят в результате потерь летучего азота, главным образом в форме аммиака и NO<sub>x</sub>. Часть выделяемого органического азота, которая минерализуется до аммонийного азота в процессе сбора и хранения навоза, зависит в основном от времени и в меньшей степени от температуры.

Как показали расчеты, прямые выбросы N<sub>2</sub>O от систем сбора, хранения и использования навоза и помета в твердом виде и сухой массе в РФ оказывают определяющее влияние на общий прямой выброс закиси азота от категории 3B2 (около 84%), что обусловлено широким применением этих систем в животноводстве и птицеводстве страны. Так, в 2013 году прямые выбросы N<sub>2</sub>O от систем хранения в твердом виде составили 15,17 тыс. тонн, а от жидкостных систем – только 2,95 тыс. тонн.

#### 5.5.1.2 Методологические подходы

Оценка выбросов N<sub>2</sub>O при сборе, хранении и использовании навоза крупного рогатого скота (без коров), коров, свиней и северных оленей выполнена в соответствии с Уровнем 2 (Руководящие принципы..., 2006). Для остальных категорий животных применяли метод Уровня 1, уточненные национальные коэффициенты разработаны для подкатегорий птицы.

При расчете по Уровню 2 были определены годовое поглощение азота животными с кормом (*Nintake*, кг) и фракция удерживаемого азота в теле животного (*Nretention*). Поглощение азота рассчитывалось на основе уравнения 5.3:

$$Nintake = GE / 18.45 \cdot (CP\% / 100) / 6.25, \quad (5.3)$$

где: CP% – содержание сырого протеина в корме, %.

Средние значения CP для разных видов кормов КРС и свиней были определены по справочным данным (Кормовые нормы..., 1991). Исходная информация представлена в таблицах приложения 3.1 настоящего доклада. Средневзвешенные значения CP% определялись для каждого года кадастра отдельно в зависимости от конкретного соотношения разных видов кормов, израсходованных на коров, другое поголовье КРС и свиней. Рассчитанные значения CP% для 2013 года приведены в таблице 5.8.

Коэффициенты удержания азота корма в теле животных были взяты по умолчанию из таблицы 10.20 (Руководящие принципы..., 2006). Они равны 0,2, 0,07 и 0,3 (кг удержанного N/гол • год)/(кг потребляемого N/гол • год) для коров, другого поголовья КРС (без коров) и свиней соответственно. Расчет экскретируемого азота (*Nex*) для этих животных выполнялся по уравнению 5.4:

$$Nex = Nintake \cdot (1 - Nretention) \quad (5.4)$$

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 5.4 определено общее количество экскретируемого азота (коэффициент удержания азота в теле животных принят равным коэффициенту для лошадей – 0,07 (табл. 10.20, (Руководящие принципы..., 2006)).

Национальные годовые потоки азота от подкатегорий птицы определялись по «Общесоветным 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 овцами, козами, лошадьми, мулами и ослами, а также кроликами и пушными зверями определены по данным таблицы 10.19 (Руководящие принципы..., 2006). Для этих категорий животных применяли метод Уровня 1 в соответствии с уравнением 10.30. Данные по живой массе овец, коз и лошадей для лет после 2004 г. были взяты из национальной статистики. Для 1990-2003 гг. были применены средние значения за известный период (2004-2013). Живая масса верблюдов, мулов и ослов принята равной величинам по умолчанию для развитых стран в соответствии с таблицей 10А-9.

Коэффициенты экскреции азота для сельскохозяйственных животных и птицы представлены в таблице 5.9.

Полученные значения экскретируемого азота для коров, другого поголовья КРС (без коров) и свиней несколько выше коэффициентов, рекомендуемых МГЭИК для стран Восточной Европы (Руководящие принципы..., 2006), которые равны соответственно: 61,96 (для массы коров 485 кг); 45,35 (для массы КРС 355 кг) и 14,59 кг/гол.•год (для массы свиней 54 кг). По-видимому, это связано с различиями в рационе животных в странах Восточной Европы и России, а именно с большим количеством кормов с высоким содержанием белка.

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 Руководящих принципах МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006). 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 сухом 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 сухом 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 5.8

Средневзвешенные значения содержания сырого протеина (СР)  
в сухом веществе кормов КРС и свиней в 2013г., %

Вид кормов	Категория сельскохозяйственных животных					
	Коровы		КРС (без коров)		Свиньи	
	СР%	соотноше- ние кормов в рационе, %	СР%	соотноше- ние кормов в рационе, %	СР%	соотноше- ние кормов в рационе, %
Пастбищные корма	16,12	20,1	16,12	27,2		
Сочные корма	12,32	23,6	12,32	20,6	13,78	7,1
Грубые корма	13,83	29,5	13,83	29,9	13,83	0,2
Концентраты (без комбикормов)	11,61	17,8	11,61	15,9	23,51	21,1
Комбикорма	23,57	8,9	23,57	6,4	31,14	67,2
Животные корма					41,73	4,4
Средневзвешенное значение СР, %	14,41		14,41		28,73	

Таблица 5.9

Экскреция азота сельскохозяйственными животными и птицей в 2013г.,  
кг/гол. • год

Категории сельскохозяйственных животных и птицы	Экскреция азота, кг N/год. • год
Коровы	95,87
КРС (без коров)	59,82
Свиньи	21,09
Овцы	12,5
Козы	17,8
Лошади	35,8
Мулы	14,2
Ослы	14,2
Верблюды	30,1
Птица	
мясные куры и петухи	1,7
куры-несушки	1,0
цыплята	0,6
гуси	2,2
гусята	1,5
другая взрослая птица	2,1
молодняк другой птицы	1,5
Северные олени	8,48
Кролики	8,1
Лисицы, песцы	12,09
Норки, нутрии	4,59

Применение жидкостных систем сбора и хранения навоза возможно только при стойловом содержании животных, которое практикуется при откорме животных на мясо. В откормочных хозяйствах содержится 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 разработаны ежегодные доли навоза в системах жидкого хранения для категорий другого поголовья КРС и свиней. При этом доля систем жидкого хранения принимается равной доле поголовья животных, находящихся на откорме, по отношению к общей численности животных данной категории. В результате проведенных расчетов доля систем жидкостного хранения навоза свиней изменяется от 66% в 1990г. до 41% в 2004-2005 гг. В 2013г. эта величина составляла 67,7%. Для другого поголовья КРС (без коров) диапазон изменений составлял от 26% (1990г.) до 14% (2010г.), а в 2013 доля систем жидкого хранения равна 14,1%. Изменения доли систем жидкого хранения в течение рассматриваемого периода обусловлены динамикой численности животных, находящихся на откорме. 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) приводятся в тексте НДК в таблице 5.10.

Таблица 5.10

*Соотношение основных типов систем сбора, хранения и использования навоза свиней и крупного рогатого скота (без коров) в течение периода 1990-2013, %*

Годы	Тип системы хранения навоза КРС (без коров)			Тип системы хранения навоза свиней	
	Жидкое хранение	Сухое хранение	Пастбища и выпасы	Жидкое хранение	Сухое хранение
<b>1990</b>	26,07	53,23	20,70	66,04	33,96
<b>1991</b>	26,07	53,23	20,70	66,04	33,96
<b>1992</b>	25,46	52,54	22,00	63,15	36,85
<b>1993</b>	24,84	53,16	22,00	60,27	39,73
<b>1994</b>	24,23	53,57	22,20	57,39	42,61
<b>1995</b>	23,62	52,78	23,60	54,51	45,49
<b>1996</b>	23,10	52,00	24,90	52,01	47,99
<b>1997</b>	22,57	52,73	24,70	49,51	50,49
<b>1998</b>	22,05	53,35	24,60	47,01	52,99
<b>1999</b>	21,51	51,19	27,30	45,76	54,24
<b>2000</b>	20,96	51,64	27,40	44,52	55,48
<b>2001</b>	20,42	53,28	26,30	43,28	56,72
<b>2002</b>	19,88	53,72	26,40	42,03	57,97
<b>2003</b>	19,29	53,31	27,40	41,76	58,24
<b>2004</b>	18,38	54,02	27,60	40,77	59,23
<b>2005</b>	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
<b>2012</b>	14,19	58,88	26,93	63,15	36,85
<b>2013</b>	14,13	58,63	27,24	67,74	32,26

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 сухом 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 2013г. представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11

*Соотношение основных типов систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета для разных категорий сельскохозяйственных животных и птицы в 2013г., %*

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Тип системы хранения навоза (помета)		
	Жидкое хранение	Сухое хранение	Пастбища и выпасы
Коровы	0,0	79,9	20,1
КРС (без коров)	14,1	58,6	27,3
Птица	0,0	93,5	6,5
Овцы	0,0	81,6	18,4
Козы	0,0	81,6	18,4
Свиньи	67,7	32,3	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 других 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 таблице 10.21 (Руководящие принципы..., 2006), 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 с естественной поверхностной коркой – 0,005 кг  $N_2O-N$ /кг азота; хранение в твердом виде – 0,005 кг  $N_2O-N$ /кг азота. Выбросы закиси азота от навоза пастбищ и выпасов рассматриваются при оценке выбросов от сельскохозяйственных земель (категория 3D1.3).

### 5.5.1.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Исходная информация по численности животных бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверно-

сти (ошибка составляет не более 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). 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 категории 3В по Уровню 2, были математически рассчитаны по данным, представленным в приложении 3.1.

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.

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

#### **5.5.1.4 Обеспечение и контроль качества**

См. раздел 5.3.4 выше.

#### **5.5.1.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

Пересчеты в категории прямые выбросы закиси азота от систем хранения навоза и помета сельскохозяйственных животных выполнены для всех лет в связи с переходом на методику Руководящих принципов МГЭИК 2006 г., в частности, в связи с изменением коэффициентов экскреции азота и коэффициентов выброса  $N_2O$  от систем жидкого и сухого хранения.

Кроме того, в результате дополнительной проверки качества исходных данных кадастра, расчетов и оценок выбросов были обнаружены и исправлены ошибки в переносе региональных данных по перевариваемости коровами и КРС для всех лет с 1990 г. по 2001 г.

Усовершенствования, выполненные в ответ на рекомендации групп по проверке, приведены в разделе 5.13.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 5.13.

### **5.5.2 Косвенные выбросы $N_2O$ и общие потери азота в системах сбора и хранения навоза и помета. Количество азота вносимого в почвы.**

#### **5.5.2.1 Характеристика категории**

См. раздел 5.5.1.1 выше.

Согласно полученным оценкам, потери азота от улетучивания в системе жидкого хранения в 2013 году составили 172,33 тыс. тонн азота, а в системах сухого хранения – 629,99 тыс. тонн. Всего косвенный выброс  $N_2O$  от систем сбора и хранения навоза и помета оценивается в 2013 году равным 12,61 тыс. тонн  $N_2O$ .

#### **5.2.2.2 Методологические подходы**

Для расчета косвенных выбросов  $N_2O$  от систем сбора и хранения навоза использованы параметры и коэффициенты, рекомендуемые МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006). Оценки выполнены только для улетучивания азота в форме  $NH_3$  и  $NO_x$ . Согласно рекомендациям МГЭИК потери при вымывании могут быть оценены только при условии наличия конкретной информации о доле потерь азота из разных систем хранения (стр. 10.64, Руководящие принципы..., 2006), т.е. для оценки выбросов при вымывании соединений азота необходимо разрабатывать национальные коэффициенты и применять Уровень 2 или 3. Учитывая, что косвенные выбросы  $N_2O$  от систем сбора и хранения навоза не относятся к ключе-



вым источникам выбросов в РФ, а национальные коэффициенты не доступны, нами применялся метод Уровня 1 и оценивались только выбросы от улетучивания азота.

Расчет производился по уравнению 10.26 (Руководящие принципы..., 2006). Доли азота, которые улетучиваются в виде  $\text{NH}_3$  и  $\text{NO}_x$  в каждой системе сбора и хранения, взяты из таблицы 10.22. Учитывая, что в системах сухого хранения, которые используются при содержании птицы в РФ, применяется подстилка, для птицы были использованы коэффициенты по категории «домашняя птица с подстилкой». Коэффициенты потерей азота с улетучиванием, использованные в кадастре, приведены в таблице 5.12.

Таблица 5.12

*Коэффициенты потерей азота из систем сбора и хранения с улетучиванием  $\text{N-NH}_3$  и  $\text{N-NO}_x$  ( $\text{Frac}_{\text{ГазMS}}$ ) и общие потери азота, %*

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Потери азота с улетучиванием $\text{N-NH}_3$ и $\text{N-NO}_x$		Общие потери азота	
	Жидкое хранение	Сухое хранение	Жидкое хранение	Сухое хранение
Коровы	40	30	40	40
КРС (без коров)	40	45	40	50
Птица		40		50
Овцы		12		15
Козы		12		15
Свиньи	48	45	48	50
Лошади		12		15
Верблюды		12		15
Мулы		12		15
Ослы		12		15
Северные олени		12		15
Кролики		12		15
Пушные звери (лисицы, песцы, норки)		12		15
Нутрии	25	12	35	15

Коэффициент косвенного выброса закиси азота от улетучивания взят по умолчанию и соответствует 0,01 кг  $\text{N}_2\text{O-N}$ /кг улетучившихся  $\text{NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N}$  (табл. 11.3, Руководящие принципы..., 2006).

Для оценки количества азота вносимого в обрабатываемые почвы рассчитывали общие потери азота из систем сбора и хранения навоза и помета, а также определяли количество азота подстилки, применяемой в системах сухого хранения. Коэффициенты общих потерь азота взяты из соответствующей таблицы 10.23 (Руководящие принципы..., 2006) и приведены в таблице 5.12 выше. Количество азота навоза и помета, которое остается в системах сухого хранения (т.е. за вычетом общих потерь азота), в 2013 г. равно 1 159 495 851,05 кг N, а в системах жидкого хранения равно 202 847 123,06 кг N.

Согласно национальным нормам технологического проектирования (НТП – АПК 1.10.05.001-01, 2001; НТП-99, 1999) хранение навоза в сухом виде предполагает использование подстилки (как правило, на соломе). В национальной классификации бесподстилочный навоз относится к жидким системам (с содержанием воды 90-93%) или к навозным стокам (с содержанием воды более 93%), которые рассмотрены в кадастре в категории жидкого хранения. Согласно этой информации были проведены оценки использования подстилки при содержании животных и птицы в стойлах с применением систем сухого хранения.

Нормы применения подстилки в расчете на 1 голову животных в сутки были взяты из (НТП-99, 1999). Эти данные были переведены в единицы сухого вещества. Содержание азота в соломе были принято равным 0,45%. Затем данные были переведены в единицы массы азота на 1 голову в год, учитывая, при этом, количество дней в году, которое животные проводят в стойлах с применением систем сухого хранения. Данные (НТП-99, 1999) приводятся для коров, другого поголовья КРС, свиней, овец и лошадей. Нормы подстилки для остальных животных были приняты следующими: для коз равными нормам для овец, для мулов, ослов, верблюдов и северных оленей – по нормам для лошадей с учетом соотношения их средних масс. Например, соотношение массы ослов и мулов и массы лошадей соответствует  $130/300=0,394$ . Таким образом, норма азота подстилки для мулов и ослов рассчитана равной  $9,49*0,394=3,74$  кг N/голову\*год. Кролики и пушные звери, как правило, содержатся без подстилки. Результаты расчетов по животным приведены в таблице 5.13.

Таблица 5.13

Количество азота подстилки животных в системах сухого хранения

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Норма подстилки при 15% влажности, кг/гол.*сутки (НТП-99, 1999)	Норма подстилки на сух. вещество, кг/гол.*сутки	Количество азота в подстилке, кг N/голову*сутки и	Количество азота в подстилке, кг N/голову*год (по доле годового времени, проведенного в стойлах с применением системы сухого хранения)
Коровы	0,5	0,4	0,00191	0,56
КРС (без коров)	1	0,9	0,00383	0,82
Овцы	0,2	0,2	0,00079	0,24
Козы	–	–	–	0,24
Свиньи	0,6	0,5	0,00216	0,25
Лошади	8,3	7,1	0,03188	9,49
Верблюды	–	–	–	6,24
Мулы	–	–	–	3,74
Ослы	–	–	–	3,74
Северные олени	–	–	–	4,32

Нормы подстилки для разных видов птицы были определены по национальным нормам технологического проектирования птицеводческих предприятий (НТП – АПК 1.10.05.001-01, 2001) и приведены в таблице 5.14.

Таблица 5.14

Количество азота подстилки животных в системах сухого хранения

Категории птицы	Норма подстилки на период содержания птицы, кг на 1 гол.		Количество дней в периоде содержания, сутки	Количество азота в подстилке, кг N/голову*сутки	Количество азота в подстилке, кг N/голову*год
	при 15% влажности	на сух. в-во			
птица, среднее	12,7	10,8	109	0,00045	0,15
несушки	5,5	4,7	смена подстилки раз в год	0,02104	0,02
мясные	6	5,1	смена подстилки раз в год	0,02295	0,02

Продолжение таблицы 5.14

гуси (на год)	40	34,0	смена подстилки раз в год	0,15300	0,14
утки взрослые (от 22 до 29 недель)	20	17,0	49	0,00156	0,53
индейки (от 18 до 36 недель)	30	25,5	126	0,00091	0,31
цесарки (от 21 до 30 недель)	8	6,8	63	0,00049	0,17
молодняк кур	1,75	1,5	смена подстилки раз в год	0,00669	0,01
молодняк уток (от 1 до 22 недель)	10,85	9,2	154	0,00027	0,09
молодняк индеек (от 1 до 18 недель)	6,4	5,5	126	0,00020	0,07
молодняк гусей (от 1 до 30 недель)	9,2	7,8	210	0,00017	0,06
молодняк цесарок (от 1 до 20 недель)	2,5	2,1	140	0,00007	0,02

Нормы азота подстилки для категорий «другая взрослая птица» и «молодняк другой птицы» были рассчитаны как средние по соответствующим данным уток, индеек и цесарок.

Общая величина азота подстилки, поступающая в почвы из систем хранения в 2013 г., соответствует 52 926 088,47 кг N.

Таким образом, общее количество азота, поступающего из систем сбора и хранения навоза и помета для последующего внесения в почвы, рассчитывается по уравнению 5.5.

$$N_{MMS\_Avb} = N_{Liq} + N_{Dry} + N_{Bedding} \quad (5.5)$$

где:  $N_{MMS\_Avb}$  – количество азота, поступающего из систем сбора и хранения навоза и помета для последующего внесения в почвы, кг N/год;

$N_{Liq}$  – количество азота, поступающего из систем жидкого хранения, кг N/год;

$N_{Dry}$  – количество азота, поступающего из систем сухого хранения, кг N/год;

$N_{Bedding}$  – количество азота, поступающего из подстилки, используемой в системах сухого хранения, кг N/год.

В 2013 г. общая величина азота в системах хранения навоза и помета для последующего внесения в почвы соответствует величине 1 415 269 062,58 кг N. Величины за период с 1990 по 2013 гг. приведены в таблице 5.15.

Таблица 5.15

*Количество азота, поступающего из систем сбора и хранения навоза для последующего внесения в почвы, кг N*

Годы	Системы жидкого хранения	Системы сухого хранения		Всего
		азот навоза и помета	азот подстилки	
<b>1990</b>	613 393 646,13	2 533 596 728,67	112 544 011,82	3 259 534 386,63
<b>1991</b>	586 860 498,89	2 477 628 924,12	110 594 185,08	3 175 083 608,09
<b>1992</b>	500 505 056,19	2 295 134 519,55	106 369 673,19	2 902 009 248,93
<b>1993</b>	449 323 224,10	2 170 739 849,48	101 533 883,62	2 721 596 957,20
<b>1994</b>	394 855 121,10	2 031 550 608,21	95 459 801,01	2 521 865 530,32
<b>1995</b>	337 953 082,74	1 798 080 655,17	86 020 775,13	2 222 054 513,04
<b>1996</b>	284 236 933,78	1 583 333 086,99	78 929 826,84	1 946 499 847,61
<b>1997</b>	241 845 328,96	1 423 646 219,27	70 824 963,71	1 736 316 511,94

Продолжение таблицы 5.15

<b>1998</b>	213 408 066,64	1 291 530 438,64	64 748 009,10	1 569 686 514,38
<b>1999</b>	192 888 778,55	1 155 522 150,94	58 704 236,65	1 407 115 166,14
<b>2000</b>	187 272 971,73	1 147 941 125,73	57 398 228,25	1 392 612 325,72
<b>2001</b>	180 879 451,62	1 171 767 369,93	55 247 614,87	1 407 894 436,41
<b>2002</b>	180 762 115,58	1 188 619 908,06	55 714 864,91	1 425 096 888,55
<b>2003</b>	182 741 586,23	1 172 392 959,22	56 663 051,15	1 411 797 596,60
<b>2004</b>	166 674 672,75	1 139 550 912,83	54 168 003,76	1 360 393 589,34
<b>2005</b>	137 333 080,70	1 091 385 608,36	51 454 039,10	1 280 172 728,16
<b>2006</b>	140 929 210,01	1 060 696 622,49	49 641 794,36	1 251 267 626,86
<b>2007</b>	156 072 755,77	1 102 733 459,43	51 853 236,09	1 310 659 451,29
<b>2008</b>	162 878 977,61	1 147 320 295,97	53 142 542,44	1 363 341 816,02
<b>2009</b>	157 623 053,15	1 150 920 467,14	53 489 537,74	1 362 033 058,03
<b>2010</b>	161 108 977,38	1 137 769 004,75	53 664 579,03	1 352 542 561,16
<b>2011</b>	163 909 392,34	1 105 839 211,70	52 827 546,95	1 322 576 150,99
<b>2012</b>	183 562 568,08	1 145 040 478,82	52 057 051,84	1 380 660 098,74
<b>2013</b>	202 847 123,06	1 159 495 851,05	52 926 088,47	1 415 269 062,58

**5.5.2.3 Неопределенность и согласованность временных рядов**

См. раздел 5.5.1.3 выше.

**5.5.2.4 Обеспечение и контроль качества**

См. раздел 5.5.1.4 выше.

**5.5.2.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

Данная подкатегория оценена впервые в настоящем кадастре для всех лет периода с 1990 по 2013 гг.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 5.13.

**5.6 Рисоводство (3С)****5.6.1 Характеристика категории**

В России рисовые чеки занимают относительно небольшую площадь пахотных угодий (менее 0,3%). На территории России выращивание риса производится на полях при постоянном затоплении.

Результаты расчета выброса  $\text{CH}_4$  с рисовых полей за период с 1990 по 2013 гг. представлены в таблице 5.16. Выбросы метана из рисовых полей в среднем оцениваются около 1% от общего выброса  $\text{CH}_4$  в сельском хозяйстве. Значительное уменьшение газообразных потерь углерода в форме  $\text{CH}_4$  с 1990 года обусловлено сокращением площади, занятой рисовыми чеками в аграрном секторе страны.

Таблица 5.16

*Выбросы  $\text{CH}_4$  при выращивании риса, тыс. тонн*

Годы	Выброс $\text{CH}_4$ , тыс. тонн
<b>1990</b>	34,23
<b>1991</b>	31,70

Продолжение таблицы 5.16

1992	31,40
1993	30,77
1994	22,77
1995	20,15
1996	20,07
1997	17,57
1998	17,20
1999	20,25
2000	20,79
2001	18,12
2002	17,54
2003	18,31
2004	15,69
2005	17,24
2006	19,59
2007	19,52
2008	19,82
2009	22,31
2010	24,91
2011	25,75
2012	24,67
2013	23,22

### 5.6.2 Методологические подходы

Информация о посевных площадях риса в хозяйствах всех категорий за период с 1990 по 2013 гг. включительно взята из официальных статистических публикаций Росстата, приведенных на веб-сайте Росстата (Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России, 2009, 2011, 2013; 2014; Российский статистический ежегодник, 2005-2014; интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)).

Расчет выбросов метана от рисоводства произведен по уравнению 5.1 из главы 5 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006) в соответствии с Уровнем 1. Согласно рекомендациям МГЭИК рассчитывается средний суточный коэффициент выбросов в течение периода культивации. Для расчета использовали уравнение 5.2 (глава 5 том 4 (Руководящие принципы..., 2006)).

Базовый коэффициент выбросов для постоянно затопленных полей без внесения органических добавок (EFc) принят по умолчанию равным 1,3 кг CH<sub>4</sub>/га/сутки в соответствии с таблицей 5.11 главы 5 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006).

Коэффициент масштабирования для расчета эмиссий метана по водному режиму в течение культивации риса (SFw) принят для условий постоянного затопления равным 1 в соответствии с таблицей 5.12 главы 5 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006).

Учитывая, что согласно условиям возделывания риса в России рисовые чеки затопляют только при появлении у посевов 2-3 листьев, коэффициент масштабирования для расчета выбросов метана по водному режиму до периода культивации риса (SFp) принят для условий незатопленных полей более 180 дней до периода культивации. В соответствии с таблицей 5.13 главы 5 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006) его величина соответствует 0,68.

Поправочный коэффициент для разных типов почв, разных сортов риса, техники и т.п. (SFc,r) в настоящем кадастре не применялся ввиду отсутствия детальной соответствующей статистической информации.

Для расчета поправочного коэффициента при внесении органических добавок (SFo) применяли уравнение 5.3 главы 5 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006). В России производят запахивание пожнивных остатков риса в почвы, а также применяют навоз (после хранения) в качестве органи-

ческих добавок. Учитывая, что навоз преимущественно поступает из систем сухого хранения с использованием подстилки, для расчета поправочного коэффициента использованы также данные по умолчанию для компоста из таблицы 5.14 главы 5 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006).

Расчет количества пожнивных остатков (в сухом весе) производили по урожайности риса в соответствии с уравнениями Левина (1977), которые приведены в разделе 5.7 ниже. Содержание углерода в надземной биомассе риса принято равным 46,87% (Левин, 1977). Данные по урожайности риса взяты из статистической информации Росстата. Учитывая, что подготовка почвы, включая запахивание пожнивных остатков, производится в России осенью, конверсионный коэффициент для органических добавок (относительное воздействие по сравнению с внесением соломы сразу перед культивацией) CFOA<sub>i</sub> был принят по таблице 5.14 главы 5 тома 4 как внесение соломы риса задолго до культивации (до 30 дней) и принят равным по умолчанию 0,29 (Руководящие принципы..., 2006).

Дозы внесения органических добавок (подстилочный навоз) определяли в расчете на влажный вес, тонн/га. На основе полученных статистических данных о внесении органических добавок под посевы риса в Краснодарском крае были определены средние дозы внесения 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 2013 году эта величина соответствовала 66,4%, 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, в 2012 г. на площади 133,3 тыс. га – 25,0 тыс. тонн, а в 2013 году под площадь 126,4 тыс. га внесли 31,1 тыс. тонн органики. Для определения среднего внесения органических добавок в стране эти величины были округлены в большую сторону в соответствии с консервативным подходом, и определены около 0,5 тонн/га в 1990 г., 0,2 тонн/га для 2007-2012 гг. и для 2013 г. – 0,25 тонн/га. Для лет периода 1991-2006 дозы внесения органических добавок были определены на основе интерполяции существующих данных. Например, для 1991 г. принято внесение 0,5 тонн/га; для 1992 – 0,48 тонн/га; 1993 – 0,46 тонн/га ... 2005 – 0,22 тонн/га и 2006 – 0,21 тонн/га.

Как указано выше, для определения конверсионного коэффициента для органических добавок (относительное воздействие по сравнению с внесением соломы сразу перед культивацией) CFOA<sub>i</sub> использовали данные по умолчанию из таблицы 5.14 главы 5 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006) для навоза и компоста и определяли среднее значение, которое соответствует 0,095.

Используя количество запаханых пожнивных остатков риса и нормы вносимых органических добавок, был рассчитан коэффициент масштабирования SF<sub>0</sub>. Для 2013 г. его величина соответствует 1,151.

Для определения среднего периода культивации риса были собраны данные по наиболее распространенным сортам риса в России. Они подразделяются на скороспелые сорта с периодом культивации (сорт Новатор) от 100 до 105 суток, среднеспелые (сорта Лимон, Регул, Янтарь) – от 114 до 117 суток и позднеспелые (сорт Рапан) – от 118 до 120 суток. Для гарантии консервативного подхода в расчетах нами была использована максимальная величина, равная 120 суткам.

### 5.6.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Исходная информация по численности животных бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). Для пересчетных коэффициентов и параметров по умолчанию были использованы рекомендованные в методиках 95% доверительные интервалы.

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

#### 5.6.4 Обеспечение и контроль качества

Для данной категории выполняется стандартный набор методов контроля качества. Учитывая, что выбросы  $\text{CH}_4$  при выращивании риса не относятся к ведущим источникам в сельском хозяйстве России отдельные процедуры обеспечения качества оценок именно по данной категории не применялись.

#### 5.6.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования

Учитывая применение методологии (Руководящих принципов..., 2006), в настоящем кадастре были полностью пересчитаны выбросы метана от рисовых полей за весь временной ряд.

В ответ на рекомендации групп по проверке в настоящем кадастре выполнено уточнение видов и доз вносимых органических добавок в рисовые поля.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 5.13.

### 5.7 Прямые выбросы $\text{N}_2\text{O}$ от сельскохозяйственных земель (3D1)

#### 5.7.1 Характеристика категории

В России аграрный сектор является ведущим источником антропогенного выброса  $\text{N}_2\text{O}$  в атмосферу. При этом основной вклад в общий национальный выброс  $\text{N}_2\text{O}$  (около 61% в среднем за период) дают сельскохозяйственные земли, включая обрабатываемые торфяные почвы. Прямой выброс  $\text{N}_2\text{O}$  из сельскохозяйственных почв в 2013 г. соответствовал 75% общего выброса закиси азота от сельского хозяйства.

Для расчета прямого выброса  $\text{N}_2\text{O}$  применялись рекомендуемые методики (Руководящие принципы..., 2006), в целом соответствующие Уровню 2 согласно уравнению 11.2 (т.к. для оценки выброса от внесенных минеральных удобрений разработаны подробные национальные коэффициенты для разных типов почв). При этом для наиболее значимого источника антропогенного азота в сельскохозяйственных почвах – для оценки выброса от остатков культурных растений разработана национальная методология. Для оценки выброса при культивации органогенных почв использована методология в соответствии с Уровнем 1 (Wetland supplement, 2014) и комбинация национальных коэффициентов выброса и коэффициентов по умолчанию.

На рисунке 5.5 показаны прямые выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  при использовании минеральных и органических удобрений, разложении растительных остатков, оставленных на полях, минерализованного азота, азота навоза, оставленного на пастбищах, а также от культивации органогенных почв на обрабатываемых землях и кормовых угодьях в течение периода 1990-2013 гг.

Ведущим источником выброса закиси азота в аграрном секторе России в 1990 г. являлся минерализованный азот (25%), а в 2013 г. ведущее место принадлежит выбросам от осушенных земель пашен и кормовых угодий (35%). При резком снижении объемов вносимых минеральных удобрений и сокращении поголовья сельскохозяйственных животных минерализация растительных (пожнивных и корневых) остатков обуславливает от 13 (в 1990г.) до 18% (в 2013г.) ежегодного поступления антропогенного азота в сельскохозяйственные земли. В 1990г. использование азотных удобрений определило поступление в атмосферу около 91 тыс. тонн  $\text{N}_2\text{O}$ . В 2013г. эта величина составила 27,4% от уровня 1990г. (24,9 тыс. тонн) и доля минеральных удобрений в прямых выбросах  $\text{N}_2\text{O}$  сократилась от 23 до 13% за период с 1990 по 2013г. Вклад органических удобрений (навоза и помета) в среднем в течение исследуемого периода составляет 11,3%, составляя 12,4% (в 1990г.) и 11,4% (в 2013г.); вклад навоза, оставленного на пастбищах составляет 7,3% (в 1990г.) и 7,0% (в 2013г.); вклад минерализованного азота изменялся от 25% (в 1990г.) до 16% (в 2013г.), а вклад органогенных земель увеличился от 19% (в 1990г.) до 35% (в 2013г.) общего прямого выброса  $\text{N}_2\text{O}$  от сельскохозяйственных земель страны соответственно.

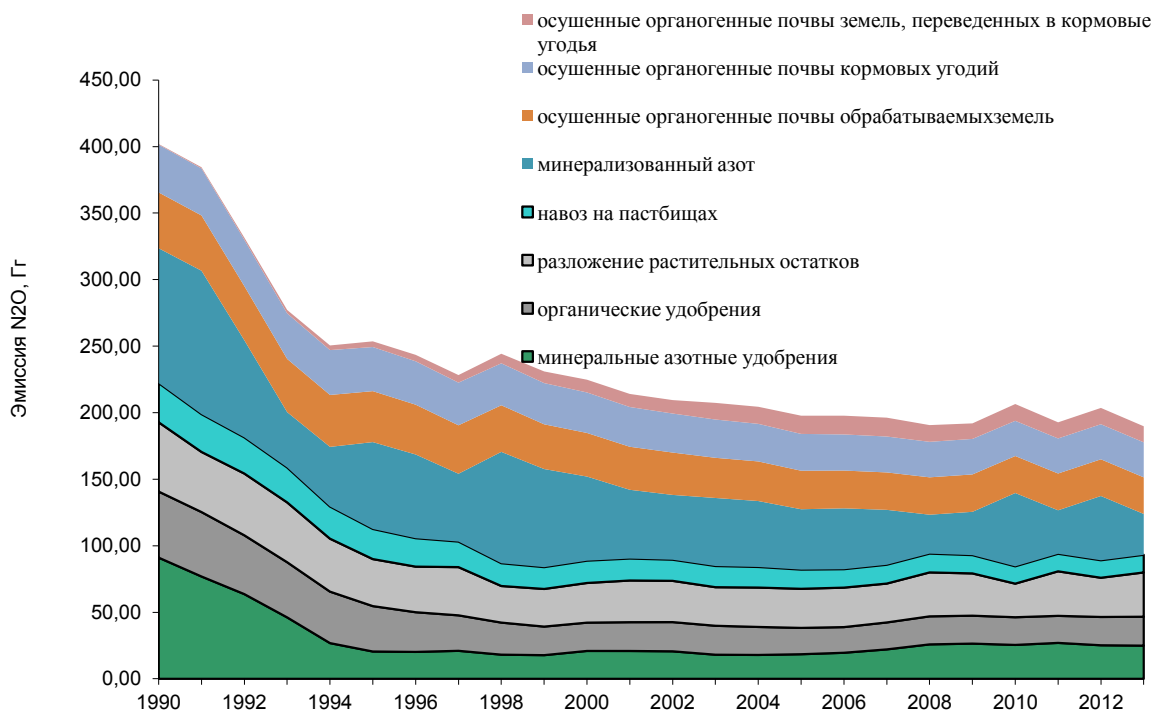


Рисунок 5.5 – Прямой выброс  $N_2O$  от сельскохозяйственных земель РФ

### 5.7.2 Методологические подходы

**Минеральные удобрения (3D1.1).** Необходимые сведения об общем количестве внесенных в сельскохозяйственные земли минеральных азотных удобрений в 1994, 1995 и 1998 гг. взяты из материалов ежегодных статистических сборников (Внесение минеральных и органических удобрений..., 1995; Внесение удобрений..., 1996; 1999). Данные по внесению минеральных азотных удобрений для 2000-2002 гг. предоставлены Министерством сельского хозяйства РФ. Количество азотных удобрений, использованных в 1990, 1993 и 2003-2013 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 63,5% (в 2012г. эта величина соответствовала 62,0%). Величины вносимых минеральных азотных удобрений за 1991 и 1992 гг., в течение которых статистическая отчетность в РСФСР (1991) и РФ (1992) по удобрениям не собиралась, были получены при помощи метода графической интерполяции данных о применении удобрений за известные годы (Романовская, 2000) в соответствии с рекомендациями МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006). Количества вносимых минеральных азотных удобрений под рисовые поля для 1990 и 1993-2013 гг. были также взяты из данных национальной статистики Росстата. Данные о внесении минеральных азотных удобрений под рис в 1991 и 1992 гг. были получены методом интерполяции между известными данными за 1990 и 1993 годы.

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).



В соответствии со сноской 11 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006) количества вносимых минеральных азотных удобрений ( $F_{SN}$ ) и вносимых органических азотных удобрений ( $F_{ON}$ ) не корректируются с учетом количеств  $NH_3$  и  $NO_x$ , улетучивающихся после внесения удобрений в почву.

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 Руководящих принципах МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006), который соответствует 1%. Для затопляемых рисовых полей рекомендован отдельный коэффициент прямого выброса закиси азота от минеральных азотных удобрений, который соответствует 0,003 кг  $N_2O-N$ /кг N (таблица 11.1 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006)). В целом, методология расчета соответствует Уровню 2 (Руководящие принципы..., 2006). Рассчитанные величины минеральных азотсодержащих удобрений, внесенных на черноземы, дерново-подзолистые, другие типы почв и под рисовые поля аграрного сектора страны, используемые пересчетные коэффициенты и соответствующий выброс  $N_2O$  для 2013 года приведены в таблице 5.17.

Таблица 5.17

*Внесение минеральных азотных удобрений, коэффициенты выброса и выброс  $N_2O$  от минеральных азотных удобрений в 2013г.*

	Черноземы	Дерново- подзолистые почвы	Другие ти- пы почв	Внесение под рис
Внесение минеральных азотных удобрений, тыс. тонн N	747,79	171,49	231,09	16,23
Коэффициенты выброса, кг $N_2O$ - $N$ /кг N внесенных удобрений	0,0126 <sup>1)</sup>	0,0238 <sup>1)</sup>	0,01 <sup>2)</sup>	0,003 <sup>2)</sup>
Выбросы $N-N_2O$ , Гг	9,42	4,08	2,31	0,05

<sup>1)</sup> Национальные коэффициенты (Романовская, 2000; Romanovskaya et al., 2002).

<sup>2)</sup> Коэффициент, рекомендованный МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006).

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).

**Органические удобрения (3D1.2).** Оценка выброса  $N_2O$  при внесении органических удобрений выполнена в соответствии с Уровнем 1 методики МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006).

В соответствии с уравнением 11.3 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006) количество азота, вносимого с органическими удобрениями, включает азот навоза и помета, поступающего из систем сбора и хранения для внесения в почвы ( $F_{AM}$ ); азот сточных вод ( $F_{SEW}$ ); азот в компосте (исключая компост на основе навоза/помета) ( $F_{COMP}$ ) и азот других органических добавок ( $F_{OOA}$ ).

Внесение сточных вод в почвы в Российской Федерации не производится ввиду высокой токсичности остатков и их загрязнения тяжелыми металлами и гельминтами. Заготовка компостов предусматривает добавление подстильного навоза или помета из систем сухого хранения, поэтому величина ( $F_{COMP}$ ) не оценивалась во избежание двойного учета. Внесение в культивируемые почвы дополнительных видов органических добавок также не производится: отходы пивоварения, отходы переработки непищевого животного сырья учтены в секторе Отходы.

Учитывая указанное выше, азот органических удобрений в настоящем кадастре включает только азот навоза и помета, поступающего для внесения в обрабатываемые почвы из систем хранения. В соответствии с уравнением 11.4 (глава 11 том 4, Руководящие принципы..., 2006) необходимо учесть фракцию азота навоза и помета, используемую в качестве топлива, для строительства или для кормления. Данные виды использования навоза/помета в Российской Федерации не существуют, поэтому соответствующие величины были приняты равными нулю.

Таким образом,  $F_{AM}$  в кадастре равно величине  $N_{MMS\_Avb}$  (количество азота, поступающего из систем сбора и хранения навоза и помета для последующего внесения в почвы), которое определено в разделе 3B2.

Отдельно рассчитано количество органических удобрений, вносимых под рисовые поля. Для этого использованы статистические данные Росстата по посевным площадям риса и среднему внесению органических удобрений в расчете на гектар. Величина, полученная умножением этих величин, соответствует общему внесению органических удобрений под рис. Для исключения двойного учета, эта величина была вычтена из общего количества  $F_{AM}$  (т.е. из общего количества азота, поступающего из систем сбора и хранения навоза и помета для последующего внесения в почвы).

Коэффициент выбросов  $N_2O$  от органических удобрений принят равным по умолчанию 0,01 кг  $N_2O-N$ /кг N, а коэффициент выбросов от внесения под рисовые поля – 0,003 кг  $N_2O-N$ /кг N (таблица 11.1 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006)).

В 2013 г. прямые выбросы  $N_2O$  от внесения органических удобрений в обрабатываемые почвы соответствовали величине 13,82 тыс. тонн  $N_2O-N$ .

Учитывая обновление коэффициентов прямого выброса закиси азота от органических удобрений и подразделение расчетов по внесению под рисовые поля и остальные виды посевов, в настоящем кадастре выполнены соответствующие пересчеты для всего временного ряда.

**Навоз, оставленный животными на пастбищах (3D1.3).** 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 3B2.

В соответствии с рекомендациями МГЭИК, коэффициенты выброса закиси азота для пастбищного навоза по умолчанию подразделяются по видам животных: для навоза КРС, коров, свиней и птицы соответствует 0,02 кг  $N_2O-N$ /кг N; для овец и остальных видов пастбищных животных – 0,01 кг  $N_2O-N$ /кг N (Руководящие принципы..., 2006).

В 2013 году выброс  $N_2O$  от навоза и помета, оставленных на пастбищах и огороженных выпасах составил 8,44 тыс. тонн  $N_2O-N$ .

Учитывая обновление коэффициентов прямого выброса закиси азота от навоза и помета, оставленных на пастбищах, в настоящем кадастре выполнены соответствующие пересчеты для всего временного ряда.

**Растительные остатки (3D1.4).** В соответствии со сноской 2 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006) выбросы  $N_2O$  от фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями культивируемых растений (азотфиксаторов) не считаются прямым источником  $N_2O$  вследствие отсутствия доказательства значительных выбросов, происходящих в результате самой фиксации. Поэтому в настоящем кадастре данный источник выбросов не рассматривался.

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, 1992а; 1992b; Унежев, 1996; Чупрова, 1997). Выбор для расчетов соответствующих уравнений регрессии и коэффициентов, разработанных Левиным для определения массы азота, поступающего в почвы при минерализации растительных остатков (Левин, 1977; 1983), обоснован несколькими причинами. Во-первых, исследования Левина выполнены на основе анализа большого количества экспериментального материала на всей территории Российской Федерации.

Во-вторых, данная методика учитывает летнее поступление отмирающей биомассы растений, которое по некоторым оценкам составляет от 60 до 80% общего количества не утилизируемой мортмассы (Чупрова, 1997). Ниже представлен общий вид уравнений, используемых в расчетах:

$$AbилиUn = \sum_i ((a_i Y_i + b_i) \cdot N_i) \cdot S_i, \quad (5.6)$$

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 5.18. 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.

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..., 2009, 2011, 2013; Российский статистический ежегодник, 2005-2014; интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)).

В кадастр включены также виды культурных растений с незначительным вкладом, которые, как правило, не включены в опубликованные статистические сборники Росстата, однако информация по ним собирается. В частности, такие виды включают: рожь яровая, тритикале, сорго, прочие масличные культуры (рыжик, клещевина, кунжут, сафлор, арахис, мак масличный, сурепица, перилла, лямлеманция), прочие технические культуры (табак, цикорий, хлопок, махорка, конопля южная, лекарственные культуры и эфиромасличные культуры), бахчевые культуры, остальные кормовые (бахчевые кормовые и кормовые на силос (без кукурузы)).

В соответствии со сноской 3 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006) азот в остатках многолетних кормовых культур учитывается только в течение периодического обновления пастбищ, т.е. не обязательно каждый год, как в случае с однолетними культурами. Соответственно в настоящем кадастре остатки на естественных сенокосах были исключены из расчета, т.к. периодического обновления этих сенокосов не производится. Для посевов многолетних трав период обновления принят равным 3 года в соответствии с консервативным подходом, хотя имеются данные, что посе-вы могут не обновляться в течение 7-10 лет.

При расчете урожайности многолетних и однолетних кормовых трав учитывали не только сбор трав на сено, но и сбор на силос, зеленый корм, сенаж и травяную муку. Учитывая, что статистика по последним представляется в расчете на зеленую массу, пересчет в массу сухого вещества был произведен с помощью переводного коэффициента (4,6), который получен при анализе доступных статистических данных по весу зеленой массы и в пересчете на сено (данные Росстата).

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 и сорго рассчитывались по просу, масличных культур (рапса, горчицы, сои и прочих масличных) – по гороху, остатки бахчевых рассчитывали по овощным культурам, а прочих технических культур – по конопле. Растительные остатки тритикале (гибрид пшеницы и ржи) рассчитаны по уравнениям для озимой пшеницы.

В соответствии с рекомендациями (Руководящие принципы..., 2006) поступление азота с растительными остатками риса не суммировалось с остальными культурными растениями и выбросы от остатков риса определялись по рекомендованному коэффициенту 0,003 кг N<sub>2</sub>O–N/кг N (таблица 11.1 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006)).

Таким образом, в настоящем кадастре выполнены пересчеты выбросов закиси азота от растительных остатков ввиду применения обновленных коэффициентов прямого выброса для остатков риса и остальных культур, исключения из расчета остатков на площадях естественных сенокосов и рассмотрение растительных остатков от посевов многолетних трав раз в 3 года.

Таблица 5.18

*Уравнения для расчета количества азота, поступающего в почвы  
с растительными остатками*

Культура	Урожайность, ц/га	Азот, поступающий с	
		поверхностными остат- ками ( <i>Ab</i> )	корнями ( <i>Un</i> )
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	$= (0,4 \cdot Y + 3,1) \cdot 1,4/100$	$= (1 \cdot Y + 6,6) \cdot 1,2/100$

Культура	Урожайность, ц/га	Азот, поступающий с	
		поверхностными остат- ками ( $A_b$ )	корнями ( $U_n$ )
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 корнепло- ды	50-200 201-400	$= (0,003 \cdot Y + 2,4) \cdot 1,3/100$ $= (0,01 \cdot Y + 1) \cdot 1,3/100$	$= (0,05 \cdot Y + 5,2) \cdot 1/100$ $= (0,05 \cdot Y + 5,5) \cdot 1/100$
лен	3-10	$= (1,3 \cdot Y + 9,4) \cdot 0,8/100$	
конопля	3-10	$= (2,2 \cdot Y + 9,1) \cdot 0,5/100$	
силосные	100-200	$= (0,03 \cdot Y + 3,6) \cdot 0,8/100$	$= (0,12 \cdot Y + 8,7) \cdot 1,2/100$
кукуруза на силос	100-200 201-350	$= (0,03 \cdot Y + 3,6) \cdot 0,8/100$ $= (0,02 \cdot Y + 5) \cdot 0,8/100$	$= (0,12 \cdot Y + 8,7) \cdot 1,2/100$ $= (0,08 \cdot Y + 16,2) \cdot 1,2/100$
однолетние травы	10-40	$= (0,13 \cdot Y + 6) \cdot 1,1/100$	$= (0,7 \cdot Y + 7,5) \cdot 1,2/100$
многолетние травы	10-35 36-60	$= (0,2 \cdot Y + 6) \cdot 1,9/100$ $= (0,1 \cdot Y + 10) \cdot 1,9/100$	$= (0,8 \cdot Y + 11) \cdot 2,1/100$ $= (1 \cdot Y + 15) \cdot 2,1/100$

**Минерализация/иммобилизация азота, связанная с потерями/накоплением почвенного органического вещества (3D1.5).** Для оценки годового количества азота, минерализуемого в минеральных почвах в результате потерь почвенного углерода при изменении в землепользовании или управлении, было применено уравнение 11.8 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006). Согласно рекомендациям МГЭИК необходимо производить оценку выброса закиси азота при минерализации почвенного органического вещества на разных типах землепользования, включая обрабатываемые почвы и сенокосы и пастбища. В случае накопления почвенного органического вещества может быть оценена иммобилизация азота в почвах, однако рекомендуемых коэффициентов и пересчетных параметров в методике 2006 г. не приводится.

Согласно оценкам настоящего кадастра потери (минерализация) почвенного органического вещества наблюдается в почвах обрабатываемых земель для всех лет временного ряда, в то время, как на почвах сенокосов и пастбищ происходит накопление углерода (см. раздел 6.4.3.1.1 настоящего доклада). Таким образом, оценка прямого выброса закиси азота производилась только для величин минерализованного почвенного органического вещества в почвах обрабатываемых земель.

На основе данных баланса углерода в почвах обрабатываемых земель (см. раздел 6.4.2.1 настоящего доклада и категорию 4В ОФД) и соотношения C/N, принятым равным 10 по умолчанию (Руководящие принципы..., 2006) было рассчитано количество минерализованного азота  $F_{SOM}$  и оценены соответствующие прямые выбросы. При этом были отдельно оценено количество минерализованного азота в почвах под рисовыми полями. Для этого использованы данные по средним потерям углерода в почвах обрабатываемых земель в расчете на гектар и посевные площади риса в соответствующий год (данные Росстата). Умножением этих величин были оценены потери углерода в почвенном органическом веществе рисовых полей, и переведены в массу азота, как объяснено выше. Следует отметить, что для исключения двойного учета потери углерода в почвах рисовых полей были вычтены из общей величины баланса углерода в почвах обрабатываемых земель.

Изменения запасов углерода в почвах обрабатываемых земель (под рисовыми полями и во всех остальных почвах), соответствующее количество минерализованного азота и прямые выбросы от него приведены в таблице 5.19.

Данная категория оценена в кадастре РФ впервые в связи с переходом на методологию МГЭИК 2006 года (Руководящие принципы..., 2006).

Таблица 5.19

Изменения запасов углерода в почвах обрабатываемых земель и прямой выброс  $N_2O$  при минерализации азота

Годы	Изменения запасов почвенного органического углерода обрабатываемых земель, тыс. тонн С		Минерализованный азот, тыс. тонн		Выброс $N_2O$ , тыс. тонн
	все обрабатываемые почвы без рисовых полей	рисовые поля	все обрабатываемые почвы без рисовых полей	рисовые поля	
1990	64458,82	139,89	6445,88	13,99	101,36
1991	68538,72	139,75	6853,87	13,98	107,77
1992	46425,95	95,84	4642,59	9,58	73,00
1993	26457,68	54,77	2645,77	5,48	41,60
1994	28519,26	44,70	2851,93	4,47	44,84
1995	41524,77	58,79	4152,48	5,88	65,28
1996	40036,43	58,32	4003,64	5,83	62,94
1997	32444,28	42,66	3244,43	4,27	51,00
1998	53244,34	70,32	5324,43	7,03	83,70
1999	46907,62	76,54	4690,76	7,65	73,75
2000	40210,17	68,07	4021,02	6,81	63,22
2001	32880,84	49,34	3288,08	4,93	51,69
2002	30989,89	45,68	3098,99	4,57	48,72
2003	32524,61	53,29	3252,46	5,33	51,14
2004	31519,00	44,31	3151,90	4,43	49,55
2005	28866,53	45,55	2886,65	4,55	45,38
2006	29086,47	52,92	2908,65	5,29	45,73
2007	26254,49	47,89	2625,45	4,79	41,28
2008	18601,08	33,49	1860,11	3,35	29,25
2009	20706,40	41,08	2070,64	4,11	32,56
2010	35036,62	78,93	3503,66	7,89	55,09
2011	20786,71	48,19	2078,67	4,82	32,69
2012	30727,90	68,23	3072,79	6,82	48,32
2013	19517,02	40,80	1951,70	4,08	30,69

**Органогенные почвы (3D1.6).** До 2006 года ежегодные статистические данные по площадям обрабатываемых/осушенных 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 осушенных почв. Согласно статистическим данным по площадям осушенных земель для 2006 года доля органогенных почв на землях обрабатываемых земель определена равной 2,88%. Для лет периода 2006 -2013 ежегодная доля органогенных почв культивируемых земель рассчитана по статистическим данным площадей осушенных земель пашен и многолетних насаждений (Земельный фонд России, 2007-2012; данные Росреестра, 2015) и составляет 2,7-2,9%.

В предыдущем кадастре данные по площадям органогенных почв для 1990-2005 определяли на основе суммарной площади торфянистых и торфяных почв в сельскохозяйственных угодьях России по состоянию на 1980г., которая составляла около 1,5% (Распределение земельного фонда..., 1980). Для совершенствования кадастра и с точки зрения сохранения

консервативного подхода к оценкам в настоящем кадастре было решено заменить устаревшие данные на долю осушенных земель в 2006 г., которая применена для всех лет периода 1990-2005. Таким образом, площади и прямые выбросы  $N_2O$  от органогенных почв обрабатываемых земель были пересчитаны.

Методология расчета соответствует Уровню 1 и выполняется по уравнению 2.7 (Wetland supplement, 2014).

Применен национальный коэффициент выброса закиси азота от культивируемых торфяных и торфянистых почв. Согласно исследованию (Павлик, 2012) при выращивании многолетних трав на сено на торфяных почвах заливных лугов (агрозем торфяный типичный, агрозем торфяный глееватый, агрозем торфяно-минеральный типичный) средняя годовая эмиссия  $N_2O$  соответствовала  $7 \pm 2$  кг  $N_2O-N/га$  в год по сравнению с контролем эмиссии на залежи.

Учитывая, что основные области осушенных органогенных земель расположены на севере страны, где пахотные земли используются, в основном, для возделывания многолетних трав (отдельно или как часть севооборотов с преобладанием многолетних трав), исследование (Павлик, 2012) выполненное на почвах заливных лугов считается репрезентативным. В то же время, в соответствии с подходами МГЭИК, основной причиной выброса  $N_2O$  на таких землях является минерализация азота в органическом веществе почвы после их осушения. Сам факт осушения вызывает постоянную усиленную минерализацию органического вещества почвы, а азот в дальнейшем теряется в результате процессов денитрификации/нитрификации. Поэтому величина выброса  $N_2O$  от осушенных органогенных почв не зависит от типа выращиваемых культур, в такой же мере, как, например, прямые выбросы  $N_2O$  от внесенных удобрений. Таким образом, было принято, что измерения, выполненные в исследовании (Павлик, 2012) для оценки выбросов  $N_2O$  от обычных видов торфяных почв в России, могут быть использованы для настоящего кадастра. Соответственно, значение 7 кг  $N_2O-N/га$  было использовано для оценки выброса закиси азота от культивируемых органогенных почв.

Согласно таблице 2.5 главы 2 (Wetland supplement, 2014) коэффициент прямого выброса закиси азота от осушенных органогенных почв на обрабатываемых землях бореального и тропического регионов равен 13 кг  $N_2O-N/га$  (Wetland supplement, 2014). Национальный коэффициент ниже рекомендуемого на 46%. По-видимому, это обусловлено включением в коэффициент по умолчанию тропической зоны, где наблюдаются повышенные скорости минерализации почвенного органического вещества при осушении земель. В то время как на территории России большинство органогенных почв расположено в северных районах бореальной зоны и в зоне вечной мерзлоты с отрицательными среднегодовыми температурами и коротким вегетационным периодом, в течение которого может происходить минерализация почвенного органического вещества.

Рассчитанные площади органогенных почв и соответствующий выброс  $N_2O$  с них приведены в таблице 5.20.

Таблица 5.20

*Площади осушенных органогенных почв на обрабатываемых землях и выброс  $N_2O$  с их территории, тыс. тонн*

Годы	Сумма посевных площадей, пара и многолетних насаждений, тыс. га	Доля органогенных почв в общей площади культивируемых земель, %	Площадь органогенных почв, га	Выброс $N_2O$ , тыс. тонн
1990	132532,4	2,88	3813807	41,95
1991	131210,6	2,88	3775770	41,53
1992	128630,6	2,88	3701527	40,72
1993	126339,4	2,88	3635594	39,99

<b>1994</b>	123324,5	2,88	3548836	39,04
<b>1995</b>	120962,4	2,88	3480864	38,29
<b>1996</b>	118247,1	2,88	3402727	37,43
<b>1997</b>	114999,5	2,88	3309273	36,40
<b>1998</b>	110696,3	2,88	3185442	35,04
<b>1999</b>	106192,6	2,88	3055842	33,61
<b>2000</b>	103554,3	2,88	2979921	32,78
<b>2001</b>	102116,6	2,88	2938549	32,32
<b>2002</b>	100547,4	2,88	2893393	31,83
<b>2003</b>	95373,1	2,88	2744495	30,19
<b>2004</b>	94039,2	2,88	2706111	29,77
<b>2005</b>	91402,9	2,88	2630247	28,93
<b>2006</b>	89752,0	2,88	2582740	28,41
<b>2007</b>	88974,1	2,87	2556700	28,12
<b>2008</b>	91256,7	2,80	2552800	28,08
<b>2009</b>	92374,1	2,77	2555200	28,11
<b>2010</b>	90430,5	2,80	2528800	27,82
<b>2011</b>	91232,4	2,75	2513100	27,64
<b>2012</b>	90895,0	2,76	2507300	27,58
<b>2013</b>	91161,0	2,74	2501600	27,52

Согласно рекомендациям методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006) прямой выброс  $N_2O$  от осушенных земель должен оцениваться для всех видов землепользования. В секторе сельского хозяйства в настоящем кадастре рассматриваются также выбросы  $N_2O$  от осушенных земель на территории сенокосов и пастбищ. В предыдущем кадастре эти выбросы были включены в отчетность сектора ЗИЗЛХ (раздел 7.2.3.1 в НДК 2014) и ОФД в разделе в категории 5D.2.П «Выбросы иных, чем  $CO_2$ , парниковых газов при осушении болот», в подкатегории «осушенные кормовые угодья».

Площадь осушенных органогенных земель на территории кормовых угодий была определена расчетным путем на основании общей ежегодной площади сенокосов и пастбищ в стране (Сельское хозяйство в России, 1995, 2000, 2004, 2009, 2013) Российский статистический ежегодник, 2005-2014; Земельный фонд России, 2007-2014) и доле торфянистых и торфяных почв в кормовых угодьях России, которая по состоянию на 1980 г. составляла около 3,0% (Распределение земельного фонда..., 1980). Эта величина была использована для 1990 года. Для лет периода с 1991 по 2005 годы площади органогенных почв на кормовых угодьях были определены методом интерполяции. С 2006 года и далее для расчетов используются статистические данные по площадям осушенных земель сенокосов и пастбищ (Земельный фонд России, 2007-2014). Их доля от общей площади кормовых угодий постепенно сокращается от 2,59% (2006г.) до 2,50% (2013г.). Уточнение площадей органогенных почв выполнено в соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра РФ в 2011г.



Для оценки прямого выброса закиси азота от осушенных органогенных почв кормовых угодий применяли методику и рекомендуемые коэффициенты по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014).

Расчет выброса закиси азота от осушенных органогенных почв кормовых угодий выполнен в соответствии с коэффициентом по умолчанию для осушенных луговых ценозов бореальной зоны 9,5 кг N<sub>2</sub>O-N/га/год, приведенном в таблице 2.5, раздел 2.2.2.2., стр. 2.28-2.29 (Wetlands supplement, 2014).

Результаты расчета выброса N<sub>2</sub>O от органогенных почв кормовых угодий приведены в таблице 5.21.

Таблица 5.21

*Потери углерода и выбросы метана и закиси азота на территории органогенных почв кормовых угодий, тыс. тонн*

Годы	Площадь кормовых угодий, тыс. га	Доля органогенных почв в общей площади кормовых угодий, %	Площадь органогенных почв кормовых угодий, тыс. га/год	Выброс N <sub>2</sub> O, тыс. тонн
1990	80139	3,00	2404,2	35,89
1991	79735	2,97	2367,5	35,34
1992	78282	2,98	2330,8	34,80
1993	76257	3,01	2294,2	34,25
1994	77766	2,90	2257,5	33,70
1995	78669	2,82	2220,8	33,15
1996	78722	2,77	2184,2	32,61
1997	77609	2,77	2147,5	32,06
1998	69769	3,03	2110,8	31,51
1999	72579	2,86	2074,2	30,96
2000	72642	2,80	2037,5	30,42
2001	72163	2,77	2000,8	29,87
2002	71577	2,74	1964,17	29,32
2003	71471	2,70	1927,50	28,77
2004	70918	2,67	1890,83	28,23
2005	72482	2,63	1854,17	27,68
2006	70054	2,59	1817,5	27,13
2007	70092	2,58	1806,8	26,97
2008	70297	2,54	1787,0	26,68
2009	70021	2,55	1787,0	26,68
2010	70104	2,53	1771,0	26,44
2011	70180	2,51	1765,0	26,35
2012	70287	2,51	1765,3	26,35
2013	70366	2,50	1762,1	26,31

**Другие источники (3D1.7).** В соответствии с рекомендациями групп экспертов по проверке в настоящем кадастре впервые выполнена оценка выброса N<sub>2</sub>O от органогенных почв бывших пахотных земель, переведенных в сенокосы и пастбища. Соответствующие выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от этих почв приведены в отчетности сектора ЗИЗЛХ, категория 4.C, раздел 4(II).

Площади органических почв на этих землях рассчитаны на основе ежегодных долей органогенных почв в общей площади культивируемых земель (%), приведенных в таблице 5.20 выше, и общих площадей переведенных земель.

Коэффициент выброса  $N_2O$  соответствует коэффициенту по умолчанию для луговых угодий бореальной зоны (9,5 кг  $N-N_2O$ /га/год) и взят из таблицы 2.5, раздел 2.2.2.2., стр. 2.28-29 (Wetlands Supplement, 2014). Результаты расчетов приведены в таблице 5.22.

Таблица 5.22

*Выбросы закиси азота на территории органогенных почв бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, тыс. тонн*

Годы	Площадь бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, тыс. га	Доля органогенных почв в общей площади кормовых угодий, %	Площадь органогенных почв бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, тыс. га/год	Выброс $N_2O$ , тыс. тонн
1990	1167,6	2,88	33,6	0,50
1991	2089,4	2,88	60,1	0,90
1992	3669,4	2,88	105,6	1,58
1993	5921,0	2,88	170,4	2,54
1994	8075,5	2,88	232,4	3,47
1995	9937,6	2,88	286,0	4,27
1996	11283,1	2,88	324,7	4,85
1997	13255,9	2,88	381,5	5,69
1998	16755,5	2,88	482,2	7,20
1999	20391,5	2,88	586,8	8,76
2000	22299,0	2,88	641,7	9,58
2001	22853,0	2,88	657,6	9,82
2002	23544,0	2,88	677,5	10,11
2003	29128,0	2,88	838,2	12,51
2004	29862,1	2,88	859,3	12,83
2005	31849,1	2,88	916,5	13,68
2006	32816,2	2,88	944,3	14,10
2007	33032,9	2,87	949,2	14,17
2008	30085,1	2,80	841,6	12,56
2009	28304,1	2,77	782,9	11,69
2010	30242,4	2,80	845,7	12,63
2011	29433,7	2,75	810,8	12,10
2012	29768,8	2,76	821,2	12,26
2013	29497,9	2,74	809,5	12,08

### 5.7.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Исходная информация по численности животных бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). Для пересчетных коэффициентов и параметров по умолчанию были использованы рекомендованные в методиках 95% доверительные интервалы.

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 по уравнениям 3.1 и 3.2 главы 3 тома 1 (Руководящие принципы..., 2006). 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  $\pm 30\%$ . Точность национального коэффициента выброса  $N_2O$  при культивации органогенных почв (Павлик, 2012) имеет неопределенность  $\pm 28,5\%$ , что значительно меньше неопределенности коэффициента по умолчанию ( $-88/+900\%$ ) (Wetland supplement, 2014).

Как указано выше, в результате уточнения площадей используемых органогенных почв их неопределенность сократилась от 50% до 30%. Применение национального коэффициента выброса закиси азота от культивируемых органогенных почв позволило дополнительно снизить неопределенность оценок не только для данной категории (от 276,6% до 41,4%), но и общей неопределенности оценок в секторе.

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

### 5.7.4 Обеспечение и контроль качества

Для обеспечения и контроля качества данной подкатегории применялись общие процедуры Российского национального кадастра, приведенные в соответствующей главе НДК, а также специфичные для сектора сельского хозяйства (см. раздел 5.12 ниже).

*Минеральные удобрения.* Нами проводится контроль качества данных о внесении минеральных удобрений в почвы в соответствии с Уровнем 2 (Руководящие принципы..., 2006). 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 2011-2013 гг. 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 1990-2013 гг. была рассчитана следующая величина в расчете на 100% действующего вещества:

$$Bal = \text{Производство удобрений} - \text{экспорт удобрений} + \text{импорт удобрений} \quad (5.7)$$

Так, производство минеральных удобрений в 2013г. составляло 18,444 млн. тонн действующего вещества, а экспорт – 15,7 млн. тонн действующего вещества. 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 5.6 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».

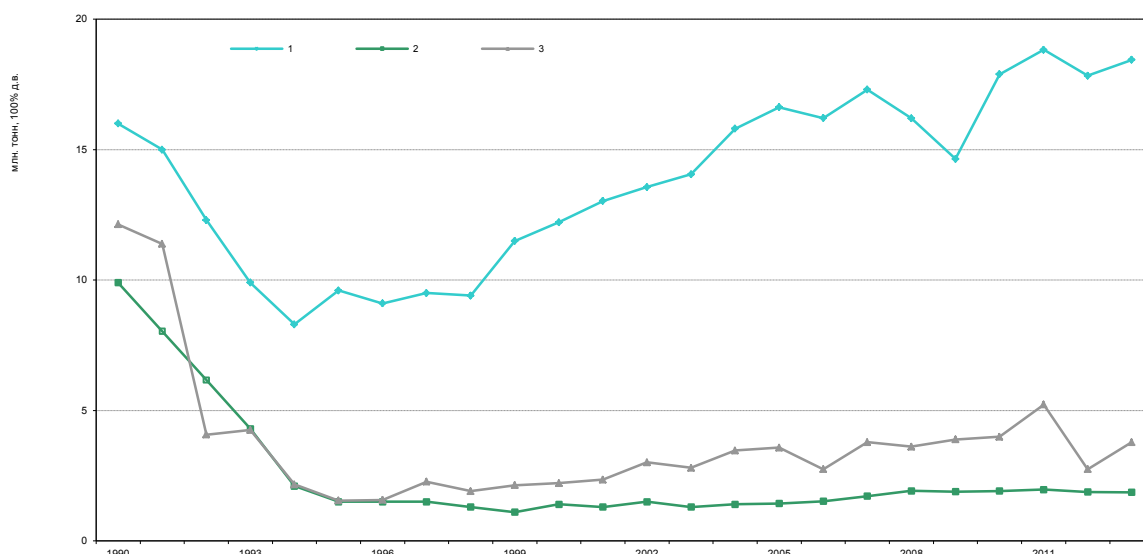


Рисунок 5.6 – Производство, внесение и продажи минеральных удобрений на внутреннем рынке РФ, где 1– производство удобрений; 2 – внесение удобрений под посевы; 3 – величина «Bal» (отражает продажи удобрений на внутреннем рынке РФ)

Как следует из рисунка 5.6 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 E927b, используемой при производстве жевательной резинки, а также применяется для очистки выбросов ТЭЦ и мусоро-

сжигательных 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 5.23. Данные таблицы 5.23 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 5.23

*Использование продуктов синтеза минеральных удобрений в качестве промышленного сырья*

Годы	Производство, тонн		
	Карбамидные смолы (в пересчете на содержание сухого вещества)	Карбамидно- фурановые смолы	Пластические массы и синтетические материалы на основе мочевины и меламина
1997	204863	7413	226
1998	212137	15958	7433
1999	294600	9126	189
2000	345741	9695	1306
2001	438338	11275	1674
2002	460638	11320	2154
2003	491766	13099	2436
2004	522069	17186	2216
2005	530295	17284	2964
2006	565979	17173	2345
2007	631765	16981	2469
2008	593185	18218	2259
2009	507845	8460	1320
2010	631890	4100	770000
2011	734483	4200	898000
2012	н/д	4600	939000
2013			

<sup>1)</sup> Формирование официальной статистической информации по производству продукции в натуральном выражении с 2010г. осуществляется Росстатом в соответствии с Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности ОК 034-2007 (ОКПД), внесены соответствующие изменения в наименование показателей.

Также в ходе углубленной проверки Национального кадастра парниковых газов РФ в 2010-2012 гг. 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 5.24 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 5.24

*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
2012	2,67 <sup>2)</sup>	1,9
2013		1,8

<sup>1)</sup> Внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях

<sup>2)</sup> Соответствует оптовым продажам в физическом весе в 2011 – 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 2012 – 5,7 млн. тонн ([http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139916653609](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139916653609))

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 5.25. 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).

На момент подготовки настоящего доклада данные ФАО за 2013 г. еще не были доступны (н/д).

Таблица 5.25

*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	
1990	4131,30	—	
1991	3589,70	—	
1992	2974,40	2622,0*	11,8
1993	2160,00	2051,0*	5,0
1994	1253,00	900,0*	28,2
1995	959,90	1000,0*	-4,2
1996	945,60	984,0*	-4,1
1997	983,60	950,0*	3,4
1998	848,40	831,0*	2,1
1999	682,00	959,0	-40,6
2000	959,00	960,0	-0,1
2001	889,00	1090,5	-22,7
2002	965,26	950,0*	1,6
2003	846,33	846,33	0,0
2004	838,27	838,27	0,0
2005	863,24	863,24	0,0
2006	914,66	914,66	0,0
2007	1033,39	1043,75	-1,0
2008	1209,76	1209,76	0,0
2009	1236,767	1236,77	0,0
2010	1192,676	1192,68	0,0
2011	1262,820	1262,82	0,0
2012	1179,785	1179,79	0,0
2013	1166,605	н/д	

\*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 сравнительно высоких доз (выше 100 кг д. в-ва/га). Такие нормы не характерны для Российской Федерации, поэтому урожайность растений, в частности, зерновых культур, находится в значительной зависимости от погодных условий и общего плодородия почв.

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 5.26). Таким образом, дозы удобрений, использованных под зерновые, имеют растущую тенденцию и могут в определенной степени объяснять увеличение их урожайности.

Таблица 5.26

*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
2012	742,53	39,7	50,2
2013	741,18	40,1	52,7

*Растительные остатки.* В настоящем кадастре для оценки количества азота растительных остатков, который является ведущим источником прямой эмиссии N<sub>2</sub>O от почв, разработана национальная методика (раздел 5.7). Для контроля качества выполненных расчетов нами было проведено сравнение с оценками, выполненными в соответствии с методикой по



умолчанию МГЭИК 2006 года (Руководящие принципы..., 2006). Результаты расчетов приведены на рисунке 5.7.

Как следует из рисунка 5.7, оценки выброса  $N_2O$  от азота растительных остатков, выполненные по национальной методологии для периода с 1990 г., ниже оценок, полученных по методике МГЭИК 2006 г.; близки к ним в течение с 1991 по 1993 гг. и выше для всех остальных лет. Тренды выбросов, рассчитанные по этим методологиям, отражают тренд сокращения общего сбора валовой продукции в стране с 1990 г. 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. 5.7). В 2012 г. в связи с уменьшением посевной площади и средней урожайности некоторых культур по обеим методикам отмечается снижение общего выброса от азота растительных остатков. В 2013 г. выбросы вновь выросли в соответствии с ростом площадей и урожайности.

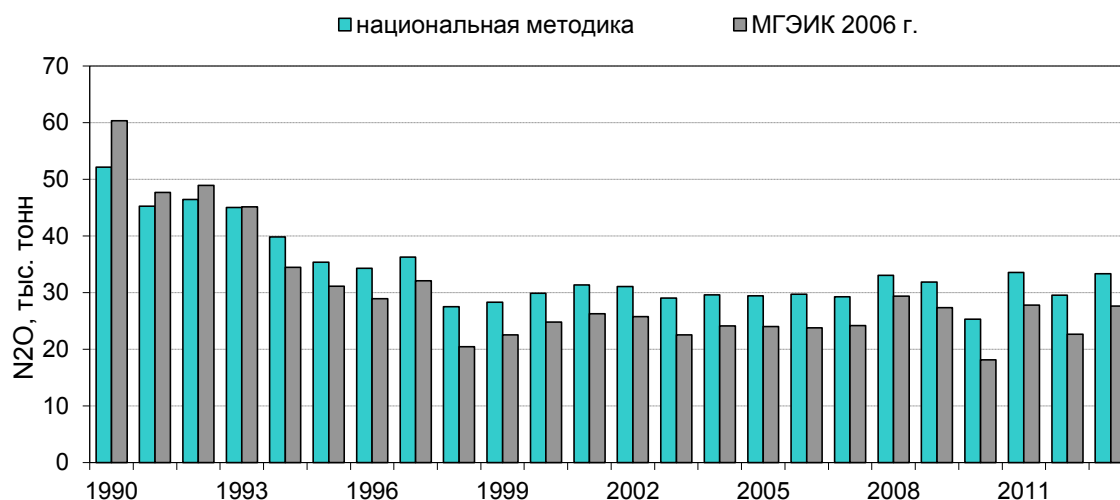


Рисунок 5.7 – Сравнение оценок выброса  $N_2O$  от азота растительных остатков по методике МГЭИК 1997 года, по Уровню 2 методики МГЭИК 2006 года и по национальной методологии

С 1990 по 2013 гг. площади пахотных земель, используемых землепользователями, занимающимися сельхозпроизводством в стране сократились на 12,4%, в то время как посевные площади сократились на 33,7%. Расчетный выброс  $N_2O$  по национальной методике упал за этот период на 35,7%, что обусловлено ежегодными изменениями урожайности растений. Известно, что количество растительных остатков находится в прямой зависимости от посевных площадей, однако уровень урожайности также оказывает свое воздействие. При низкой урожайности абсолютная масса растительных остатков сокращается, но отношение остатков к урожаю основной продукции растет (Romanovskaya et al., 2004). Именно этот аспект объясняет значительные различия в оценках, выполненных по национальной методике и Уровню 2 методики МГЭИК 2006 г. Хотя в последнем случае также применяются регрессионные уравнения, основанные на урожайности культурных растений, однако, в отличие от национальной методологии, не разработаны уравнения, соответствующие разному уровню урожайности. Пересчетные коэффициенты уравнений для методики МГЭИК 2006 г. были разработаны по данным США на основе урожайности культур в 2, иногда в 3 раза превышающей современный уровень урожайности в России, и, следовательно, эти коэффициенты занижают отношение остатков к урожаю основной продукции для условий нашей страны. Именно поэтому, оценка количества растительных остатков при низком уровне урожайности с использованием уравнений для высокой урожайности дает систематически неверные (заниженные) результаты (рис. 5.7).

Следует также отметить, что метод, рекомендуемый МГЭИК (2006 г.), имеет ряд обобщений в целях упрощения расчетов. Так в методике 2006 г. МГЭИК ввела большое количество групп растений, и даже для нескольких видов разработаны специализированные уравнения регрессии. Однако только национальная методология оценки характеризуется наибо-

лее 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.

#### **5.7.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

В настоящем кадастре были пересмотрены площади осушенных органогенных почв обрабатываемых земель за 1990-2005 гг. и, соответственно, пересчитаны выбросы  $N_2O$ .

Пересчеты всех подкатегорий в категории прямого выброса  $N_2O$  от сельскохозяйственных почв выполнены в связи с применением методологии МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). Кроме того, в соответствии с рекомендациями выполнен перенос отчетности из сектора ЗИЗЛХ по осушенным органогенным почвам сенокосов и пастбищ.

Новым источником, оценка которого выполнена впервые в настоящем кадастре, является прямой выброс  $N_2O$  от минерализованного азота обрабатываемых почв.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 5.13.

### **5.8 Косвенный выброс $N_2O$ от сельскохозяйственных земель (3D2)**

#### **5.8.1 Характеристика категории**

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  $NH_3$ ).

Полученные величины косвенного выброса закиси азота в 2013 году составляют 7,73 тыс. тонн  $N_2O$  от атмосферных выпадений и 25,13 тыс. тонн  $N_2O$  в результате вымывания соединений азота из почв.

#### **5.8.2 Методологические подходы**

Расчет косвенного выброса закиси азота при атмосферных выпадениях  $NH_3$  и  $NO_x$  производится на основе сведений об общем количестве минеральных азотных удобрений (раздел 5.7, категория 3D1.1), количестве внесенных органических удобрений (раздел 5.7, категория 3D1.2) и количестве азота навоза, оставленного на пастбищах (раздел 5.7, категория 3D1.3). Косвенные выбросы  $N_2O$  при атмосферных выпадениях  $NH_3$  и  $NO_x$  в системах сбора и хранения навоза рассматривается в разделе 5.5.2 настоящего доклада.

Расчет производили в соответствии с Уровнем 1 по уравнению 11.9 (Руководящие принципы..., 2006). Фракция азота минеральных удобрений, которая улетучивается в виде  $NH_3$  и  $NO_x$  ( $Frac_{GASF}$ ) определена по таблице 11.3 (Руководящие принципы..., 2006) и соответствует 0,1 кг улетучившегося N /кг внесенного N. Фракция азота внесенных органических азотных удобрений (FON), а также азота мочи и помета, оставленных на пастбищах, ( $F_{PRP}$ ), которая улетучивается в виде  $NH_3$  и  $NO_x$  ( $Frac_{GASM}$ ) также принята по умолчанию равной 0,2 кг улетучившегося N /кг внесенного или оставленного N (таблица 11.3) (Руководящие принципы..., 2006). Среднее значение коэффициента выброса  $N_2O$ , образующегося в результате атмосферных выпадений антропогенных азотных соединений, взят из Руководящих принципов МГЭИК 2006 г. – 0,01 кг  $N-N_2O$ /кг N эмиссий  $NH_3$  и  $NO_x$  (таблица 11.3) (Руководящие принципы..., 2006).

Расчет косвенного выброса закиси азота при вымывании соединений азота из почв производится на основе сведений об общем количестве минеральных азотных удобрений (раздел 5.7, категория 3D1.1), количестве внесенных органических удобрений (раздел 5.7, кате-

гория 3D1.2), количестве азота навоза, оставленного на пастбищах (раздел 5.7, категория 3D1.3), количестве азота растительных остатков, поступающих в почвы (раздел 5.7, категория 3D1.4) и количестве минерализованного азота (раздел 5.7, категория 3D1.5).

Расчет производили в соответствии с Уровнем 1 по уравнению 11.10 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006). Фракция всего добавленного к обрабатываемым почвам или минерализованного в обрабатываемых почвах азота, которая теряется через вымывание ( $Frac_{LEACH-(H)}$ ) определена по таблице 11.3 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006) и соответствует 0,3 кг N /кг добавок N. Среднее значение коэффициента выброса  $N_2O$ , образующегося в результате вторичных превращений вымываемых антропогенных азотных соединений, взят из Руководящих принципов МГЭИК 2006 г. и соответствует 0,0075 кг N- $N_2O$ /кг N для вымывания (таблица 11.3 главы 11 тома 4) (Руководящие принципы..., 2006).

### 5.8.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Исходная информация по численности животных бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). Для пересчетных коэффициентов и параметров по умолчанию были использованы рекомендованные в методиках 95% доверительные интервалы.

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

### 5.8.4 Обеспечение и контроль качества

См. раздел 5.7.4 выше.

### 5.8.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования

Учитывая обновление коэффициента косвенного выброса  $N_2O$  при вымывании соединений азота в методике МГЭИК 2006 г., а также включение дополнительных источников азота для вымывания (азота растительных остатков и минерализованный азот), косвенные выбросы  $N_2O$  при вымывании были пересчитаны в настоящем кадастре для всего временного ряда.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 5.13.

## 5.9 Контролируемое сжигание растительных остатков (3F)

Контролируемое сжигание растительных остатков на полях в Российской Федерации запрещено. Ниже приведены законодательные документы, относящиеся к данному запрету.

По данным Министерства природных ресурсов:

Пунктом 1 статьи 41 Федерального закона от 10 января 2002 года №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» определено, что при эксплуатации объектов сельскохозяйственного назначения должны соблюдаться требования в области охраны окружающей среды, проводиться мероприятия по охране земель, почв, водных объектов, растений от негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду. Сельскохозяйственные организации, осуществляющие производство, заготовку и переработку сельскохозяйственной продукции, иные сельскохозяйственные организации при осуществлении своей деятельности должны соблюдать требования в области охраны окружающей среды.

В соответствии со статьей 42 Земельного Кодекса Российской Федерации собственники земельных участков и лица, не являющиеся собственниками, обязаны:

- использовать земельные участки в соответствии с их целевым назначением и принадлежностью к той или иной категории земель и разрешенными способами ис-

пользования, которые не должны наносить вред окружающей среде, в том числе земле как природному объекту;

- осуществлять мероприятия по охране земель и других природных ресурсов;
- соблюдать при использовании земельных участков требования экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и иных правил, нормативов;
- не допускать загрязнение, захламление, деградацию и ухудшение плодородия почв на землях соответствующих категорий.

При выжигании растительных остатков нарушаются правила противопожарной безопасности: согласно пункту 327 Приказа МЧС от 18 июня 2003 года № 313 «Об утверждении правил пожарной безопасности в РФ (ППБ 01–03)» не разрешается сжигание стерни, пожнивных остатков и разведение костров на полях. Существует соответствующее постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме», которым утверждены Правила противопожарного режима в Российской Федерации. В соответствии с этими правилами запрещается сжигание стерни, пожнивных остатков и разведение костров на полях.

Статья 18 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» гласит: «хранение, захоронение и обезвреживание на территории организаций, загрязняющих атмосферный воздух отходов, а так же сжигание таких отходов без специальных установок, запрещается».

Согласно статье 51 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» установлено, что отходы производства и потребления подлежат сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению, условия и способы которых должны быть безопасными для окружающей среды и регулироваться законодательством Российской Федерации.

Кроме того, в соответствии с частью 4 Закона Краснодарского края от 2 июля 2004 года № 734-КЗ «Об охране атмосферного воздуха на территории Краснодарского края» запрещается сжигание стерни, пожнивных остатков на полях, опавшей листвы, травы на лесных полянах, прогалинах, лугах (в том числе проведение сельскохозяйственных палов).

Выжигание стерни влечет негативные последствия для животного мира.

В соответствии с частью 1 статьи 28 Федерального закона от 24 апреля 1995 года № 52-ФЗ «О животном мире» юридические лица обязаны принимать меры по предотвращению заболеваний и гибели объектов животного мира при проведении сельскохозяйственных и других работ. Запрещается выжигание растительности, хранение и применение ядохимикатов, удобрений, других опасных для объектов животного мира и среды их обитания материалов, сырья и отходов производства без осуществления мер, гарантирующих предотвращение заболеваний и гибели объектов животного мира, а также ухудшения среды их обитания.

Пунктом 3 «Требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 1996 года № 997, предусмотрено, что в целях предотвращения гибели объектов животного мира запрещается выжигание растительности без осуществления мер, гарантирующих предотвращение гибели объектов животного мира, а также ухудшения среды их обитания.

Утвержденные МВД СССР от 25.06.1976г. «Типовые правила противопожарной безопасности для объектов сельскохозяйственного производства» (ППБ 04-76) действовали до середины 90х годов и также запрещали разведение открытого огня на полях. В Постановлении Совета Министров СССР ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. № 3960 указывалась необходимость с 1955 года проводить лущение стерни (т.е. запашку) на всей площади, идущей под зябь и черные пары, как одного из лучших средств борьбы с сорняками и вредителями.

Многолетний опыт работы ряда хозяйств показывает, что использование соломы в качестве органического удобрения способствует повышению урожайности на 15–20 процентов, позволяет приостановить деградацию почв. По заключению Кубанского аграрного университета и ряда других научно-исследовательских институтов выжигание стерни не приводит к улучшению фитосанитарного состояния полей.

В соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов, стерня относится к отходам от переработки зерновых культур. Сжигание стерни может быть квалифицировано по статье 8.1 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях: «Несоблюдение экологических требований при...эксплуатации предприятий или иных объектов», по статьям 8.2, 8.21 и 8.35 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях: «Несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с отходами производства и потребления или иными опасными веществами», «Нарушение правил охраны атмосферного воздуха» и «Уничтожение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений» соответственно.

В случае выявления нарушений, виновные привлекаются к административной ответственности в виде административных штрафов в размере до ста тысяч рублей, также к нарушителям предъявляются иски о возмещении ущерба по выплате суммы причиненного экологического ущерба.

## **5.10 Выбросы CO<sub>2</sub> от известкования, внесения мочевины и других углеродсодержащих удобрений (3.G-I)**

### **5.10.1 Характеристика категории**

В соответствии с решением 24/CP.19 Конференции Сторон РКИК ООН, выбросы CO<sub>2</sub> при известковании обрабатываемых земель должны быть представлены в секторе сельского хозяйства. В предыдущем кадастре эти выбросы были включены в отчетность сектора ЗИЗЛХ (раздел 7.2.2.1.3 в НДК 2014).

В 2013г. известкование почв привело к выбросу CO<sub>2</sub> в объеме 660,65 тыс. тонн CO<sub>2</sub>.

В 2013г. внесение в почвы мочевины привело к выбросу CO<sub>2</sub> в объеме 1 344,84 тыс. тонн CO<sub>2</sub>.

### **5.10.2 Методологические подходы**

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 принципы..., 2006), 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 2013 гг. взяты из отчетов и справочников Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Российский статистический ежегодник, 2006-2014; интернет-сайт Росстата [www.gks.ru](http://www.gks.ru)). Согласно статистическим данным, подавляющее большинство из вносимых известковых материалов составляют известняковая и доломитовая мука.

Коэффициенты по умолчанию по выбросам CO<sub>2</sub> составляют 0,12 для известняка и 0,13 для доломитовой муки (Руководящие принципы..., 2006). 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 средний коэффициент МГЭИК, равный 0,125 (т.к. отдельные статистические данные по известняку и доломитовой муке в стране не собираются).

Выбросы CO<sub>2</sub> при внесении *мочевины* в обрабатываемые почвы оцениваются впервые в связи с переходом на методологию МГЭИК 2006 года.

Ежегодная статистическая информация по внесению отдельных видов удобрений в почвы, в том числе, мочевины в стране не собирается. В соответствии с рекомендациями МГЭИК для получения примерной оценки ежегодного количества вносимой в почву мочевины могут использоваться данные производства мочевины внутри страны и ее импорта/экспорта. Для уточнения расчета могут использоваться дополнительные допущения по использованию мочевины в определенный год от всего доступного в этот год количества мочевины. Эта рекомендация была использована при составлении кадастра. Было получено

экспертное заключение, что около 97% произведенной мочевины в стране направляется на экспорт или другие виды использования (промышленные или химические производства). Внесение в сельскохозяйственные почвы не превышает 3% от величины, произведенной за год мочевины, причем эта оценка является высоко консервативной. Данное допущение было использовано нами в расчетах.

Для расчетов применен коэффициент по умолчанию по выбросам  $\text{CO}_2$  от мочевины, который составляет 0,20 (Руководящие принципы..., 2006).

### **5.10.3 Неопределенность и согласованность временных рядов**

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Исходная информация по численности животных бралась из данных государственной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). Для пересчетных коэффициентов и параметров по умолчанию были использованы рекомендованные в методиках 95% доверительные интервалы.

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 известково-содержащих карбонатов указана ошибка, равная -50% (Руководящие принципы..., 2006). Совокупная неопределенность расчета выброса от данной категории в соответствии с уровнем 1 МГЭИК составляет  $\pm 14,14\%$ . Неопределенность коэффициента выбросов при внесении мочевины составляет -50% (Руководящие принципы..., 2006).

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

### **5.10.4 Обеспечение и контроль качества**

Для обеспечения и контроля качества данной подкатегории применялись общие процедуры Российского национального кадастра, приведенные в соответствующей главе НДК, а также специфичные для сектора сельского хозяйства (см. раздел 5.12 ниже).

### **5.10.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

Учитывая обновленное значение коэффициента выбросов из известкования в методике МГЭИК 2006 г. выбросы  $\text{CO}_2$  были соответственно пересчитаны для всего временного ряда. Выбросы  $\text{CO}_2$  при внесении мочевины в обрабатываемые почвы оцениваются впервые в связи с переходом на методологию МГЭИК 2006 года.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 5.13.

## **5.11 Неопределенность оценок выбросов в секторе сельское хозяйство**

Расчет неопределенности инвентаризации в сельскохозяйственном секторе выполнялся по подходу 1 (Руководящие принципы..., 2006). Результаты представлены в таблицах 5.26 и 5.27.

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 по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). Для пересчетных коэффициентов и параметров по умолчанию были использованы рекомен-

дованные в методиках 95% доверительные интервалы. Более точная информация приведена в соответствующих категориях данной главы.

Общая неопределенность инвентаризации в секторе сельского хозяйства рассчитана на основании уравнения 3.2 подхода 1 (Руководящие принципы..., 2006) (см. табл. 5.27 и 5.28).

В таблицах 5.27 и 5.28 для величины суммарных выбросов от сельского хозяйства приведен 95% доверительный интервал, который составляет для 1990 г.  $\pm 62\,484$  тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв. или 19,85% и для 2013 г.  $\pm 24\,994$  тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв. или 18,96%. Таким образом, можно заключить, что неопределенность полученных оценок по инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве в 2013 году составляет 19%.

Увеличение общей неопределенности в секторе сельского хозяйства по сравнению с оценками, приведенными в кадастре предыдущего года (17%), объясняются применением новых методических руководств МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006), а также включением новых подкатегорий в главу сельского хозяйства. В частности, впервые в кадастре сельского хозяйства включены такие подкатегории, как выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  при минерализации азота в обрабатываемых почвах, а также при использовании кормовых угодий, которые характеризуются большими величинами неопределенностей.

Таблица 5.27

Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов  
в сельском хозяйстве России в 1990 г.

Категория источника	Выброс парниковых газов, $\text{CO}_2$ -экв., Гг	Стандартное отклонение	
		%	$\text{CO}_2$ -экв., Гг
3А Внутренняя ферментация коровы и другое поголовье КРС	109869,45	1,82	1999,62
свиньи	1364,07	18,25	248,99
овцы, козы, верблюды, лошади, мулы, ослы, северные олени	14778,59	40,3	5957,44
кролики, пушные звери	55,90	50,2	28,09
3В1 Системы сбора и хранения навоза и помета, выбросы $\text{CH}_4$			
коровы, другое поголовье КРС, свиньи	6045,99	20,6	2021,00
остальные животные и птица	4629,83	30,4	265,37
3В2 Системы сбора и хранения навоза и помета, прямые выбросы $\text{N}_2\text{O}$			
жидкие системы			
другое поголовье КРС	1259,32	91,9	1156,93
свиньи	1307,91	91,3	1193,87
нутрии	0,79	90,5	0,71
хранение в сухом виде			
другое поголовье КРС	2571,78	91,9	2362,66
коровы	3660,28	92,0	3367,52
птица	1135,83	80,0	908,23
свиньи	667,00	91,3	608,84
северные олени	37,33	91,8	34,26
остальные животные	1784,74	90,5	1616,06
3В2 Системы сбора и хранения навоза и помета, косвенные выбросы $\text{N}_2\text{O}$			

жидкие системы другое поголовье КРС	1007,46	248,6	2504,95
свиньи	1255,59	250,2	3141,23
нутрии	0,39	248,5	0,98
хранение в сухом виде другое поголовье КРС	2314,60	248,6	5755,02
коровы	2196,17	250,9	5509,73
птица	908,67	249,5	2267,58
свиньи	600,30	253,2	1520,15
северные олени	8,96	253,6	22,72
остальные животные	428,34	253,1	1084,30
3С Рисоводство	855,73	69,01	590,58
3D1 Прямые выбросы N <sub>2</sub> O от почв			
3D1.1 Минеральные удобрения	27136,89	81,4	22101,44
3D1.2 Органические удобрения	14793,54	136,8	20235,38
3D1.3 Навоз на пастбищах	8772,88	91,0	7982,42
3D1.4 Растительные остатки	15515,65	135,0	20945,14
3D1.5 Азот при минерализации почвенного орг. в-ва	30204,80	141,2	42655,90
3D1.6 Обработка органогенных почв	23346,60	41,4	9660,67
3D2 Косвенный выброс N <sub>2</sub> O			
3D2.1 Атмосферные выпадения	5980,77	169,2	10121,16
3D2.2 Вымывание соединений азота	19266,06	60,0	11552,95
3G Известкование	10074,17	50,7	5111,09
3Н Внесение мочевины	990,00	51,0	504,80
Всего	314825,56	19,85	62484,04

Таблица 5.28

Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов  
в сельском хозяйстве России в 2013г.

Категория источника	Выброс парниковых газов, CO <sub>2</sub> -экв., Гг	Стандартное отклонение	
		%	CO <sub>2</sub> -экв., Гг
3А Внутренняя ферментация			
коровы и другое поголовье КРС	42377,13	1,82	771,16
свиньи	630,30	21,00	132,46
овцы, козы, верблюды, лошади, мулы, ослы, северные олени	6561,39	40,3	2644,98
кролики, пушные звери	44,85	50,2	22,54
3В1 Системы сбора и хранения навоза и помета, выбросы CH <sub>4</sub>			
коровы, другое поголовье КРС, свиньи	3622,05	20,6	746,71
остальные животные и птица	487,52	30,4	148,27
3В2 Системы сбора и хранения навоза и помета, прямые выбросы N <sub>2</sub> O			



жидкие системы			
другое поголовье КРС	226,97	91,9	208,52
свиньи	651,47	91,9	598,82
нутрии	0,01	90,5	0,01
хранение в сухом виде			
другое поголовье КРС	942,08	91,9	865,52
коровы	1608,86	92,0	1480,25
птица	820,48	80,0	656,07
свиньи	310,22	91,9	285,15
северные олени	25,86	91,8	23,74
остальные животные	813,16	90,5	736,30
3B2 Системы сбора и хранения навоза и помета, косвенные выбросы N <sub>2</sub> O			
жидкие системы			
другое поголовье КРС	181,58	248,6	451,47
свиньи	625,41	250,2	1564,65
нутрии	0,00	248,5	0,01
хранение в сухом виде			
другое поголовье КРС	847,88	248,6	2108,16
коровы	965,31	250,9	2421,77
птица	656,38	249,5	1638,00
свиньи	279,20	253,2	707,02
северные олени	6,21	253,6	15,74
остальные животные	195,16	253,1	494,03
3C Рисоводство	580,51	70,05	406,65
3D1 Прямые выбросы N <sub>2</sub> O от почв			
3D1.1 Минеральные удобрения	7428,54	81,5	6050,56
3D1.2 Органические удобрения	6471,64	137,1	8873,25
3D1.3 Навоз на пастбищах	3951,87	86,9	3435,11
3D1.4 Растительные остатки	9910,35	134,9	13373,93
3D1.5 Азот при минерализации почвенного орг. в-ва	9145,28	141,2	12915,17
3D1.6 Обработка органогенных почв	19640,42	41,4	8127,08
3D2 Косвенный выброс N <sub>2</sub> O			
3D2.1 Атмосферные выпадения	2302,06	174,3	4011,95
3D2.2 Вымывание соединений азота	7488,35	46,5	3483,89
3G Известкование	660,65	50,7	335,18
3H Внесение мочевины	1344,84	51,0	685,74
Всего:	131803,99	18,96	24993,62

## 5.12 Обеспечение и контроль качества по сектору Сельского хозяйства

Обеспечение качества кадастра в секторе сельского хозяйства выполняется в результате независимого рецензирования соответствующих материалов. Независимым экспертным оценкам методик, данных и результатов кадастра в секторе сельского хозяйства способствует их публикация в научных изданиях (опубликовано 14 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.

### 5.13 Пересчеты и планируемые усовершенствования

В настоящем кадастре выполнены следующие перерасчеты выбросов парниковых газов от сельского хозяйства за период 1990-2012 гг.:

- в результате дополнительной проверки качества исходных данных кадастра, расчетов и оценок выбросов были обнаружены и исправлены ошибки в переносе региональных данных по перевариваемости коровами и КРС для всех лет с 1990 г. по 2001 г.;
- пересмотрены площади осушенных органогенных почв обрабатываемых земель за 1990-2005 гг.;
- исправления и пересчеты всех категорий в секторе сельского хозяйства в связи с применением методологии МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006)
- перенос отчетности из сектора ЗИЗЛХ (по осушенным органогенным почвам сенокосов и пастбищ и выбросам  $\text{CO}_2$  при известковании);
- включение новых источников прямого выброса  $\text{N}_2\text{O}$  от минерализованного азота обрабатываемых почв, косвенного выброса  $\text{N}_2\text{O}$  от систем сбора и хранения навоза и помета и  $\text{CO}_2$  выброса при внесении мочевины в почвы.

В результате коррекции ошибок и усовершенствований методологий и коэффициентов в кадастре 2015 года были пересчитаны выбросы от всех категорий источников в секторе.

Выполненные пересчеты привели к следующим изменениям оценок выбросов по сравнению с НДК 2014 года:

1. Выбросы  $\text{CH}_4$  от процессов внутренней ферментации увеличились для 1990г. и 2012г. на 6,8% (320,9 тыс. тонн) и на 7,1% (131,9 тыс. тонн) соответственно.
2. Выбросы  $\text{CH}_4$  в системах сбора и хранения навоза и помета сократились для 1990г. и 2012г. на 35,0% (230,3 тыс. тонн) и на 31,4% (74,2 тыс. тонн) соответственно.
3. Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  в системах сбора и хранения навоза и помета (с учетом косвенного выброса, впервые рассчитанного в кадастре 2015г.) сократились для 1990г. и 2012г. на 49,3% (69,0 тыс. тонн) и на 52,2% (32,8 тыс. тонн) соответственно.
4. Выбросы  $\text{CH}_4$  при рисоводстве сократились для 1990г. и 2012г. на 55,8% (43,3 тыс. тонн) и на 48,9% (23,7 тыс. тонн) соответственно.
5. Прямой выброс  $\text{N}_2\text{O}$  от сельскохозяйственных земель (с учетом выбросов на пастбищах) сократился для 1990г. и 2012г. на 49,7% (179,6 тыс. тонн) и на 60,8% (112,7 тыс. тонн) соответственно.
6. Косвенный выброс  $\text{N}_2\text{O}$  от сельскохозяйственных земель сократился для 1990г. и 2012г. на 45,2% (69,9 тыс. тонн) и на 37,7% (21,6 тыс. тонн) соответственно.
7. В целом выбросы в секторе сельского хозяйства (с учетом всех новых подкатегорий) сократились для 1990г. и 2012г. на 2,5% (8003,4 тыс. тонн  $\text{CO}_2$  экв.) и на 7,8% (11259,4 тыс. тонн  $\text{CO}_2$  экв.) соответственно.

В ответ на рекомендации группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра выбросов парниковых газов РФ в 2013 и 2014 гг. в настоящем кадастре помимо пересчетов выполнены следующие улучшения:

- приведены подробные описания всех выполненных пересчетов в секторе;
- в приложении 3.1 включены таблицы по региональным трендам по валовой энергии коров (таблица П.3.1.6) и другого поголовья КРС (таблица П.3.1.8) и коэффициентам выбросов от внутренней ферментации (таблицы П.3.1.7 и П.3.1.9);
- добавлена поясняющая информация по методологии сбора данных о потреблении пастбищных кормов пастбищными животными в разделе 5.2 настоящего доклада;
- в разделе 5.7 приведена четкая информация по Уровням сложности произведенных в кадастре расчетов, дополнительно к информации, представленной в таблицах ОФД;
- улучшена процедура проверки качества данных кадастра, включая исходные данные, расчетные файлы и заполнение таблиц ОФД. Процедура выполнялась при перекрестной проверке секторов экспертами, выполняющими оценки в сельском хозяйстве и ЗИЗЛХ;
- добавлена информация по национальной документации, запрещающей применение контролируемого сжигания растительных остатков на полях на период с 1990 по 1994 годы в разделе 5.9 настоящего доклада.

Учитывая, что на момент подготовки настоящего кадастра отчет группы экспертов по углубленной проверке Национального кадастра выбросов парниковых газов РФ в 2014 году был не доступен, усовершенствования были основаны на предварительных рекомендациях экспертов, полученных в ходе проверки. В частности:

- приведены объяснения тренда коэффициента выбросов от внутренней ферментации свиней в разделе 5.3 настоящего доклада;
- приведено обоснование применения национального коэффициента прямых выбросов  $N_2O$  от осушенных органоматричных почв обрабатываемых земель.

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.

## 6. ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО (СЕКТОР 4 ОФД)

### 6.1 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 2013 годы включительно. Согласно Решению Девятнадцатой Конференции Сторон РКИК (24/СР.19), инвентаризация парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ должна выполняться на основе Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006). В целях обеспечения прозрачности, сопоставимости и полноты охвата известных источников и поглотителей, Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов 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 принципы..., 2006).

Суммарный выброс парниковых газов при землепользовании, изменении в землепользовании и в лесном хозяйстве приведен на рисунке 6.1. Динамика выброса в секторе ЗИЗЛХ в значительной степени определяется лесозаготовками и лесными пожарами (рис. 6.1). Сокращение выбросов во многом определяется уменьшением объема лесозаготовок в конце 1990-х и в 2000-х годах по сравнению с 1990 годом.

Динамика выбросов диоксида углерода при землепользовании определяется в основном балансом углерода на пахотных землях. В 2013г. выброс  $\text{CO}_2$  от пахотных земель составил 122,7 млн. т, что на 61,1% меньше уровня 1990г. в связи с сокращением площади пахотных угодий (рис. 6.1). Относительно небольшой вклад в выбросы парниковых газов вносят постоянные сенокосы и пастбища (органогенные почвы), перевод пахотных земель в поселения и прочие земли, известкование, осушение органических почв и торфоразработки, которые сгруппированы на рисунке 6.1 как «прочие источники».

Управляемые леса; земли, переведенные из пахотных в кормовые угодья (сенокосы и пастбища), а также лесные культуры, созданные на пахотных угодьях, являются стоком  $\text{CO}_2$  (рис. 6.2).

Результаты расчетов поглощения  $\text{CO}_2$  и выбросов парниковых газов по источникам в секторе «Землепользование и изменения в землепользовании и лесное хозяйство» за период с 1990 по 2013 гг. приведены в таблице 6.1. Итоговая динамика годового нетто-выброса/поглощения парниковых газов в управляемых лесах России и при землепользовании приведена на рисунке 6.3 (поглощение  $\text{CO}_2$  представлено с отрицательным знаком, а выброс – с положительным).

Выбросы  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  обусловлены преимущественно лесными пожарами. Детализированные оценки выбросов и поглощения парниковых газов представлены в соответствующих таблицах ОФД, сектор 4.

В настоящем кадастре величины выброса  $\text{N}_2\text{O}$  от использования азотных удобрений представлены в разделе «Сельское хозяйство», что обусловлено использованием обобщенных данных национальной статистики о внесении азотных удобрений.

6. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (Сектор 4 ОФД)

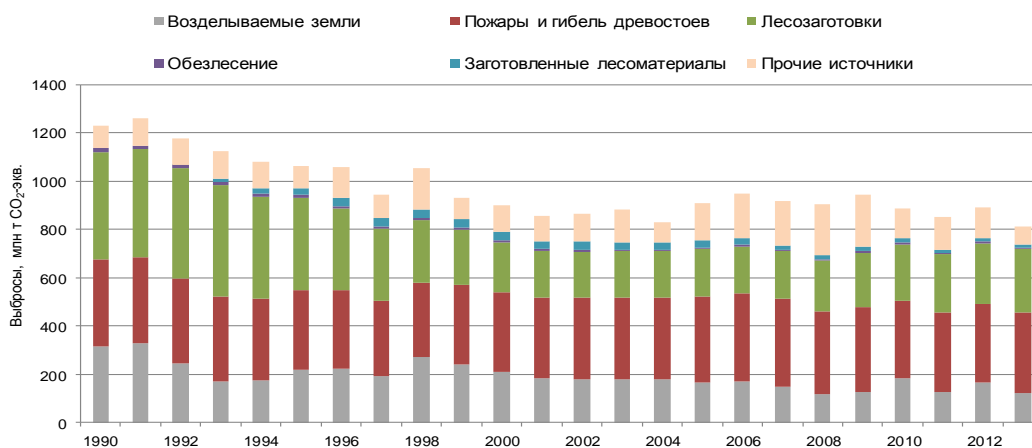


Рисунок 6.1 – Суммарный выброс парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»



Рисунок 6.2 – Абсорбция  $CO_2$  в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

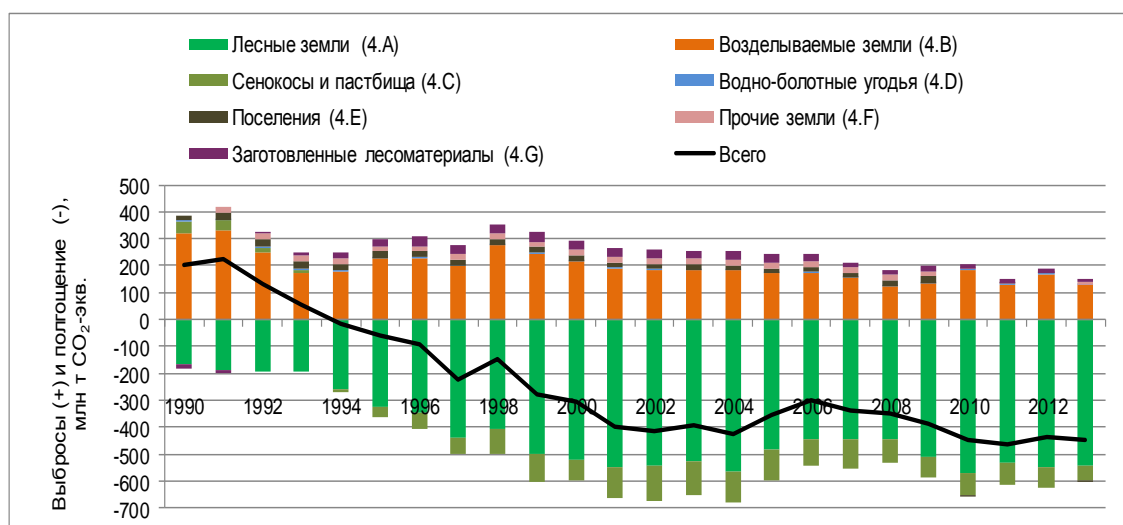


Рисунок 6.3 – Баланс парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

Таблица 6.1

Выбросы (+) и абсорбция (-) парниковых газов в лесном хозяйстве, при землепользовании и изменении в землепользовании  
по источникам (тыс. т CO<sub>2</sub>-экв.)

Газ	Выбросы (+)/поглощение (-) по категориям, тыс. т CO <sub>2</sub> -экв. год <sup>-1</sup>																							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
4.A Лесные земли																								
CO <sub>2</sub>	-190318	-210084	-212004	-216784	-281005	-344632	-368765	-457621	-437218	-522138	-546318	-573044	-566914	-552461	-587894	-533919	-508062	-514248	-508949	-573915	-618743	-580814	-589751	-583731
CH <sub>4</sub>	12535	11447	11591	11652	11121	10637	13237	10752	16566	11324	12472	12078	13441	14985	11669	15158	17869	17356	18457	18586	15825	15905	15773	14191
N <sub>2</sub> O	9753	9014	9111	9171	8812	8484	10149	8556	12401	9247	10325	10434	11583	13000	11188	33419	46037	50140	47615	42786	30588	31852	26471	28620
4.B Возделываемые земли																								
CO <sub>2</sub>	315232	327572	243780	168600	173965	220156	222453	193607	269704	240904	211506	185066	181059	179528	177396	166231	170914	150194	119659	128114	182412	127250	165055	122663
CH <sub>4</sub>	5554	5498	5390	5294	5168	5069	4955	4819	4639	4450	4340	4279	4214	3997	3941	3830	3761	3723	3718	3721	3683	3660	3651	3643
4.C Сенокосы и пастбища																								
CO <sub>2</sub>	39526	31484	14576	8837	-10641	-39585	-62435	-67099	-96346	-103451	-80532	-115011	-139148	-131780	-118548	-115545	-105242	-109418	-91233	-79756	-84927	-86594	-82698	-60362
CH <sub>4</sub>	2834	2903	2917	2948	2823	2793	3000	2906	3228	3073	3290	3196	3318	3745	3079	3195	3563	3342	3135	3080	3112	2986	2977	2944
N <sub>2</sub> O	190	278	282	283	117	64	287	161	435	185	400	322	476	792	86	188	599	366	291	301	280	192	170	152
4.D Водно-болотные угодья																								
CO <sub>2</sub>	3390	3375	3360	3345	3330	3315	3300	3213	2961	2580	2795	2726	2639	2517	2444	2389	2379	2342	2304	2266	2228	2190	2153	2115
CH <sub>4</sub>	260	259	258	257	256	255	253	247	227	198	215	209	203	193	188	183	183	180	177	174	173	170	170	195
N <sub>2</sub> O	44	44	44	44	44	43	43	42	39	34	37	36	35	33	32	31	31	31	30	30	29	29	28	28
4.E Поселения																								
CO <sub>2</sub>	16396	23910	23290	22776	19647	20613	18650	17153	16892	17345	17204	15444	15594	14884	14787	14325	14364	14381	15498	20499	-1083	1865	463	-2461
N <sub>2</sub> O	383	3211	3204	3181	3121	3146	3082	3040	3067	3070	3072	3017	3008	2970	2980	2964	2959	2956	2973	4507	175	143	129	131
4.F Прочие земли																								
CO <sub>2</sub>	0	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	18650	269	38	368	10518
N <sub>2</sub> O	0	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	2382	8	8	18	617
4.G Заготовленные лесоматериалы																								
CO <sub>2</sub>	-15243	-8016	1020	14455	25020	26675	35939	35038	35280	33866	32692	32146	32569	30843	29498	29597	28713	17281	16833	20699	17028	14727	15936	12692
Непрямые выбросы от управляемых почв																								
N <sub>2</sub> O	86	1126	1124	1120	1109	1114	1102	1094	1099	1100	1100	1090	1088	1081	1083	1080	1079	1079	1082	1364	32	26	24	133
Всего по сектору ЗИЗЛХ																								
CO <sub>2</sub>	168983	186890	92672	19879	-51034	-94808	-132209	-257059	-190076	-312243	-344002	-434024	-455551	-437819	-463667	-418272	-378283	-420818	-427237	-463442	-502815	-521336	-488473	-498567
CH <sub>4</sub>	21183	20108	20156	20151	19368	18754	21446	18725	24661	19045	20317	19762	21176	22920	18876	22367	25376	24601	25486	25561	22792	22722	22571	20974
N <sub>2</sub> O	10457	16054	16148	16181	15584	15233	17045	15275	19423	16019	17315	17280	18572	20258	17750	40064	53087	56953	54373	51370	31113	32250	26840	29681
Все газы	200623	223052	128976	56211	-16082	-60821	-93718	-223059	-145992	-277179	-306371	-396982	-415803	-394641	-427040	-355841	-299820	-339264	-347379	-386511	-448911	-466365	-439063	-447912

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

## 6.2 Определение категорий землепользование и разработка матрицы земель

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 6.2 (по данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии).

Таблица 6.2

Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям<sup>1)</sup>

Категории земель	Динамика площадей по годам, млн. га <sup>2)</sup>												2013	Изменения <sup>4)</sup>	
	1990	1995	1998	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		2013г. к 2012г.	2013г. к 1990г.
Земли, используемые сельскохозяйственными предприятиями и гражданами <sup>3)</sup>	639,2	656,7	642,4												
Земли сельскохозяйственного назначения			455,0	406,0	401,6	402,6	403,2	402,3	400,0	393,4	389,0	386,1	386,5	0,4	-252,7
Земли населенных пунктов	7,5	38,7	20,9	18,7	19,1	19,1	19,2	19,4	19,5	19,6	19,7	19,9	20,0	0,1	12,5
Земли промышленности и иного специального назначения	15,9	17,6	17,6	17,3	16,7	16,7	16,7	16,7	16,8	16,8	16,9	16,9	16,9	0	1
Земли особо охраняемых территорий и объектов	17,4	28,9	31,6	32,0	34,2	34,2	34,4	34,4	34,8	34,9	36,5	46,1	46,8	0,7	29,4
Земли лесного фонда	895,4	843,8	858,9	1096,8	1104,9	1104,9	1105	1106,5	1108,4	1115,8	1120,9	1121,9	1122,3	0,4	226,9
Земли водного фонда	4,1	19,4	19,9	27,8	27,9	27,9	27,9	27,9	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	0	23,9
Земли запаса	130,2	104,7	118,5	111,2	105,4	104,4	103,4	102,6	102,3	101,3	98,8	90,9	89,3	-1,6	-40,9
Итого земель в Российской Федерации	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	1709,8	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, 2001-2004 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.



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. Площади *категорий* земель сельскохозяйственного назначения и земли запаса сократились с 1990 года на 39,5 и 31,4% соответственно. Земли водного фонда, земли населенных пунктов, земли особо охраняемых территорий и лесного фонда увеличились соответственно на 582,9; 166,7; 169,0 и 25,3%. 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. и 2013 г. наблюдалось небольшое увеличение площади пахотных угодий, по-видимому, за счет ранее выбывших площадей, а в 2012г. – сокращение. 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 мелкоколесом, 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 вступле-

нием 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.

Статистическая информация по типам *земельных угодий* также, как и по *категориям* земель, собирается Росреестром и публикуется в ежегодных докладах (Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации..., 1993-2014). Указанные типы *земельных угодий* полностью соответствуют категориям МГЭИК. Так лесные земли, входящие в лесной фонд и земли под древесно-кустарниковой растительностью, не входящей в лесной фонд, полностью соответствуют категории «5.А Лесные земли» МГЭИК, пахотные угодья и многолетние насаждения, входящие в состав сельскохозяйственных угодий – категории «5.В Возделываемые земли»; кормовые угодья и залежи – категории «5.С Сенокосы и пастбища», земли под водой и под болотами – категории «5.D Водно-болотные угодья», земли под дорогами и под застройкой – категории «5.Е Поселения», нарушенные земли и прочие земли – категории «5.F Прочие земли». Сопоставление земельных категорий МГЭИК и типов *земельных угодий* Российской Федерации приведено в таблице 6.3.

Таблица 6.3

*Соответствие определений категорий земель МГЭИК и типов земельных угодий Российской Федерации*

Категории земель МГЭИК	Типы земельных угодий РФ
<p><b>Лесные земли</b></p> <p>Вся территория с древесной растительностью, соответствующая пороговым критериям, используемым для определения лесной площади в национальном кадастре ПГ, с подразделением на управляемые и неуправляемые территории, а также по типам экосистем, указанным в Руководящих принципах МГЭИК. Она также включает системы с растительностью, которая в настоящее время не превышает порогового критерия категории лесной площади, но, как ожидается, превысит его.</p>	<p>Лесные площади и лесные насаждения, не входящие в лесной фонд. Лесные площади включают лесные и нелесные земли, относящиеся к категории земель лесного фонда, а также земельные участки, покрытые лесом и не покрытые лесом, расположенные на землях других категорий. Покрытые лесом земли – это лесные площади, занятые древесной, кустарниковой растительностью с полнотой насаждения от 0,3 до 1.</p>
<p><b>Возделываемые земли</b></p> <p>Все сельскохозяйственные угодья и обрабатываемые земли, а также системы агролесомелиорации, в которых показатели растительности находятся ниже пороговых критериев, используемых</p>	<p>Сельскохозяйственные угодья – это земельные угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции.</p> <p>Пашня – сельскохозяйственное угодье, система-</p>

Продолжение таблицы 6.3

Категории земель МГЭИК	Типы земельных угодий РФ
для категории лесных площадей, в соответствии с выбором национальных определений.	тически обрабатываемое и используемое под посевы сельскохозяйственных культур. Многолетние насаждения – сельскохозяйственное угодье, используемое под искусственно созданные древесные, кустарниковые или травянистые многолетние насаждения для получения урожая плодово-ягодной, технической и лекарственной продукции.
<p align="center"><b>Пастбища</b></p> <p>Эта категория включает земли, пригодные для выпаса скота и пастбища, которые не считаются возделываемыми землями. Она также включает системы с растительностью, которая не превышает порогового критерия, используемого в категории лесных площадей, и которые, как ожидается, не превысят без вмешательства человека порогового значения, используемого в категории лесных площадей. Эта категория также включает все пастбища от целинных земель до зон отдыха, а также сельскохозяйственные и лесопастбищные системы, подразделенные на управляемые и неуправляемые в соответствии с национальными определениями.</p>	<p>Сенокос – сельскохозяйственное угодье, систематически используемое под сенокосение.</p> <p>Пастбище – сельскохозяйственное угодье, систематически используемое для выпаса животных.</p> <p>Залежь – земельный участок, который ранее использовался под пашню и более 1 года не используется для посева сельскохозяйственных культур.</p>
<p align="center"><b>Водно-болотные угодья</b></p> <p>Эта категория включает земли, которые покрыты или насыщены водой в течение всего года или его части (например, торфяники) и которые не подпадают под категории лесных площадей, пахотных земель, пастбищ или поселений. В соответствии с национальными определениями эта категория может быть подразделена на управляемые и неуправляемые площади. Она включает водохранилища в качестве управляемых объектов и естественные реки и озера в качестве неуправляемых объектов.</p>	<p>Земли под водой и болотами, в том числе под реками, ручьями, озерами, водохранилищами, прудами, искусственными водоемами, осушительными и оросительными каналами и др., заболоченные земли.</p>
<p align="center"><b>Поселения</b></p> <p>Эта категория включает все обустроенные земли, включая транспортную инфраструктуру и поселения людей любого размера, если только они уже не включены в другие категории. Она должна соответствовать выбору национальных определений.</p>	<p>Земли застройки – в эти угодья включены площади под зданиями и сооружениями, а также земельные участки, необходимые для их эксплуатации и обслуживания.</p> <p>Земли под дорогами – в эти угодья включены земли, расположенные в полосах отвода автомобильных и железных дорог, а также скотопрогоны, улицы, проезды, проспекты, площади, иные пути сообщения.</p>
<p align="center"><b>Прочие земли</b></p> <p>Эта категория включает лишенную растительности почву, скальный грунт, лед и все неуправляемые земельные площади, которые не входят ни в одну из пяти других категорий. При наличии данных она позволяет соотнести национальную территорию с совокупностью определенных земельных площадей.</p>	<p>Прочие земли – в состав включены скальные покрытия, пески, овраги и другие земли, а также участки тундры.</p> <p>Нарушенные земли – земли, утратившие свою хозяйственную ценность в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и образования техногенного рельефа в результате производственной деятельности человека.</p>

### 6.3 Информация о подходах и исходных данных, используемых для согласованного представления земель и разработки матрицы преобразований в землепользовании

Динамика площадей *угодий* и общая площадь земельного фонда Российской Федерации за период с 1990 по 2013 гг. приведена в таблице 6.4. 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. За 2010 – 2013 годы составлены ежегодные матрицы перевода земель на основе детализированных данных Росреестра (Земельный фонд РФ, 2011; 2012; 2013; Государственный (национальный) доклад..., 2014).

При составлении матриц преобразований в землепользовании учитывалось, что:

- по данным Росреестра (Государственный (национальный) доклад..., 2004-2014) 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;

Таблица 6.4

Площади земельных угодий в РФ в соответствии с категориями МГЭИК, тыс. га<sup>1)</sup>

Типы земельных угодий	Динамика площадей по годам, тыс. га <sup>2)</sup>												Изменения	
	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013 г. к 2012 г.	2013 г. к 1990 г.
<b>5.А Лесные земли (ЛЗ)</b>	<b>778600,3</b>	<b>818091,7</b>	<b>857645,8</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>898136,0</b>	<b>898152,6</b>	<b>16,6</b>	<b>119552,3</b>
5.А.1 Лесные земли, остающиеся ЛЗ	778507,2	778223,8	778062,0	777925,7	777899,9	777872,3	777840,6	777814,0	777789,7	777769,1	777740,8	777718,0	-22,8	-789,2
– управляемые	609513,9	614795,4	614764,8	620564,1	620564,1	620553,4	620929,3	664010,1	665964,2	661403,2	663912,9	663912,9	0,0	54399,0
– неуправляемые	168993,3	163428,4	163297,2	157361,6	157335,8	157318,8	156911,3	113803,9	111825,5	116365,9	113827,9	113805,1	-22,8	-55188,2
5.А.2 Земли, переустроенные в ЛЗ	93,0	39867,9	79583,8	119274,3	119400,1	119427,7	119476,4	119520,0	119545,1	119730,6	120395,2	120434,6	39,4	120341,5
<b>5.В Пахотные земли</b>	<b>132551,8</b>	<b>120962,4</b>	<b>103554,3</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>90895,0</b>	<b>91161,0</b>	<b>266,0</b>	<b>-41390,7</b>
<b>5.С Луговые угодья (ЛУ)</b>	<b>89106,1</b>	<b>98135,7</b>	<b>114010,9</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>121909,7</b>	<b>121620,8</b>	<b>-288,9</b>	<b>32514,7</b>
5.С.1 Луговые угодья, остающиеся ЛУ	87938,5	86692,8	87954,5	87582,5	87299,8	86976,0	86333,0	86332,3	86330,6	86252,2	86172,8	86158,7	-14,1	-1779,8
– управляемые (сенокосы и пастбища)	80139,0	78669,0	72642,0	70481,6	70053,5	70092,0	70297,0	70021,1	70103,7	70179,5	70287,3	70366,6	79,3	-9772,4
– неуправляемые	7799,5	8023,8	15312,5	17100,9	17246,3	16884,0	16036,0	16311,2	16226,9	16072,7	15885,5	15792,1	-93,4	7992,6
5.С.2 Земли, переведенные в ЛУ <sup>3)</sup>	1167,6	11442,9	26056,4	36364,3	37633,6	38151,4	35504,7	34024,8	35971,3	35289,3	35736,9	35462,1	-274,8	34294,5
<b>5.Д Водно-болотные угодья</b>	<b>179295,0</b>	<b>191307,1</b>	<b>203319,3</b>	<b>215331,4</b>	<b>217733,9</b>	<b>220136,3</b>	<b>222538,7</b>	<b>225055,1</b>	<b>225053,7</b>	<b>225068,9</b>	<b>225066,7</b>	<b>225040,5</b>	<b>-26,2</b>	<b>45745,5</b>
5.Д.1 Водно-болотные угодья (ВБУ), остающиеся ВБУ	177015,8	177585,6	178155,4	178725,1	178839,1	178953,0	179067,0	179294,9	181572,7	183861,2	186149,7	188438,1	2288,5	11422,3
– управляемые ВБУ <sup>4)</sup>	316,6	309,6	261,0	223,1	222,2	218,7	215,2	211,6	208,1	204,6	201,1	197,5	-3,5	-119,1
– неуправляемые ВБУ	176699,2	177276,0	177894,3	178502,0	178616,9	178734,4	178851,8	179083,3	181364,6	183656,6	185948,6	188240,6	2292,0	11541,4
5.Д.2 Земли, переведенные в ВБУ	2279,2	13721,6	25163,9	36606,3	38894,8	41183,2	43471,7	45760,2	43481,0	41207,7	38917,0	36602,4	-2314,7	34323,2
<b>5.Е Поселения (П)</b>	<b>9152,7</b>	<b>10360,5</b>	<b>11509,5</b>	<b>12632,9</b>	<b>12856,2</b>	<b>13081,2</b>	<b>13310,4</b>	<b>13644,0</b>	<b>13697,1</b>	<b>13718,8</b>	<b>13771,3</b>	<b>13825,8</b>	<b>54,5</b>	<b>4673,1</b>
5.Е.1 Поселения, остающиеся П	9090,0	9090,0	9090,0	9090,0	9090,0	9090,0	9090,0	9090,0	9152,7	9399,7	9644,7	9889,6	244,8	799,6
5.Е.2 Земли, переустроенные в П	62,8	1270,6	2419,5	3542,9	3766,2	3991,2	4220,4	4554,0	4544,4	4319,1	4126,6	3936,2	-190,3	3873,5
<b>5.Ф Прочие земли (ПЗ)</b>	<b>521118,3</b>	<b>470966,8</b>	<b>419784,4</b>	<b>369310,2</b>	<b>367248,8</b>	<b>365205,2</b>	<b>363563,6</b>	<b>361059,9</b>	<b>361006,6</b>	<b>360763,3</b>	<b>360045,9</b>	<b>360023,9</b>	<b>-22,0</b>	<b>-161094,4</b>
5.Ф.1 Прочие земли, остающиеся ПЗ	521118,3	470509,8	418870,5	367939,3	365786,5	363651,5	361918,6	359323,4	359268,4	359116,4	358488,2	358513,9	25,7	-162604,4
5.Ф.2 Земли, переведенные в ПЗ	0,0	457,0	913,9	1370,9	1462,3	1553,7	1645,1	1736,5	1738,3	1646,9	1557,7	1510,0	-47,7	1510,0
<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>1709824,6</b>	<b>1709824,6</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, 2001-2002 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> торфозаболачивания

- значительные площади угодий переводятся из категории или в категорию *другие* земли (в соответствии с классификацией МГЭИК).

Учитывая вышеизложенную информацию, при составлении матрицы земель РФ за период 1990-2009 гг. мы приняли следующие допущения:

- 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, 2011, 2012, 2013 годы составлены на основе детализированных данных Росреестра (Земельный фонд РФ, 2011; 2012; 2013; Государственный (национальный) доклад..., 2014). Сводные данные по конверсии земель за 1990-2013 гг. включительно приведены в таблице 6.5. В таблице 6.6 приведена ежегодная матрица конверсии земель в России, разработанная для 2013 года. Матрицы за 2010-2012 гг. соответственно приведены в национальных докладах РФ за предыдущие годы.

При разработке ежегодных матриц конверсии земель за 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), 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 за 2013 год составлена на основе статистических данных, полученных из отчетных материалов Росреестра (Государственный (национальный) доклад..., 2014), Рослесхоза и Росстата. Площади лесных земель, переведенные в земли поселений в 1990-1993 гг., были учтены в категории постоянных земель поселений, т.к. истек период конверсии, принятый по умолчанию равным 20 годам. 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. разделы 6.4.1.2 и 6.4.3.2).

Таблица 6.5

Перевод площадей земель по категориям МГЭИК в РФ за период с 01.01.1990 по 01.01.2014, тыс. га

Типы земельных угодий	Было на 01.01.1990	Изменение площадей								Итого измене-ние <sup>5)</sup>	Стало на 01.01.2014
		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>	609607,0		54900,2	479,9	0,0	0,0	0,0	-501,2	0,0	54878,9	664485,8
– неуправляемые	168993,3	-54900,2		0,0	0,0	2680,7	0,0	-288,0	117180,9	64673,5	233666,8
Пахотные земли (управляемые)	132551,8	-479,9	0,0		-29497,9	-5611,7	-176,0	-3860,8	-1764,4	-41390,7	91161,0
Луговые угодья – управляемые (се-нокосы и пастби-ща) <sup>2)</sup>	81306,6	0,0	0,0	29497,9		-10782,3	0,0	0,0	0,0	18715,7	100022,3
– неуправляемые <sup>2)</sup>	7799,5	0,0	-2680,7	5611,7	10782,3		0,0	0,0	85,8	13799,0	21598,5
Водно-болотные угодья <sup>3)</sup>	179295,0	0,0	0,0	176,0	0,0	0,0		0,0	45569,1	45745,5	225040,5
Земли поселений <sup>4)</sup>	9090,0	501,2	288,0	3860,8	0,0	0,0	0,0		85,9	4735,8	13825,8
Другие земли	521181,1	0,0	-117180,9	1764,4	0,0	-85,8	-45569,1	-85,9		-161157,2	360023,9
Итого земель в Российской Фе-дерации	1709824,2	-54878,9	-64673,5	41390,7	-18715,7	-13799,0	-45745,1	-4735,8	161157,2	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 6.6

Перевод площадей земель по категориям МГЭИК в РФ за период с 01.01.2013 по 01.01.2014, тыс. га

Типы земельных угодий	Было на 01.01.2013	Изменение площадей								Итого изменение <sup>5)</sup>	Стало на 01.01.2014
		Лесные земли		Пахотные земли (управл.)	Луговые угодья		Водно-болотные угодья	Земли по-селений	Другие земли		
		управл.	неуправл.		управл. (сено-косы и паст-бища)	неуправл.					
Лесные земли – управляемые <sup>1)</sup>	664481,2		14,4	4,6				-14,4		4,6	664485,8
– неуправляемые	233654,8	-14,4				0,8		-8,4	34,0	12,0	233666,8
Пахотные земли (управляемые)	90895,0	-4,6			270,6					266,0	91161,0
Луговые угодья – управляемые (се-нокосы и пастби-ща) <sup>2)</sup>	100200,3			-270,6		92,6				-178,0	100022,3
– неуправляемые <sup>2)</sup>	21709,4		-0,8	0,0	-92,6				-17,5	-110,9	21598,5
Водно-болотные угодья <sup>3)</sup>	225066,7								-26,2	-26,2	225040,5
Земли поселений <sup>4)</sup>	13771,3	14,4	8,4	0,0					31,7	54,5	13825,8
Другие земли	360045,9		-34,0	0,0	0,0	17,5	26,2	-31,7		-22,0	360023,9
Итого земель в Российской Фе-дерации	1709824,6	-4,6	-12,0	-266,0	178,0	110,9	26,2	-54,5	22,0	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 соответствии с требованиями методических руководств МГЭИК, в частности (Руководящие принципы..., 2006), 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.

## **6.4 Характеристика выбросов по подкатегориям**

### **6.4.1 Лесные земли (раздел 4.А ОФД)**

#### **6.4.1.1 Лесные земли, остающиеся лесными землями**

##### **6.4.1.1.1 Характеристика подкатегории**

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 осуществляется органами исполнительной власти субъектов РФ в области лесных отношений.

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 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. 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; 4) о защитных лесах, об их категориях, об эксплуатационных лесах, о резервных лесах; 5) об особо защитных участках лесов, о зонах с особыми условиями использования территорий; 6) о количественных, качественных, экономических характеристиках лесов и лесных ресурсов; 7) об использовании, охране, о защите, воспроизводстве лесов; 7) о предоставлении лесов гражданам и юридическим лицам.

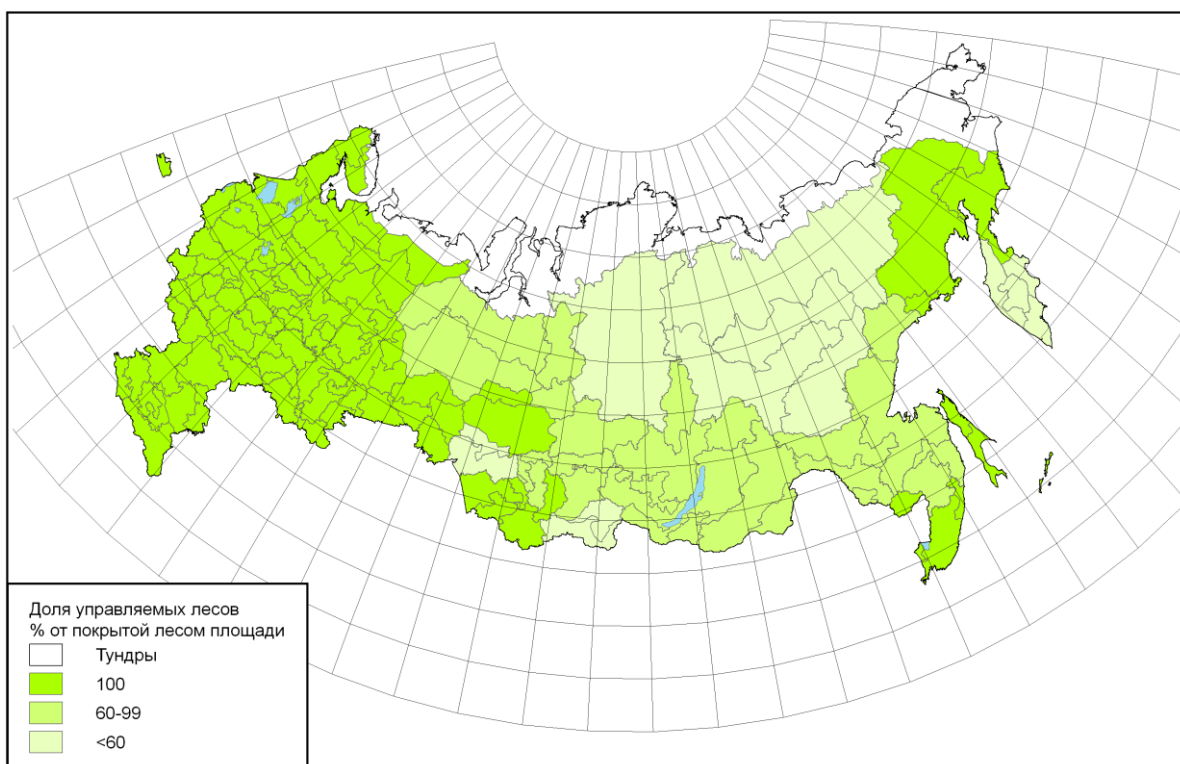
В зависимости от экономического, экологического и социального значения, местоположения и выполняемых функций, лесной фонд страны ранее был разделен на три группы лесов. В соответствии со статьей 10 Лесного кодекса РФ (2006), леса, расположенные на землях лесного фонда, по целевому назначению подразделяются 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 можно выделить 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 (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 согласно Докладу об установленном количестве выбросов (2007) 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 6.2. По данным Росреестра по состоянию на 01.01.2013 г. лесные земли Российской Федерации охватывали 898,1 млн. га, а лесные земли, входящие в лесной фонд – 871,8 млн. га или 97,1% лесных земель страны. Запас стволовой древесины на землях лесного фонда оценивался в 79,9 млрд. м<sup>3</sup>. Площадь управляемых лесов России составила 663,7 млн. га или 76,1% лесных земель страны, а их запас – 68,5 млрд. м<sup>3</sup>, или 85,7% 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 Камчатской и Иркутской областях, Республиках Саха (Якутия), Тыва и Бурятия, Красноярском и Хабаровском краях.

А



Б

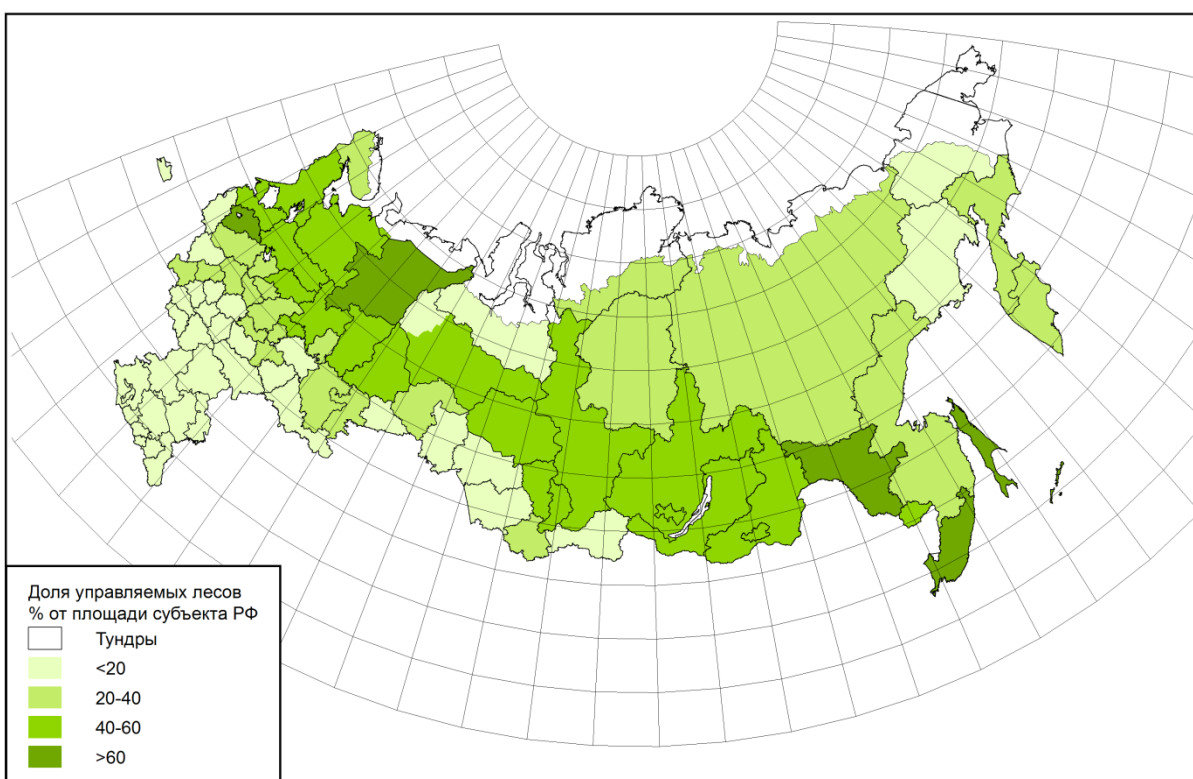


Рисунок 6.4 – Схема расположения управляемых лесов территории Российской Федерации:  
А – доля управляемых лесов от покрытых лесом земель; Б – доля управляемых лесов от  
площади субъекта РФ

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).

Основные лесообразующие породы, включенные в расчет – сосна, ель, пихта, лиственница и сосна кедровая для хвойных; высокостовольный и низкостовольный дубы, береза каменная и прочие для твердолиственных; береза, осина и другие для мягколиственных. Динамика площадей управляемых лесных земель представлена на рисунке 6.5.



Рисунок 6.5 – Динамика площадей управляемых лесных земель Российской Федерации по данным Рослесхоза

В таблице 6.7 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 2013 г. по субъектам РФ представлены в приложении 3.3 (часть 2 НДК).

Таблица 6.7

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

Продолжение таблицы 6.7

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>
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
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
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
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
2012	Хвойные	72295,6	2730,1	92842,7	12105,1	42136,2	7172,0	188620,1	26730,1
	Твердолиственные	1698,7	70,0	4736,5	576,5	1922,8	245,9	6133,6	835,8
	Мягколиственные	22865,1	512,8	50052,1	4996,1	17737,5	2632,9	52110,7	9007,6
	Прочие породы	33,3	2,2	297,0	10,5	20,3	1,3	36,8	5,0
	Кустарники	9142,7	70,5	22089,0	457,0	5463,0	109,4	10103,2	218,6
	Итого	106035,4	3385,5	170017,3	18145,2	67279,8	10161,5	257004,4	36797,1
2013	Хвойные	72505,0	2722,4	91878,4	11970,0	42340,3	7196,2	189477,2	26871,8
	Твердолиственные	1680,7	68,2	4717,7	574,0	1928,6	247,4	6138,1	837,0
	Мягколиственные	22886,9	513,8	49780,6	4961,7	17567,1	2613,1	52274,2	9018,8
	Прочие породы	33,5	2,2	296,6	10,5	20,3	1,3	37,0	5,0
	Кустарники	9175,0	70,6	21798,0	455,8	5209,7	107,3	9951,5	218,3
	Итого	106281,1	3377,3	168471,3	17972,0	67066,0	10165,3	257878,0	36950,8

**Примечание.** Площади и запасы покрытых лесной растительностью управляемых лесных земель за 1991-1994, 1996-1999, 2001-2004 и 2006-2009 годы представлены в Национальном докладе о кадастре 2014 г.

Общая площадь управляемых лесных земель с 1990 по 2013г. увеличилась на 54,4 млн. га за счет перевода из неуправляемых лесных земель. Площадь покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов от 1990 к 2013г. увеличилась на 64,7 млн. га. Увеличение доли площади покрытых лесной растительностью земель связано в первую очередь с более чем двукратным падением уровня лесопользования в начале 1990-х годов (Замолодчиков и др., 2005; Замолодчиков, Грабовский, Краев, 2011). Сокращение площадей новых вырубок за счет снижения уровня лесозаготовок происходит одновременно с лесовосстановлением на рубках 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 2013г.

Покрытые лесной растительностью земли ежегодно абсорбировали от 277,8 до 332,4 Мт С год<sup>-1</sup> (в среднем – 301,4 Мт С год<sup>-1</sup>). В среднем 71% абсорбции углерода приходилось на биомассу, 11% – на мертвую древесину, 3% – на подстилку и 15% – на почву (табл. 6.8, рис. 6.6).

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 – 160,1 Мт С год<sup>-1</sup>) (табл. 6.9, рис. 6.7). 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 6.8

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
1995	203 394,0	29 995,6	10 293,6	44 764,3	288 447,5
2000	211 333,3	31 878,5	10 580,3	46 859,7	300 651,8
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
2012	235 509,2	36 252,2	10 299,5	48 977,5	331 038,5
2013	233 492,9	35 750,1	10 290,8	48 883,7	328 417,5

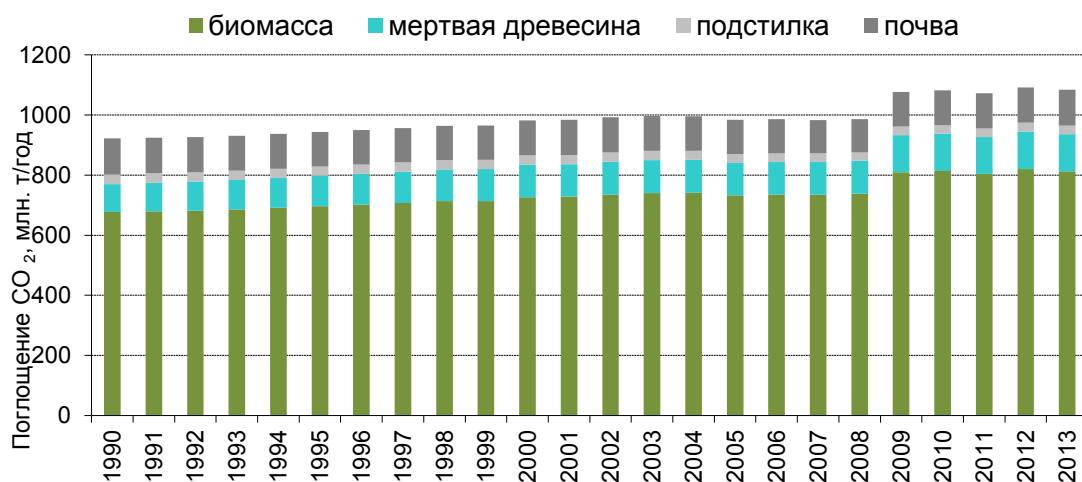


Рисунок 6.6 – Динамика абсорбции CO<sub>2</sub> управляемыми лесами по пулам

Таблица 6.9

*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	6 093,4	220 390,6
1995	85 502,5	103 675,1	6 093,4	195 271,0
1996	82 659,8	92 583,4	6 093,4	181 336,6
2000	83 788,3	56 653,9	5 715,6	146 157,8
2005	84 799,6	53 619,7	5 148,9	143 568,2
2006	82 755,7	52 737,1	5 148,9	140 641,7
2007	80 762,1	54 021,9	5 148,9	139 932,9
2008	75 303,3	57 288,6	5 077,0	137 668,9
2009	78 816,6	61 861,2	5 077,0	145 754,8
2010	76 078,2	63 812,8	5 077,0	144 968,0
2011	77 563,1	65 212,4	5 077,0	147 852,5
2012	78 431,7	68 157,7	5 077,0	151 666,4
2013	80 013,1	71 781,2	5 077,0	156871,3

Данные о фактической рубке в лесах России ( $H_k$ ) представлены на рисунке 6.8 (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 в 1999-2012 гг. по сравнению с предыдущим периодом. Потери углерода по пулам биомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы в результате сплошных рубок были рассчитанные по уравнениям 6.7, 6.14, 6.20, 6.26 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.

#### **Выбросы парниковых газов от пожаров**

Данные государственной статистики о площадях низовых, верховых и почвенных пожаров, ежегодно регистрируемых на лесных землях управляемой части территории лесного фонда России представлены на рисунке 6.9. Высокая горимость лесов отмечалась в 1990, 1996, 1998, 2003, 2008 и 2010-2012 годы. Выброс  $\text{CO}_2$  от деструктивных лесных пожаров и гибели древостоев по иным причинам, включая послепожарные эмиссии, был рассчитан по уравнениям 6.18, 6.20, 6.22, 6.24 на основе данных по площадям гарей и погибших насаждений с учетом времени их зарастания в разрезе субъектов РФ.

Помимо общих потерь углерода от деструктивных пожаров, необходимо учитывать выбросы  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  и NMVО от всех типов пожаров, которые определялись по формуле 6.30 (Руководящие принципы..., 2006). Согласно рекомендации международной группы экспертов дополнительно были рассчитаны пожарные эмиссии  $\text{CO}_2$  по аналогичной методике. 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.

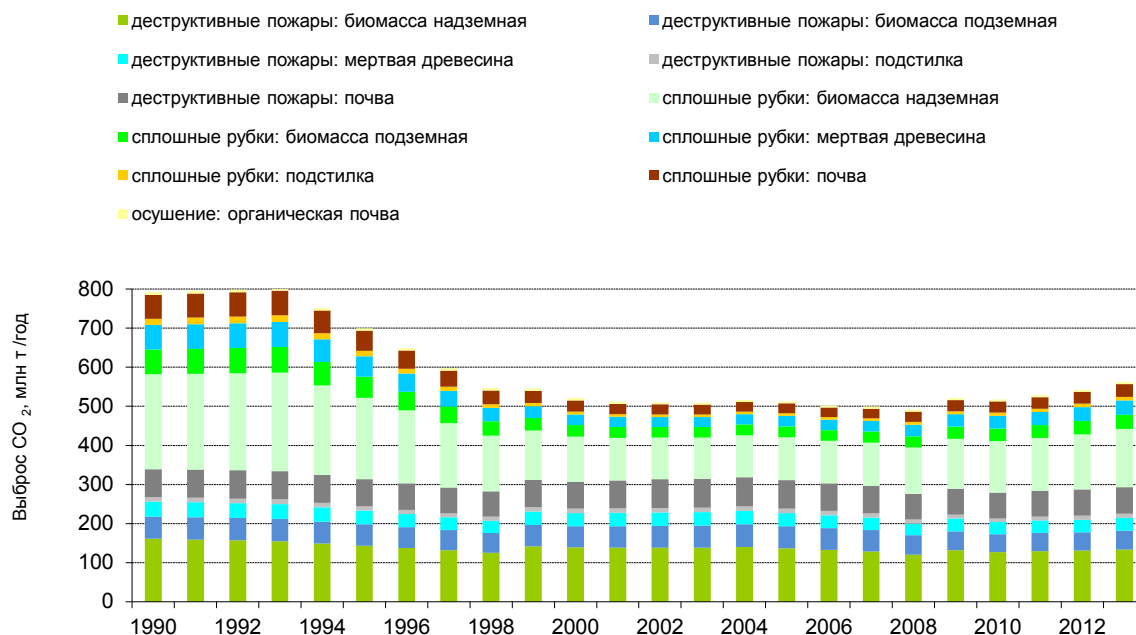


Рисунок 6.7 – Динамика потерь  $CO_2$  управляемыми лесами по пулам в результате хозяйственной деятельности

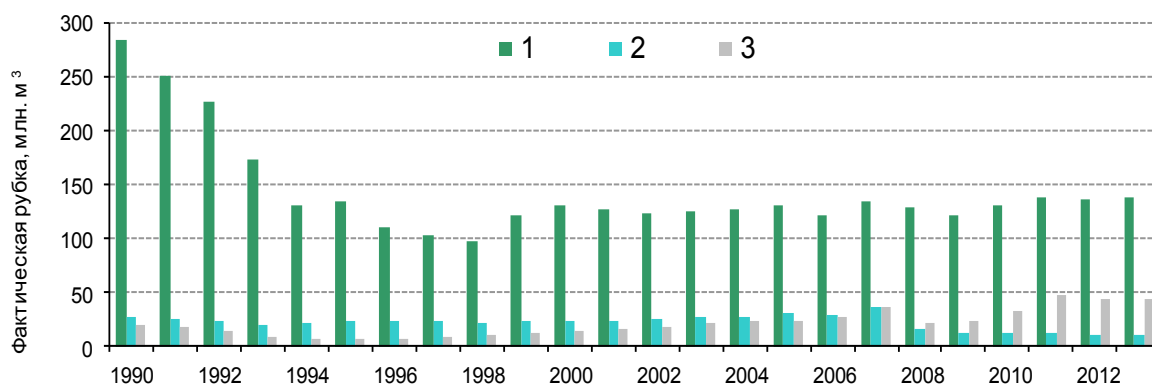


Рисунок 6.8 – Фактическая рубка древесины в лесах России по видам пользования: 1 – рубки спелых и перестойных насаждений; 2 – рубки ухода; 3 – санитарные рубки и прочие рубки

Начиная с 2014 года в отчетность включены выбросы неметановых углеводородов (NMVOC) для оценки которых были использованы факторы эмиссии из публикации (Akagi-etal., 2011). Пожарные эмиссии  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $CO$ ,  $NO_x$  и NMVOC в управляемых лесах России приведены в таблице 6.10 и на рисунке 6.10. Значительная вариация выбросов парниковых газов обусловлена воздействием природных и антропогенных факторов, определяющих условия возникновения и характер пожаров в лесах.

Начиная с 2014 года в кадастр включены расчеты выбросов парниковых газов от профилактических контролируемых противопожарных выжиганий лесных горючих материалов, проводимых на землях лесного фонда, начиная с 1999 года согласно утвержденным приказом Рослесхоза №68 от 24.03.1999 г. «Рекомендациям по созданию защитных противопожарных полос на участках лесного фонда путем контролируемых выжиганий сухой травы». В период с 1999 по 2004 годы площади профилактических контролируемых выжиганий были невелики. Согласно данным, представленным на сайте <http://www.drevesina.com/news.htm/a6561/>, в 2005 г. контролируемые выжигания проведены на площади 1 490 тыс. га, что в 10 раз больше, чем в 2004 г. В связи с отсутствием статисти-



ческих данных за 1999-2004 гг. было принято допущение, что площади контролируемых выжиганий плавно росли от 0 в 1998 г. до 150 тыс. га в 2004 г.

В настоящее время профилактические выжигания регламентируются Лесным кодексом РФ. Согласно ст. 53.1 «Предупреждение лесных пожаров», на территории лесного фонда предусмотрены меры противопожарного обустройства лесов, в том числе проведение профилактического контролируемого противопожарного выжигания хвороста, лесной подстилки, сухой травы и других лесных горючих материалов. Проведение профилактических палов предусматривается ежегодными приказами Рослесхоза об организации охраны лесов от пожаров. Планируемые площади профилактических палов согласовываются с уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области лесных отношений. Информация о профилактических палах, проведенных в 2006-2012 гг. была предоставлена Рослесхозом. Расчетные объемы выбросов парниковых газов от профилактических палов представлены в таблице 6.11 и на рисунке 6.10.

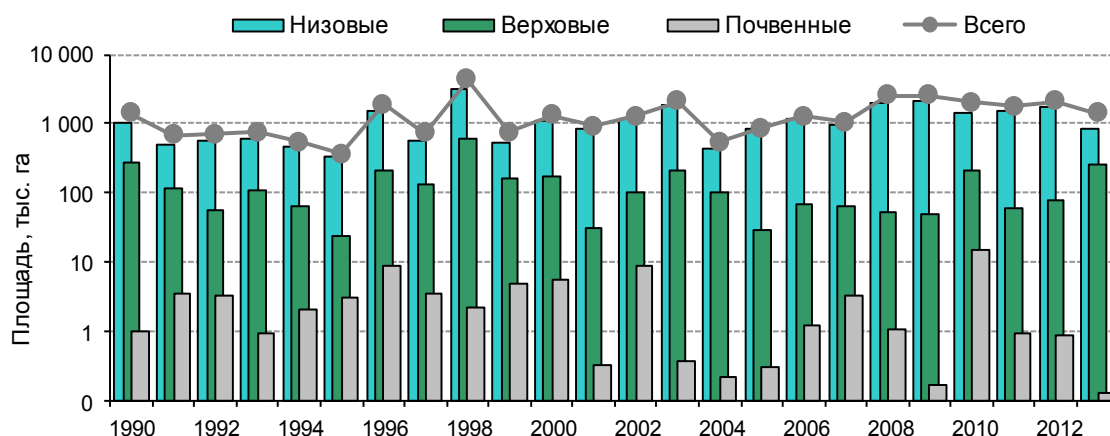


Рисунок 6.9 – Площади пожаров в управляемых лесах по данным Рослесхоза

Таблица 6.10

Выбросы  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $CO$ ,  $NO_x$  и NMVOC от природных пожаров разных типов в управляемых лесах России

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>	NM VOC
Низовые пожары							
1990	1050,1	30012,6	89,9	2046,7	5,0	57,4	560
1995	325,8	9311,2	27,9	635,0	1,5	17,8	174
2000	1093,3	31248,3	93,6	2131,0	5,2	59,7	584
2005	815,5	23307,7	69,8	1589,5	3,9	44,6	435
2006	1442,9	41239,4	123,5	2812,4	6,8	78,9	770
2007	961,1	27469,1	82,3	1873,3	4,6	52,5	513
2008	1964,8	56156,2	168,2	3829,6	9,3	107,4	1049
2009	2175,9	62188,0	186,3	4241,0	10,3	118,9	1161
2010	1414,1	40415,4	121,1	2756,2	6,7	77,3	755
2011	1560,0	44587,5	133,6	3040,7	7,4	85,3	833
2012	1732,0	49502,6	148,3	3375,9	8,2	94,7	924
2013	813,3	23244,8	69,6	1585,2	3,9	44,4	434

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>	NMVOС
Деструктивные пожары**							
1990	1571,4	128750,1	385,7	8780,3	21,3	246,2	2404,3
1995	1508,0	123555,2	370,1	8426,0	20,5	236,2	2307,3
2000	1506,9	123461,3	369,8	8419,6	20,5	236,1	2305,6
2005	1577,1	129214,9	387,1	8812,0	21,4	247,1	2413,0
2006	1540,0	126173,3	378,0	8604,6	20,9	241,2	2356,2
2007	1511,2	123815,0	370,9	8443,7	20,5	236,7	2312,2
2008	1420,5	116384,4	348,6	7937,0	19,3	222,5	2173,4
2009	1452,2	118984,4	356,4	8114,3	19,7	227,5	2222,0
2010	1432,4	117359,5	351,6	8003,5	19,4	224,4	2191,6
2011	1465,8	120097,7	359,8	8190,2	19,9	229,6	2242,7
2012	1485,6	121719,0	364,6	8300,8	20,2	232,7	2273,0
2013	1506,9	123462,6	369,8	8419,7	20,5	236,1	2305,6
Почвенные пожары							
1990	1,0	42,7	1,1	24,4	0,0	0,4	3,5
1995	3,1	133,1	3,3	76,1	0,1	1,1	10,8
2000	5,5	237,6	5,9	135,8	0,2	2,0	19,2
2005	0,3	12,8	0,3	7,3	0,0	0,1	1,0
2006	1,2	50,5	1,3	28,9	0,0	0,4	4,1
2007	3,2	139,0	3,5	79,5	0,1	1,2	11,3
2008	1,1	46,8	1,2	26,8	0,0	0,4	3,8
2009	0,2	7,1	0,2	4,0	0,0	0,1	0,6
2010	14,4	627,3	15,6	358,7	0,5	5,2	50,8
2011	0,9	40,6	1,0	23,2	0,0	0,3	3,3
2012	0,8	36,9	0,9	21,1	0,0	0,3	3,0
2013	0,1	5,5	0,1	3,2	0,0	0,0	0,4
Пожары на непокрытых лесом землях							
1990	49,5	591,5	1,8	40,3	0,1	1,1	11,0
1995	7,7	92,5	0,3	6,3	0,0	0,2	1,7
2000	57,5	687,9	2,1	46,9	0,1	1,3	12,8
2005	1,2	14,4	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3
2006	14,4	172,1	0,5	11,7	0,0	0,3	3,2
2007	9,1	108,8	0,3	7,4	0,0	0,2	2,0
2008	52,5	627,7	1,9	42,8	0,1	1,2	11,7
2009	294,3	3519,9	10,5	240,0	0,6	6,7	65,7
2010	386,2	4618,7	13,8	315,0	0,8	8,8	86,3
2011	131,2	1568,9	4,7	107,0	0,3	3,0	29,3
2012	289,7	3464,7	10,4	236,3	0,6	6,6	64,7
2013	82,9	991,4	3,0	67,6	0,2	1,9	18,5
Все типы пожаров							
1990	2672,0	159396,8	478,4	10891,8	26,4	305,0	2979,3
1995	1844,6	133092,0	401,6	9143,4	22,1	255,3	2493,7
2000	2663,2	155635,0	471,4	10733,4	25,9	299,1	2921,2
2005	2394,1	152549,9	457,2	10409,8	25,3	291,8	2849,6
2006	2998,4	167635,3	503,3	11457,5	27,8	320,8	3133,6

Продолжение таблицы 6.10

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>	NMVOС
2007	2484,6	151531,9	457,0	10403,9	25,2	290,6	2838,4
2008	3438,9	173215,2	519,9	11836,2	28,73	331,5	3237,6
2009	3922,6	184699,4	553,4	12599,4	30,61	353,2	3449,6
2010	3247,1	163020,9	502,1	11433,3	27,36	315,7	3083,4
2011	3158,0	166294,8	499,0	11361,1	27,58	318,2	3108,0
2012	3508,2	174723,1	524,2	11934,0	28,97	334,3	3265,1
2013	2403,2	147704,3	442,6	10075,7	24,48	282,5	2758,6

\* – выбросы за 1991-1994, 1996-1999, 2001-2004 представлены в Национальном кадастре парниковых газов 2014 г.

\*\* – площади деструктивных пожаров представляют собой расчетную величину согласно формуле 6.15

Таблица 6.11

Выбросы CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, NO<sub>x</sub> и NMVOС от профилактических контролируемых противопожарных выжиганий хвороста, лесной подстилки, сухой травы и других лесных горючих материалов в управляемых лесах России

Год	Площадь, тыс. га <sup>1)</sup>	Величина выброса, тыс. т					
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	NMVOС
1999	25,0	714,5	2,1	48,7	0,1	1,4	13,3
2000	50,0	1429,0	4,3	97,5	0,2	2,7	26,7
2001	75,0	2143,6	6,4	146,2	0,4	4,1	40,0
2002	100,0	2858,1	8,6	194,9	0,5	5,5	53,4
2003	125,0	3572,6	10,7	243,6	0,6	6,8	66,7
2004	150,0	4287,1	12,8	292,4	0,7	8,2	80,1
2005	1490,0	42585,5	127,6	2904,2	7,1	81,4	795,3
2006	2218,6	63410,6	189,9	4324,4	10,5	121,2	1184,2
2007	2518,5	71979,8	215,6	4908,8	11,9	137,6	1344,2
2008	2299,9	65732,4	196,9	4482,7	10,9	125,7	1227,5
2009	1968,9	56274,3	168,6	3837,7	9,3	107,6	1050,9
2010	1279,5	36567,9	109,5	2493,8	6,1	69,9	682,9
2011	1353,1	38672,4	115,8	2637,3	6,4	73,9	722,2
2012	997,2	28499,9	85,4	1943,6	4,7	54,5	532,2
2013	1211,4	34622,0	2361,1	103,7	5,7	66,2	646,5

<sup>1)</sup> площади за 2006-2012 гг. – по данным Рослесхоза, за 2004-2005 гг. – по данным сайта <http://www.drevesina.com/news.htm/a6561/>, за 1999-2003 гг. – интерполяция, в 1990-1998 гг. профилактические выжигания не проводились.

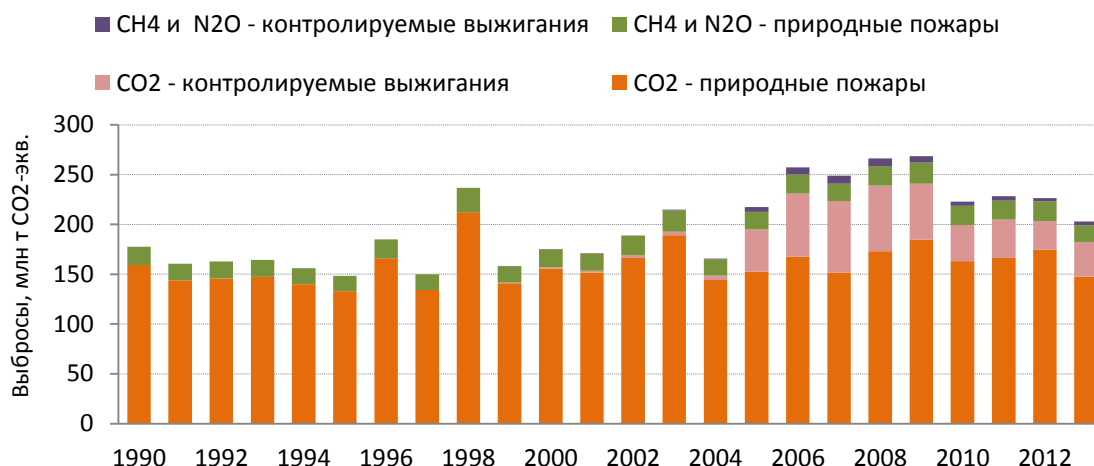


Рисунок 6.10 – Совокупные пожарные эмиссии от природных пожаров и от контролируемых выжиганий в управляемых лесах

#### Выбросы $\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$ и $\text{N}_2\text{O}$ от осушения органических лесных почв

Результаты расчетов выбросов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от осушения органических лесных почв приведены в таблице 6.12. В лесах России наблюдается сокращение выбросов от осушенных органических почв в связи с недостаточным объемом работ по поддержанию мелиоративной сети и сокращению площадей осушенных лесных земель.

Таблица 6.12

Площади осушенных лесных земель и выбросы парниковых газов

Годы	Площади осушенных лесных земель, тыс. га	Выбросы парниковых газов, тыс. т		
		$\text{CO}_2$	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{CH}_4$
1990	2340,6	6093,4	6,3	23,0
1995	2340,6	6093,4	6,3	23,0
2000	2195,5	5715,6	5,9	21,5
2001	2122,9	5526,7	5,7	20,8
2002	2050,4	5337,8	5,5	20,1
2003	1977,8	5148,9	5,3	19,4
2004	1977,8	5148,9	5,3	19,4
2005	1977,8	5148,9	5,3	19,4
2006	1977,8	5148,9	5,3	19,4
2007	1977,8	5148,9	5,3	19,4
2008	1950,2	5077,0	5,2	19,1
2009	1950,2	5077,0	5,2	19,1
2010	1950,2	5077,0	5,2	19,1
2011	1950,2	5077,0	5,2	19,1
2012	1950,2	5077,0	5,2	19,1
2013	1950,2	5077,0	5,2	19,1

#### Итоговый углеродный баланс управляемых лесов

За весь рассматриваемый период поглощение углерода управляемыми лесами РФ превышало его потери, то есть наблюдался сток атмосферного углерода в объемах от 61,9 Мт С год<sup>-1</sup> в 1990г. до 184,4 Мт С год<sup>-1</sup> в 2012г. (среднее значение – 142,5 Мт С год<sup>-1</sup>). В 2013г. чистое поглощение  $\text{CO}_2$  управляемыми лесами составило 642,5 Мт год<sup>-1</sup> (рис. 6.11).

Наибольшее поглощение обеспечивал пул биомассы в объемах от 54,6 до 145,1 МтС год<sup>-1</sup> (среднее значение – 105,5 Мт С год<sup>-1</sup>) (табл. 6.13). В среднем за 1990-2013 гг. величина стока углерода в пул мертвой древесины составляла 12,3 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 4,6 Мт С год<sup>-1</sup>. Средняя за рассматриваемый период величина стока углерода в почву равна 17,1 Мт С год<sup>-1</sup>.

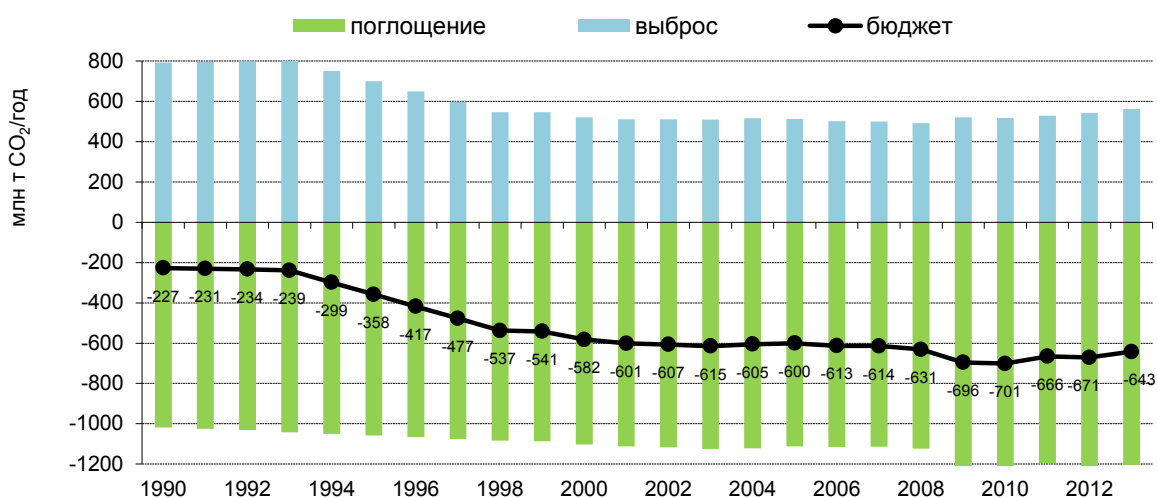


Рисунок 6.11 – Баланс CO<sub>2</sub> управляемых лесов России  
(в сумме по пулам биомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы)

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.

Таблица 6.13

Годовой баланс углерода в биомассе, 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

Год	Бюджет углерода по пулам, млн. т С год <sup>-1</sup>				
	Биомасса	Мертвая древесина	Подстилка	Органическое вещество почвы	Всего
<b>2007</b>	127,1	16,3	5,1	20,3	168,9
<b>2008</b>	130,1	16,7	5,2	21,5	173,6
<b>2009</b>	144,2	18,8	5,4	22,6	191,1
<b>2010</b>	145,1	19,5	5,3	22,6	192,5
<b>2011</b>	137,4	17,8	5,2	22,5	182,9
<b>2012</b>	139,1	17,9	5,2	22,2	184,4
<b>2013</b>	133,4	16,7	5,0	21,5	176,6
<b>Минимум</b>	<b>54,6</b>	<b>0,3</b>	<b>2,3</b>	<b>6,0</b>	<b>63,5</b>
<b>Максимум</b>	<b>145,1</b>	<b>19,5</b>	<b>5,7</b>	<b>22,6</b>	<b>192,5</b>
<b>Среднее</b>	<b>108,5</b>	<b>12,3</b>	<b>4,6</b>	<b>17,1</b>	<b>142,5</b>

#### 6.4.1.1.2 Методология сбора данных и расчетов

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. 6.12). 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). Государственный лесной реестр ведется по формам, утвержденным приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 15 февраля 2012 г. № 54 «Об утверждении форм ведения государственного лесного реестра».

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.

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 преимущественно с помощью вычислительной техники.

Сводные данные по субъекту РФ получают в его органе исполнительной власти в области лесных отношений на основе информации, поступающей из лесничеств.

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

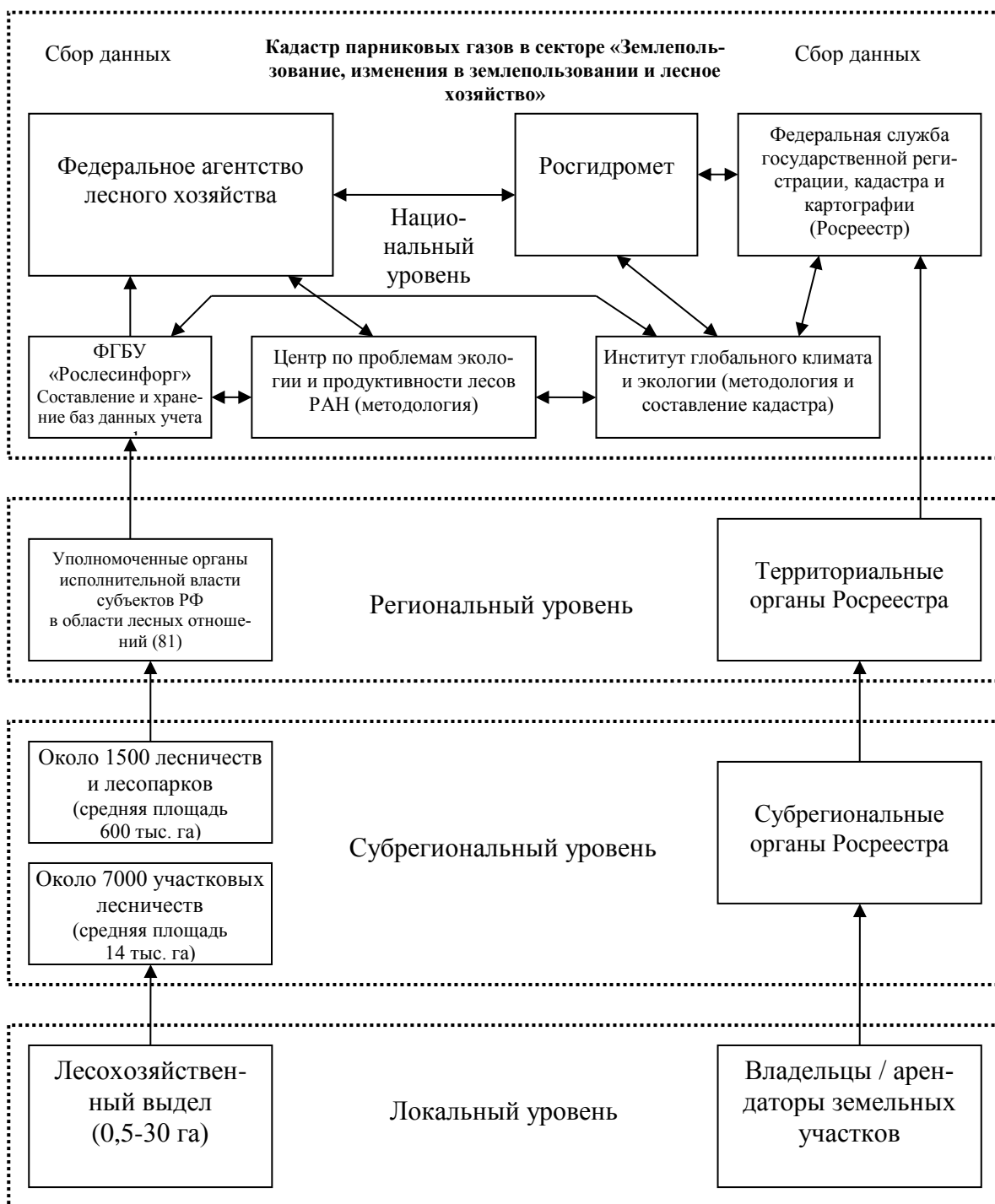


Рисунок 6.12 – Элементы национальной системы Российской Федерации по оценке выбросов и абсорбции парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение в землепользовании и лесное хозяйство», включая сбор данных о деятельности

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, 1998-2013 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 парниковых газов, представленном в 2011г.

Согласно методологическим рекомендациям МГЭИК, информационно-аналитическая оценка запасов и бюджета углерода проводится для следующих пулов: 1) фитомасса древесная (древесного яруса); 2) мертвая древесина (сухостой и валеж); 3) подстилка; 4) органическое вещество почвы.

Территория России охватывает различные природные зоны, поэтому углеродные параметры лесов существенно варьируют в зональном и региональном отношении. В настоящей работе использован принцип зонально-провинциального деления территории России, впервые предложенный в работе (Исаев и др., 1995). В соответствии с этим принципом территория России делится на следующие макрорегионы: Европейско-Уральская часть, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток. Каждый из 4 макрорегионов, в свою очередь, подразделяется на 3 широтные (зональные) полосы: северную (северные редколесья и северная тайга), среднюю (средняя тайга) и южную (южная тайга, смешанные, широколиственные леса и лесостепь). Границы 12 зонально-региональных полигонов совмещаются с административными границами субъектов федерации, что облегчает использование в дальнейших расчетах информации ГЛР, представленной для лесничеств (лесхозов) либо субъектов РФ. Распределение субъектов РФ по 12 зонально-региональным полигонам представлено в таблице 6.14.



Таблица 6.14

## Природно-географическая дифференциация субъектов Российской Федерации

Зонально-региональный полигон	Субъекты Российской Федерации
Европейско-Уральская часть, северная тайга	Архангельская область, Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Республика Коми
Европейско-Уральская часть, средняя тайга	Вологодская область, Кировская область, 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. 6.14) 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.

**Оценка изменений запасов углерода в биомассе**

Расчет запасов углерода в биомассе древостоев осуществляется через приводимые в материалах ГЛР объемные запасы древесины насаждений и конверсионные коэффициенты, представляющие собой отношения запаса углерода биомассы 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 биомассе древостоев по группам возраста преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта проводится по уравнению (6.1):

$$\text{СР}_{ij} = V_{ij} \text{КР}_{ij} \quad (6.1)$$

где:

$\text{СР}_{ij}$  – запас углерода в биомассе древостоев группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С;

$V_{ij}$  – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ ,  $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$  (по данным ГЛР);

$\text{КР}_{ij}$  – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в биомассе древостоев группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ ,  $\text{т С м}^{-3}$  (приведены в таблице 6.15 и в приложении 3.2).

Таблица 6.15

Конверсионные коэффициенты ( $\text{т С м}^{-3}$ ) для расчета запаса углерода в биомассе древостоев 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	Приспевающие	Спелые и перестойные
Сосна	1	0,469	0,347	0,369	0,331
	2	0,397	0,323	0,358	0,323
	3	0,435	0,352	0,329	0,356
Ель	1	0,469	0,387	0,381	0,375
	2	0,469	0,370	0,343	0,341
	3	0,614	0,369	0,351	0,364
Пихта	1-3	0,420	0,308	0,283	0,270
Лиственница	1	0,523	0,423	0,450	0,478
	2	0,406	0,418	0,434	0,404
	3	0,392	0,371	0,398	0,398
Кедр	1-3	0,392	0,341	0,319	0,450
Дуб высокоствольный	1-3	0,616	0,491	0,418	0,478
Дуб низкоствольный	1-3	0,796	0,541	0,563	0,637
Каменная береза	1-3	0,795	0,541	0,563	0,636
Прочие твердолиственные	1-3	0,624	0,477	0,388	0,436
Береза	1	0,461	0,409	0,409	0,423

Продолжение таблицы 6.15

Преобладающая порода	Зона	Группа возраста			
		Молодняки I и II классов возраста	Средне- возрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
	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.

Завершающим этапом расчета запасов углерода для рассматриваемого пула 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).

#### Расчет абсорбции углерода пулом биомассы

Метод оценки поглощения углерода пулом биомассы по данным ГЛР (в то время ГУЛФ) был предложен в работе (Исаев и др., 1993). Сначала рассчитываются средние на единицу площади значения запасов углерода биомассы в последовательных возрастных группах (уравнение 6.2). Далее, с использованием информации по временным интервалам пребывания насаждений в данной возрастной группе (табл. 6.16), оценивается средняя годовичная абсорбция углерода пулом биомассы в данной группе (уравнение 6.3). Суммарное значение абсорбции углерода пулом биомассы в данной возрастной группе преобладающей породы равно произведению среднего годовичного значения на соответствующую площадь (уравнение 6.4). Абсорбция углерода пулом биомассы в наиболее старшей возрастной группе (перестойные) принимается равной нулю.

Расчет абсорбции углерода пулом биомассы ведется по совокупности уравнений 6.2-6.4:

$$MCP_{ij} = CP_{ij} / S_{ij} \quad (6.2)$$

$$MAbP_{ij} = [(MCP_{ij} - MCP_{i-1j}) TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCP_{i+1j} - MCP_{ij}) TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (6.3)$$

$$AbP_{ij} = S_{ij} MAbP_{ij} \quad (6.4)$$

где:

$MCP_{ij}$  – средний запас углерода биомассы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup>;

$CP_{ij}$  – запас углерода биомассы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С;

$S_{ij}$  – площадь насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , га;

$MAbP_{ij}$  – средняя годовичная абсорбция углерода пулом биомассы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> год<sup>-1</sup>;

$MCP_{i-1j}$  – средний запас углерода биомассы 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. 6.16), лет;

$TI_{i-1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i-1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 6.16), лет;

$MCP_{i+1j}$  – средний запас углерода биомассы 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. 6.16), лет;

$AbP_{ij}$  – годовая абсорбция углерода пулом биомассы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С год<sup>-1</sup>.

Таблица 6.16

*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

*Оценка потерь углерода в пуле биомассы.* 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. 6.17) 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 6.5 и 6.6.

$$ASF = SB / TRB \quad (6.5)$$

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. 6.16), лет.

$$ASH = SC / TRC \quad (6.6)$$

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. 6.16), 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 (6.7):

$$LsPH = ASHCP_m / S_m \quad (6.7)$$

где:

LsPH – годовые потери углерода пулом биомассы 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 биомассы 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 биомассы используются средние значения по всем лесам оцениваемого объекта. Расчет потерь пула биомассы при пожарах осуществляется по уравнению (6.8):

$$LsPF = ASF_{CP_a} / S_a \quad (6.8)$$

где:

LsPF – годовые потери углерода пулом биомассы 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 биомассы 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 6.17

## 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 Калмыкия	3	5
Краснодарский край	3	7
Астраханская область	3	5
Волгоградская область	3	5
Ростовская область	2	5
<b>Северо-Кавказский федеральный округ</b>		
Республика Дагестан	5	10
Республика Ингушетия	7	13
Кабардино-Балкарская республика	4	8
Карачаево-Черкесская республика	4	8
Республика Северная Осетия-Алания	4	7
Чеченская республика	7	13
Ставропольский край	3	6

Продолжение таблицы 6.17

Субъект РФ	Время зарастания, 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
Самарская область	4	8
Саратовская область	3	6
Ульяновская область	4	8
Пермский край (в границах бывш.Пермской области)	7	13
Пермский край (Коми-Пермяцкий 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
Забайкальский край (в границах бывш.Читинской обл.)	6	11
Забайкальский край (Агинский Бурятский округ)	6	13
Красноярский край	6	13
Иркутская область	6	11
Иркутская область (Усть-Ордынский Бурятский округ)	6	13
Кемеровская область	6	13
Новосибирская область	5	10
Омская область	5	11
Томская область	6	11
<b>Дальневосточный федеральный округ</b>		
Республика Саха (Якутия)	6	13
Приморский край	2	3
Хабаровский край	6	13
Амурская область	5	10
Камчатский край	8	17
Магаданская область	7	14
Сахалинская область	8	15
Еврейская автономная область	6	13
Чукотский автономный округ	7	14

*Расчет бюджета углерода по пулу биомассы.* Годичный бюджет по пулу углерода биомассы рассчитывается для покрытых лесом земель по разности абсорбции и потерь (уравнения 6.9).

$$BP = AbP - LsPH - LsPF \quad (6.9)$$

где:

- BP – годичный бюджет углерода по пулу биомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 AbP – годичная абсорбция углерода пулом биомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 LsPH – годичные потери углерода пулом биомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;  
 LsPF – годичные потери углерода пулом биомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>.

### **Оценка изменений запасов углерода в пуле мертвой древесины**

*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. 6.18). *Расчет запаса углерода в мертвой древесине* по группам возраста преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта ведется по уравнению (6.10):

$$CD_{ij} = V_{ij} KD_{ij} \quad (6.10)$$

где:

- CD<sub>ij</sub> – запас углерода в мертвой древесине насаждений группы возраста i преобладающей породы j, т С;  
 V<sub>ij</sub> – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста i преобладающей породы j, м<sup>3</sup> (по данным ГЛР);  
 KD<sub>ij</sub> – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в мертвой насаждений группы возраста i преобладающей породы j, т С м<sup>-3</sup> (приведены в таблице 6.18).

Таблица 6.18

*Конверсионные коэффициенты (т С м<sup>-3</sup>) для расчета запаса углерода в мертвой древесине по объемному запасу древесины лесного насаждения*

Преобладающая порода	Мак роре-ре-гион	Зона	Группа возраста					
			молодня-ки 1 клас-са возрас-та	молодня-ки 2 клас-са возрас-та	средневоз-растные	приспева-ющие	спелые	перестой-ные
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



Продолжение таблицы 6.18

Преобладающая порода	Мак роре-ре-гион	Зона	Группа возраста					
			молодня-ки 1 клас-са возрас-та	молодня-ки 2 клас-са возрас-та	средневоз-растные	приспева-ющие	спелые	перестой-ные
	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	Мак роре-регион	Зона	Группа возраста					
			молодня-ки 1 клас-са возрас-та	молодня-ки 2 клас-са возрас-та	средневоз-растные	приспева-ющие	спелые	перестой-ные
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 высоко-ствольный	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 низко-ствольный	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 твер-долиствен-ные	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 6.18

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 абсорбции углерода пулом мертвой древесины аналогичен таковому для пула биомассы и ведется по совокупности уравнений 6.11-6.13.

$$MCD_{ij} = CD_{ij} / S_{ij} \quad (6.11)$$

$$MAbD_{ij} = [(MCD_{ij} - MCD_{i-1j}) TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCD_{i+1j} - MCD_{ij}) TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (6.12)$$

$$AbD_{ij} = S_{ij} MAbD_{ij} \quad (6.13)$$

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. 6.16), лет;

- $TI_{i-1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i-1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 6.16), 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>;  
 $TI_{i+j}$  – временной интервал возрастной группы  $i+1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 6.16), лет;  
 $AbD_{ij}$  – годовая абсорбция углерода пулом мертвой древесины насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С год<sup>-1</sup>.

Расчет годичных потерь углерода пулом мертвой древесины аналогичен таковому для пула биомассы и ведется по уравнениям (6.14) и (6.15):

$$LsDH = ASH CD_m / S_m \quad (6.14)$$

где:

- $LsDH$  – годичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;  
 $ASH$  – годовая 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.

$$LsDF = ASF CD_a / S_a \quad (6.15)$$

где:

- $LsDF$  – годичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при пожарах, т С год<sup>-1</sup>;  
 $ASF$  – годовая 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.

Расчет бюджета углерода по пулу мертвой древесины. Годичный бюджет по пулу углерода мертвой древесины рассчитывается для покрытых лесом земель по разности абсорбции и потерь (уравнение 6.16).

$$BD = AbD - LsDH - LsDF \quad (6.16)$$

где:

- $BD$  – годичный бюджет 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>;  
 $LsDH$  – годичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;  
 $LsDF$  – годичные потери углерода пулом мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>.

### Оценка изменений запасов углерода в пуле подстилки

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 (Замолотчиков, 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 6.19, 6.20, 6.21.

Таблица 6.19

*Средние значения запаса углерода подстилки ( $m\ C\ ga^{-1}$ ) в молодняках 1 класса возраста преобладающих древесных пород*

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
Сосна	1	11,4	2,6	7,0	1,7
	2	14,2	20,0	4,3	4,3
	3	7,4	6,4	5,5	5,5
Ель	1	13,0	12,7	12,7	12,7
	2	8,8	8,8	8,8	7,7
	3	9,0	7,4	8,2	5,4
Пихта	1	3,6	3,6	3,6	3,6
	2	3,6	3,6	3,6	3,6
	3	5,1	5,1	5,1	5,1
Лиственница	1	13,7	13,7	10,6	4,9
	2	6,0	6,0	6,0	6,0
	3	4,5	4,5	4,5	4,5
Кедр	1	5,5	5,5	5,5	1,8
	2	7,1	7,1	7,1	7,1
	3	2,8	2,8	2,8	3,9
Твердолиственные	1	4,5	4,5	4,5	3,9
	2	4,5	4,5	4,5	3,9
	3	4,5	4,5	4,5	3,9
Береза	1	14,7	2,7	2,7	2,7
	2	10,1	2,4	2,4	2,4
	3	4,6	4,6	2,1	4,8
Осина	1	7,6	7,6	7,6	7,6
	2	7,6	7,6	7,6	7,6
	3	3,6	3,6	1,9	1,9
Прочие мягколиственные	1	5,0	5,0	5,0	5,0
	2	5,0	5,0	5,0	5,0
	3	5,0	5,0	5,0	5,0
Кедровый стланик	1	1,6	1,6	1,6	1,6
	2	1,6	1,6	1,6	1,6
	3	1,6	1,6	1,6	1,6

Таблица 6.20

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 6.21

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 (6.17):

$$CL_{ij} = S_{ij} KL_{ij} \quad (6.17)$$

где:

$CL_{ij}$  – запас углерода в подстилке насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С;

$S_{ij}$  – площадь насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , га (по данным ГЛР);

$KL_{ij}$  – средний запас углерода в подстилке насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (приведены в таблицах 6.19, 6.20, 6.21).

*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 биомассы древесной и мертвой древесины, накопление запасов углерода подстилки начинается не с нуля, а с начальных значений («нулевая» возрастная группа), представленных в таблице 6.22. 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 6.18.

Таблица 6.22

*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 6.18-6.19.

$$MAbL_{ij} = [(MCL_{ij} - MCL_{i-1j}) TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCL_{i+1j} - MCL_{ij}) TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (6.18)$$

при  $i-1=0$   $TI_{i-1j}=0$ ; при любых  $i+1$ , начало которых  $\geq 20$  лет,  $TI_{i+1j}=0$

$$AbL_{ij} = S_{ij}MAbL_{ij} \quad (6.19)$$

где:

$MCL_{ij}$  – средний запас углерода подстилки насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (табл. 6.19-6.21);

$S_{ij}$  – 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. 6.19-6.21, для  $i=0$  – табл. 6.16);

$TI_{i-1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i-1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 6.16), 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. 6.19-6.21);

$TI_{i+1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i+1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 6.15), 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. 6.16), лет;

При деструктивных нарушениях происходит частичное снижение запаса углерода подстилки вплоть до значений, представленных в таблице 6.22. Потери пула подстилки при сплошных рубках рассчитываются по уравнению (6.20).

$$LsLH = ASH (CL_m / S_m - MCL_{0m}) \quad (6.20)$$

где:

$LsLH$  – годовые потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;

$ASH$  – годовая 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 (6.21).

$$LsLF = ASF (CL_a / S_a - MCL_{0a}) \quad (6.21)$$

где:

$LsLF$  – годовые потери углерода пулом подстилки 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>;

$CL_a$  – 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.

Годичный бюджет по пулу углерода подстилки рассчитывается по формуле 6.22:

$$BP = AbL - LsLH - LsLF \quad (6.22)$$

где:

- $BL$  – годичный бюджет углерода по пулу подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;
- $AbL$  – годичная абсорбция углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;
- $LsLH$  – годичные потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;
- $LsLF$  – годичные потери углерода пулом подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта при деструктивных лесных пожарах, т С год<sup>-1</sup>.

### Оценка изменений запасов углерода в пуле почвы

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 6.23, 6.24 и 6.25. Расчет запаса углерода в почве насаждений преобладающих пород в пределах оцениваемого объекта проводится по уравнению (6.23):

$$CS_{ij} = S_{ij} KS_{ij} \quad (6.23)$$

где:

- $CS_{ij}$  – запас углерода в слое почвы 0-30 см под насаждениями группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С;
- $S_{ij}$  – площадь насаждений группы возраста  $i$  преобладающей породы  $j$ , га (по данным ГЛР);
- $KS_{ij}$  – 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 6.23, 6.24 и 6.25).

Таблица 6.23

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

Продолжение таблицы 6.23

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 6.24

Средние значения запаса углерода слоя почвы 0-30 см ( $t C ga^{-1}$ ) 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

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
	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 6.25

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

*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 6.26. 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 6.23. *Оценка абсорбции углерода слоем почвы 0-30 см* аналогична таковой для пула подстилки и осуществляется по совокупности уравнений 6.25-6.26.

$$MAbS_{ij} = [(MCS_{ij} - MCS_{i-1j}) TI_{ij} / (TI_{i-1j} + TI_{ij}) + (MCS_{i+1j} - MCS_{ij}) TI_{ij} / (TI_{ij} + TI_{i+1j})] / TI_{ij} \quad (6.24)$$

при  $i-1=0$   $TI_{i-1j}=0$ ; при любых  $i+1$ , начало которых  $\geq 20$  лет,  $TI_{i+1j}=0$

$$AbL_{ij} = S_{ij}MAbS_{ij} \quad (6.25)$$

где:

$MCS_{ij}$  – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (табл. 6.23-6.25);

$S_{ij}$  – 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. 6.23-6.25, для  $i=0$  – табл. 6.26);

$TI_{ij}$  – временной интервал возрастной группы  $i$  преобладающей породы  $j$  (табл. 6.16), лет;

$TI_{i-1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i-1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 6.16), лет;

$MCS_{i+1j}$  – средний запас углерода почвы насаждений возрастной группы  $i+1$  (следующая за возрастной группой  $i$ ) преобладающей породы  $j$ , т С га<sup>-1</sup> (табл. 6.23-6.25);

$TI_{i+1j}$  – временной интервал возрастной группы  $i+1$  преобладающей породы  $j$  (табл. 6.16), лет;

$AbS_{ij}$  – годовая 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 6.26

*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

Продолжение таблицы 6.26

Преобладающая порода	Зона	Макрорегион			
		1	2	3	4
	2	2,9	2,9	2,9	2,9
	3	4,1	4,1	4,1	4,1
	1	10,8	10,8	8,4	3,9
Лиственница	2	4,8	4,8	4,8	4,8
	3	3,6	3,6	3,6	3,6
	1	4,4	4,4	4,4	1,4
Кедр	2	5,6	5,6	5,6	5,6
	3	2,2	2,2	2,2	3,1
	1	3,5	3,5	3,5	3,1
Твердолиственные	2	3,5	3,5	3,5	3,1
	3	3,5	3,5	3,5	3,1
	1	13,0	2,4	2,4	2,4
Береза	2	8,9	2,1	2,1	2,1
	3	4,0	4,0	1,9	4,2
	1	6,8	6,8	6,8	6,8
Осина	2	6,8	6,8	6,8	6,8
	3	3,2	3,2	1,7	1,7
	1	4,4	4,4	4,4	4,4
Прочие мягколиственные	2	4,4	4,4	4,4	4,4
	3	4,4	4,4	4,4	4,4
	1	1,3	1,3	1,3	1,3
Кедровый стланник	2	1,3	1,3	1,3	1,3
	3	1,3	1,3	1,3	1,3

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 6.26. Расчет потерь углерода почвы при сплошных рубках выполняется по уравнению (6.26).

$$LsSH = ASH (CS_m / S_m - MCS_{0m}) \quad (6.26)$$

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 (6.27).

$$LsSF = ASF (CS_a / S_a - MCS_{0a}) \quad (6.27)$$

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.

Годичный бюджет углерода по пулу почвы проводится по формуле:

$$BS = AbS - LsSH - LsSF \quad (6.28)$$

где:

- $BS$  – годичный бюджет углерода по слою почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 $AbS$  – годичная абсорбция углерода слоем почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 $LsSH$  – годичные потери углерода пулом почвы покрытых лесом земель оцениваемого объекта при сплошных рубках, т С год<sup>-1</sup>;  
 $LsSF$  – годичные 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 (6.29).

$$BT = BP + BD + BL + BS \quad (6.29)$$

где:

- $BT$  – суммарный годичный бюджет углерода покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 $BP$  – годичный бюджет углерода по пулу биомассы покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 $BD$  – годичный бюджет углерода по пулу мертвой древесины покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 $BL$  – годичный бюджет углерода по пулу подстилки покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>;  
 $BS$  – годичный бюджет углерода по слою почвы 0-30 см покрытых лесом земель оцениваемого объекта, т С год<sup>-1</sup>.

#### **Выбросы $CO_2$ , $CH_4$ и $N_2O$ от осушения органических лесных почв**

Начиная с кадастра 2014 года расчеты выброса  $CO_2$  выполняются с использованием метода уровня 1 и коэффициентов из нового руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014). Согласно рекомендациям, содержащимся в главе 2, раздел 2.2.1., выбросы  $CO_2$  при осушении заболоченных лесных земель складываются от разложения органического вещества почв ( $EF_{CO_2\_on-site}$ ) и при вымывании органического материала (растворенное органическое вещество) ( $EF_{CO_2\_DOC}$ ). Эти коэффициенты соответствуют:

$EF_{CO_2\_on-site} = 0,59$  тонн С/га/год (этот коэффициент получен исходя из комбинации коэффициентов выбросов для бедных элементами минерального питания органических почв – 0,25 т С/га/год и для богатых элементами минерального питания органических почв – 0,93 т С/га/год из табл. 2.1, раздел 2.2.1.1. для лесов бореальной зоны с учетом равного соотношения площадей богатых и бедных органических почв);

$EF_{CO_2\_DOC} (= 0,12$  тонн С/га/год) – табл. 2.2, раздел 2.2.1.2., стр. 2.16 для бореальной зоны.

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 0,71 тонн С/га/год, который и был использован в расчетах.

Для оценок **выбросов  $N_2O$**  при осушении лесных земель использованы те же исходные данные по площадям торфоразработок, как и при оценке выброса  $CO_2$ . Для оценки выброса закиси азота впервые в настоящем кадастре применены методика и рекомендуемые коэффи-

циенты по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetland supplement, 2014). Для расчетов использован коэффициент выбросов 1,71 т N/га/год, полученный на основе коэффициентов выбросов для бедных элементами минерального питания органических почв – 0,22 т N/га/год и для богатых элементами минерального питания органических почв – 3,2 т N/га/год из табл. 2.5, раздел 2.2.2.2 (Wetlands supplement, 2014) для лесов бореальной зоны с учетом равного соотношения площадей богатых и бедных органических почв.

Выбросы  $CH_4$  впервые рассчитаны в кадастре 2014 года. Оценка проведена в соответствии с уравнением 2.6, стр. 2.18, глава 2 (Wetland supplement, 2014). Используются следующие коэффициенты:

$Frac\_ditch = 0,025$  (табл. 2.4, раздел 2.2.2.1, для осушенных лесов бореальной/умеренной зон);

$EF\_land = 4,5$   $CH_4$  кг/га/год (полученный на основе коэффициентов выбросов для бедных элементами минерального питания органических почв – 7 кг  $CH_4$ /га/год и для богатых элементами минерального питания органических почв – 2 кг  $CH_4$ /га/год (табл. 2.3, раздел 2.2.2.1, для осушенных лесов бореальной/умеренной зон) с учетом равного соотношения площадей богатых и бедных органических почв);

$EF\_ditch = 217$   $CH_4$  кг/га/год (табл. 2.3, раздел 2.2.2.1, для осушенных лесов бореальной/умеренной зон).

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 9,8  $CH_4$  кг/га/год, который и был использован в расчетах.

#### **Выбросы парниковых газов от пожаров**

Оценка прямых выбросов парниковых газов ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ) от пожаров проводили по формуле 6.30 (Руководящие принципы..., 2006):

$$L_{\text{пожар}} = A M_B C_f G_{ef} 10^{-3} \quad (6.30)$$

где:  $L_{\text{пожар}}$  – количество выбросов парниковых газов от пожара; тонн каждого парникового газа, например,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$  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 (таблица 6.27) получены делением удвоенной суммы запасов углерода в биомассе, подстилке мертвой древесины (согласно уравнениям 6.1, 6.2, 6.3) на площадь лесных земель.

$C_f$  – 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),

$G_{ef}$  – коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (таблица 2.5, Руководящие принципы..., 2006).

Таблица 6.27

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

#### **6.4.1.1.3 Неопределенность и согласованность временных рядов**

Расчет неопределенности по данной категории выполнен в соответствии с уровнем сложности 1 МГЭИК. 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 доверительного 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 низкобонитетных 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 (Замолодчиков и др., 2013), неопределенность конверсионных коэффициентов для пула биомассы принята  $\pm 25\%$ , мертвой древесины –  $\pm 32\%$ , подстилки –  $\pm 62\%$ , органического вещества почв –  $\pm 60\%$ .

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 –  $\pm 60\%$ ). Следует отметить, что неопределенность площадей пожаров при наземном методе учета не превышает  $\pm 3\%$  (применяется для 8,5% территории лесов). Однако при переходе к использованию методов аэровизуального и космического мониторинга точность учета площадей пожаров падает и для данных дистанционного зондирования может составить до  $\pm 30\%$  (применяется на 37,8% территории всех лесов, включая неуправляемые леса). Средневзвешенное значение неопределенности исходных данных о площадях пожаров на территории управляемых лесов составляет около  $\pm 19,6\%$ . Таким образом, для оценки неопределенности расчетов выбросов от пожаров в кадастре используется средневзвешенное значение  $\pm 20\%$ .

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.

#### **6.4.1.1.4 Обеспечение и контроль качества**

Обеспечение качества кадастра 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; Замолодчиков и др., 2013).

#### **6.4.1.1.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

Пересчетов в данной подкатегории в настоящем кадастре не выполнялось.

Перерасчеты поглощения и выбросов парниковых газов управляемыми лесами будут проводиться по мере получения уточненной статистической информации, усовершенствования методов расчетов и пересчетных коэффициентов.

#### 6.4.1.2 Земли, переустроенные в лесные земли (раздел 4.А.2 ОФД)

##### 6.4.1.2.1 Характеристика подкатегории

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 противозерозионных и полезащитных лесонасаждений, заложенных на возделываемых землях с 1990 года (таблица 6.28). 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.

Таблица 6.28

Темпы создания и площади противозерозионных и полезащитных лесных насаждений, созданных с 1990 г. (по данным Росстата)

Год	Противозерозионные 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	1,989	160,882
1998	14,566	253,403	2,169	163,051
1999	18,394	271,797	2,303	165,354
2000	23,694	295,491	2,101	167,455
2001	17,928	313,419	1,956	169,411
2002	13,992	327,411	3,031	172,442
2003	11,610	339,021	3,026	175,468
2004	11,685	350,706	2,160	177,628
2005	5,660	356,366	0,351	177,979
2006	3,955	360,321	1,065	179,044
2007	5,438	365,759	1,001	180,045
2008	4,347	370,106	0,336	180,381
2009	3,141	373,247	0,095	180,476
2010	6,229	379,476	0,353	180,829
2011	5,415	384,891	0,302	181,131
2012	2,146	387,037	0,152	181,283
2013	4,598	391,635	0,021	181,304

Результаты расчетов поглощения всеми пулами противоэрозионных и полезащитных насаждений с учетом нарушений представлены в таблицах 6.29, 6.30, 6.31 и на рисунке 6.13.

Хотя темпы создания защитных лесных насаждений резко снизились, поглощение углерода созданными насаждениями постоянно увеличивается (рис. 6.13), достигнув к 2013г. 1399,3 тыс.т С год<sup>-1</sup> для всех пулов углерода. Такая тенденция объясняется увеличением поглощения углерода пулами биомассы и мертвой древесины уже созданных лесных насаждений. Максимумы поглощения углерода пулом биомассы в лесных насаждениях приходится на возраст 20-40 лет, поэтому древостой, созданные после 1990 г., продолжают увеличивать поглощение углерода.

Вклад противоэрозионных лесных насаждений в поглощение углерода при облесении за 2013г. составляет около 64%. 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 биомассы 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 6.29

*Динамика запасов и годичное поглощение углерода всеми пулами (биомасса, мертвой древесины, подстилки и почвы)  
противоэрозионных насаждений Российской Федерации*

Год созда- ния	Темпы со- здания, тыс. га год <sup>-1</sup>	Накопление углерода всеми пулами к данному году, тыс.т С																			
		1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1990	62,896	56,1	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	4456,0	4680,2
1991	37,225		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	2507,7	2637,3
1992	32,506		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	2079,0	2189,8
1993	29,29		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	1775,6	1873,3
1994	27,487		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	1574,0	1666,3
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	1212,3	1303,4
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	657,9	709,3
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	609,7	659,7
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	612,1	665,1
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	711,0	772,9
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	828,4	915,9
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	562,6	626,8
2002	13,992									12,4	32,2	59,4	91,0	127,3	165,5	208,3	252,2	298,8	343,0	390,6	439,1
2003	11,61										10,3	26,7	49,3	75,5	105,6	137,3	172,9	209,3	247,9	284,6	324,1
2004	11,685											10,4	26,9	49,6	76,0	106,3	138,2	174,0	210,6	249,5	286,4
2005	5,66												5,0	13,0	24,0	36,8	51,5	66,9	84,3	102,0	120,9
2006	3,955													3,5	9,1	16,8	25,7	36,0	46,8	58,9	71,3
2007	5,438														4,8	12,5	23,1	35,4	49,5	64,3	81,0
2008	4,347															3,9	10,0	18,4	28,3	39,6	51,4
2009	3,141																2,8	7,2	13,3	20,4	28,6
2010	6,229																	5,6	14,3	26,4	40,5
2011	5,415																		4,8	12,5	23,0
2012	2,146																			1,9	4,9
2013	4,598																				4,1
Суммарное накоп- ление, 10 <sup>3</sup> т С		56,1	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	17516,4	18837,1	20175,3
Суммарное погло- щение, 10 <sup>3</sup> т С год <sup>-1</sup>		56,1	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	1320,7	1338,2

Таблица 6.30

*Динамика запасов и годичное поглощение углерода всеми пулами (биомасса, 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1990	30,143	26,6	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	2894,9	3015,7
1991	57,837		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	5324,5	5554,6
1992	45,88		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	4041,5	4223,7
1993	9,581		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	806,4	844,0
1994	7,221		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	577,9	607,7
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	441,6	472,0
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	163,1	174,7
1997	1,989				1,8	6,0	11,4	17,7	24,7	32,0	40,9	50,2	60,6	69,5	79,5	89,7	100,1	110,7	119,9	129,3	139,0
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	130,7	141,0
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	128,2	138,8
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	105,7	117,0
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	88,2	98,4
2002	3,031									2,7	9,1	17,4	27,0	37,6	48,7	62,3	76,5	92,4	105,9	121,2	136,6
2003	3,026										2,7	9,1	17,3	27,0	37,5	48,6	62,2	76,4	92,2	105,7	121,0
2004	2,160											1,9	6,5	12,4	19,3	26,8	34,7	44,4	54,5	65,8	75,5
2005	0,351												0,3	1,1	2,0	3,1	4,4	5,6	7,2	8,9	10,7
2006	1,065													0,9	3,2	6,1	9,5	13,2	17,1	21,9	26,9
2007	1,001														0,9	3,0	5,7	8,9	12,4	16,1	20,6
2008	0,336															0,3	1,0	1,9	3,0	4,2	5,4
2009	0,095																0,1	0,3	0,5	0,8	1,2
2010	0,353																	0,3	1,1	2,0	3,1
2011	0,302																		0,3	0,9	1,7
2012	0,152																			0,1	0,5
2013	0,021																				0,0
Суммарное накопле- ние, 10 <sup>3</sup> т С		26,6	1692,5	2265,2	2913,5	3639,3	4400,6	5176,9	5972,0	6809,6	7676,6	8546,8	9396,7	10235,7	11094,8	11974,6	12842,5	13660,3	14426,1	15179,6	15929,8
Суммарное погло- щение, 10 <sup>3</sup> т С год <sup>-1</sup>		26,6	505,2	572,6	648,3	725,8	761,3	776,3	795,1	837,5	867,0	870,2	849,8	839,0	859,1	879,8	868,0	817,7	765,8	753,5	750,2

6. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство (Сектор 4 ОФД)

Таблица 6.31

Оценка годичного поглощения углерода пулами биомассы, 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	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Противо-эрозионные насаждения	биомасса	0,1	166,6	318,2	346,8	372,9	397,2	418,2	445,3	465,3	481,2	494,4	506,5	518,2	527,4	534,7	541,6
	мертвая древесина	0,0	13,7	53,9	62,9	75,8	90,4	89,5	97,7	109,2	122,4	138,7	122,8	123,8	127,0	133,0	138,0
	подстилка	6,3	21,2	29,6	31,3	32,7	33,9	35,1	35,6	36,0	36,6	37,0	37,3	31,7	28,5	25,4	23,0
	почва	31,2	105,1	146,4	155,3	162,2	168,0	173,8	176,6	178,5	181,2	183,4	184,9	188,0	190,7	191,8	194,0
	все пулы	37,6	306,6	548,0	596,3	643,7	689,5	716,5	755,2	789,1	821,4	853,4	851,6	861,6	873,5	884,9	896,6
Полезащитные насаждения	биомасса	0,0	214,8	338,3	359,4	373,6	377,8	380,7	385,2	387,2	388,8	389,1	389,5	385,2	377,3	369,1	363,2
	мертвая древесина	0,0	31,3	82,9	73,3	85,7	99,5	97,4	79,2	69,3	80,5	93,9	85,5	58,8	37,2	41,5	46,0
	подстилка	2,9	14,9	15,9	16,1	16,4	16,7	16,9	16,9	17,0	17,1	17,1	17,1	14,3	8,8	4,5	3,6
	почва	14,9	77,6	83,0	83,9	85,4	86,9	88,0	88,2	88,7	89,2	89,4	89,4	89,6	89,7	89,8	89,8
	все пулы	17,8	338,5	520,13	532,72	561,15	580,91	583,05	569,40	562,14	575,57	589,48	581,54	547,89	513,10	504,8	502,7
Всего защитных насаждений	биомасса	0,2	381,4	656,5	706,2	746,5	775,0	798,9	830,5	852,5	870,0	883,5	896,0	903,4	904,7	903,7	904,9
	мертвая древесина	0,0	44,9	136,8	136,2	161,5	189,9	187,0	176,8	178,5	202,9	232,6	208,3	182,6	164,2	174,5	184,0
	подстилка	9,2	36,1	45,4	47,4	49,1	50,6	51,9	52,5	53,0	53,7	54,1	54,5	46,0	37,3	29,9	26,6
	почва	46,1	182,7	229,4	239,2	247,6	254,9	261,8	264,7	267,2	270,4	272,7	274,3	277,6	280,4	281,6	283,9
	все пулы	55,4	645,1	1068,1	1129,0	1204,8	1270,4	1299,5	1324,6	1351,3	1397,0	1442,9	1433,1	1409,5	1386,6	1389,7	1399,3

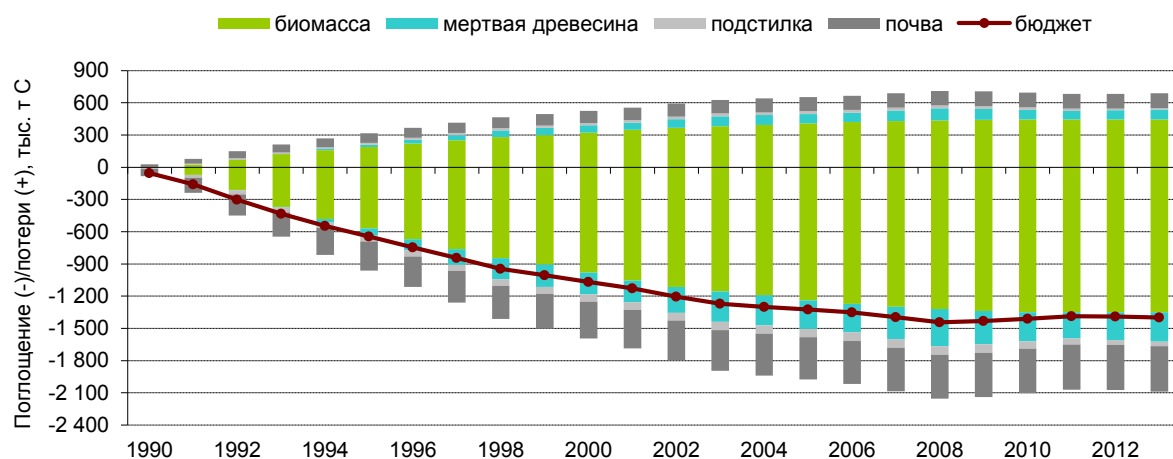


Рисунок 6.13 – Динамика годовичного поглощения и потерь углерода всеми пулами противоэрозионных и полезащитных лесонасаждений, заложенных на землях сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации

Согласно рекомендациям Группы экспертов РКИК ООН по рассмотрению национального кадастра, 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. 6.13). По рекомендациям группы по проверке, используя консервативный подход, сделали допущение, что все потери углерода происходят в результате пожаров. Оценку прямых выбросов парниковых газов ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ) от пожара проводили по формуле 6.30. Результаты расчетов выбросов парниковых газов представлены в таблице 6.32.

Таблица 6.32

Выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$  от пожаров на облесенных землях

Год	Потребление топливной биомассы, тыс. т	Величина выброса, тыс. тонн год <sup>-1</sup>				
		$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{CO}$	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{NO}_x$
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
2012	469,3	736,3	2,21	50,21	0,12	1,41

#### 6.4.1.2.2 Методология сбора данных и расчетов

Формы лесохозяйственной статистики, содержащие необходимую для расчетов информацию, были предоставлены Росстатом (табл. 6.28) и Рослесхозом (табл. 6.33). Для расчетов были использованы расчетные данные о накоплении углерода различными пулами противоэрозионных и почвозащитных лесных насаждений (табл. 6.34, 6.35), предоставленные Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (Отчет..., 2008).

Оценка динамики суммарного запаса углерода биомассой насаждений различных лет создания по уравнению (6.31):

$$CPA_{ijl} = SA_{jl} CPAM_{ij} \quad (6.31)$$

где:  $CPA_{ijl}$  – суммарный запас углерода, накопленный к году  $i$  биомассой насаждений типа  $j$ , созданными в год  $l$ ;

$SA_{jl}$  – площадь насаждений типа  $j$ , созданных в год  $l$ ;

$CPAM_{ij}$  – средний запас углерода, накопленный биомассой насаждений типа  $j$  к году  $i$  (табл. 6.32, 6.33).

Оценка динамики суммарного запаса углерода в биомассе защитных насаждениях по уравнению (6.32):

$$CPA_{ij} = \sum_l CPA_{ijl} \quad (6.32)$$

где:  $CPA_{ij}$  – суммарный запас углерода, накопленный к году  $i$  биомассой насаждений типа  $j$ ;

$CPA_{ijl}$  – суммарный запас углерода, накопленный к году  $i$  биомассой насаждений типа  $j$ , созданными в год  $l$ .

Оценка поглощения углерода биомассой защитных насаждениях за данный год по уравнению (6.33):

$$CPAS_{ij} = CPA_{(i+1)j} - CPA_{ij} \quad (6.33)$$

где:  $CPAS_{ij}$  – поглощение углерода биомассой насаждений типа  $j$  за год  $i$ ;

$CPA_{ij}$  – общий запас углерода, накопленный к году  $i$  биомассой насаждений типа  $j$ ;

$CPA_{(i+1)j}$  – общий запас углерода, накопленный к следующему году  $i+1$  биомассой насаждений типа  $j$ .

При расчете поглощения углерода другими пулами защитных насаждений пользуются уравнениями, аналогичными уравнениям 6.31-6.33.

Таблица 6.33

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 6.34

Динамика среднего запаса углерода в различных пулах по мере роста противоэрозионных лесных насаждений [Отчет..., 2008]

Год	Пул углерода, т С га <sup>-1</sup>					
	Биомасса надземная	Биомасса под-земная	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 6.35

Динамика среднего запаса углерода в различных пулах по мере роста ползащитных лесных насаждений [Отчет..., 2008]

Год	Пул углерода, т С га <sup>-1</sup>					
	Биомасса надземная	Биомасса 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

#### **6.4.1.2.3 Неопределенность и согласованность временных рядов**

См. раздел 6.4.1.1.3 выше.

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 противоэрозионных 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 –  $\pm 60\%$ ). Следует отметить, что неопределенность площадей пожаров при наземном методе учета не превышает  $\pm 3\%$  (применяется для 8,5% территории лесов). Однако при переходе к использованию методов аэровизуального и космического мониторинга точность учета площадей пожаров падает и для данных дистанционного зондирования может составить до  $\pm 30\%$  (применяется на 37,8% территории всех лесов, включая неуправляемые леса). Средневзвешенное значение неопределенности исходных данных о площадях пожаров на территории управляемых лесов составляет около  $\pm 19,6\%$ . Таким образом, для оценки неопределенности расчетов выбросов от пожаров в кадастре используется средневзвешенное значение  $\pm 20\%$ .

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.

#### **6.4.1.2.4 Обеспечение и контроль качества**

См. раздел 6.4.1.1.4.

#### **6.4.1.2.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

Пересчетов в данной подкатегории в настоящем кадастре не выполнялось.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

### **6.4.2 Пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 4.В ОФД)**

#### **6.4.2.1 Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 4.В.1 ОФД)**

##### **6.4.2.1.1 Характеристика подкатегории**

Согласно Руководящим принципам МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006), 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 и изменением запасов углерода почвы. Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  связаны с внесением удобрений и изменениями физико-химических свойств почв при их конверсии в сельскохозяйственные земли или изменении практики управления землями, а выбросы  $\text{CH}_4$  обусловлены культивацией торфяников и процессами горения биомассы (Руководящие принципы..., 2006). 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 данном разделе. Перевода новых земель в пахотные угодья в РФ за период с 1990 по 2013 гг. не проводилось, поэтому соответствующие таблицы ОФД заполнены стандартным указателем «не происходило» («NO»).

В соответствии с рекомендациями МГЭИК при оценке изменений запасов углерода рассматриваются пулы биомассы растений, мертвого органического вещества, подстилки и почвы.

Данные по площадям многолетних насаждений и изменения запасов углерода в живой биомассе с 1990 по 2013 гг. приведены в таблице 6.36.

Таблица 6.36

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
2012	570,5	9,0	1198,0	564,4	633,6
2013	566,3	4,2	1189,3	266,3	923,1

<sup>1)</sup> Годовая нетто углерода – разница накопления углерода в оставшейся растущей биомассе и потерях углерода за год при вырубке или гибели многолетних насаждений.

Ежегодный баланс углерода на минеральных почвах постоянных пахотных земель. На основании полученных оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на пахотных землях за период 1990-2013 гг. (рис. 6.13). Положительные величины показывают поступление углерода в агроценозы, а отрицательные – его потери. Как следует из рисунка 6.13, 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 6.14.

Из приведенной диаграммы видно, что, в целом, эмиссия углерода с 1990 г. уменьшилась в 2, а в отдельные годы и в 3 раза. В период с 1990 по 2002 гг. происходило устойчивое снижение нетто потерь углерода в первую очередь за счет снижения дыхания почв. В дальнейшем, в течение 2003 – 2008 гг. тенденция снижения годовых нетто потерь углерода продолжалась, но уже за счет общей интенсификации сельского хозяйства, которая отразилась, в первую очередь, в росте средней урожайности зерновых культур. Так, урожайность озимой пшеницы составила 33,9 ц/га; ячменя озимого – 41,2 ц/га; овса – 17,1 ц/га.

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 2010 г. на территории Европейской территории РФ. В 2011 г. потери углерода от пашен уменьшились на 40,1% по сравнению с 2010 г. и превысили значения 2008 г. на 11,8%.

2012 г. ознаменовался новой температурной аномалией, на этот раз – на территории Западной Сибири и Урала. В результате последовавшего за этим снижения урожайности основных зерновых культур, потери углерода почв возделываемых земель в расчете на 1 га в среднем по стране выросли на 46,9% по сравнению с 2011 г. 2013 год был относительно благополучным: урожайность основных зерновых культур и их сбор выросли, что обусловило снижение выбросов CO<sub>2</sub> от пашен на 36,5%.

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

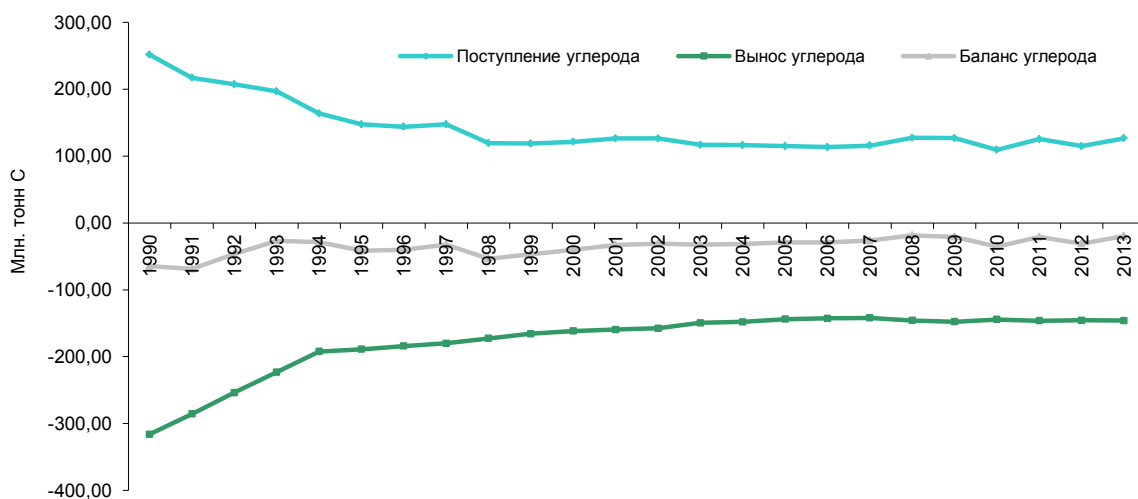


Рисунок 6.13 – Ежегодный баланс углерода в минеральных почвах возделываемых землях страны, млн. тонн C

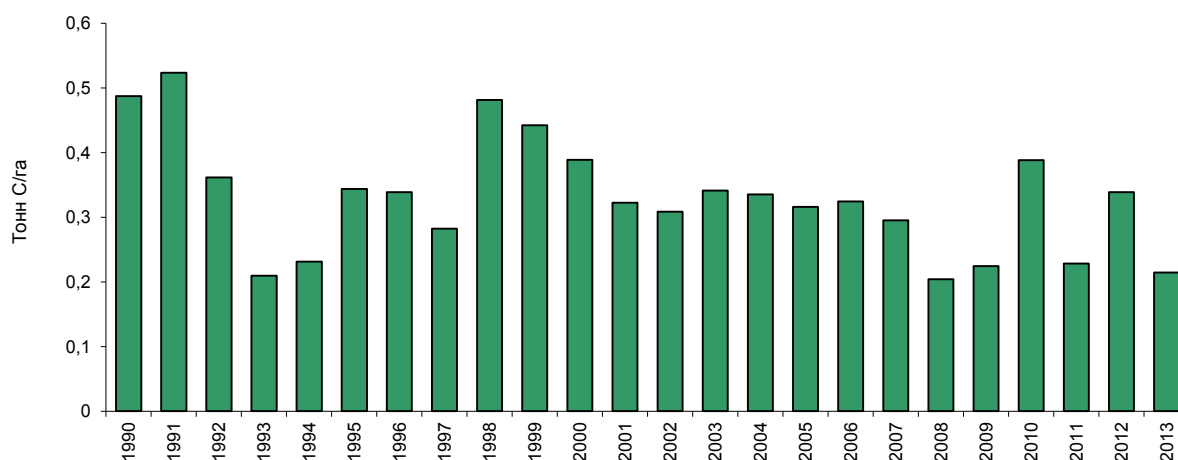


Рисунок 6.14 – Годовые нетто-потери углерода с одного гектара минеральных почв возделываемых земель, тонн C/га

*Органические почвы постоянных пахотных земель.* Результаты расчета выброса CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от осушенных органических почв постоянных пахотных земель приведены в таблице 6.37.

Таблица 6.37

*Потери углерода и выбросы метана с пахотных земель при обработке (осушении) органогенных почв, тыс. тонн*

Годы	Площадь культивируемых органогенных почв, га/год	Потери углерода при культивации органогенных почв, тыс. тонн С	Выбросы CH <sub>4</sub> при культивации органогенных почв, тыс. тонн CH <sub>4</sub>
1990	3813807	22592,0	222,2
1991	3775770	22366,7	219,9
1992	3701527	21926,9	215,6
1993	3635594	21536,3	211,8
1994	3548836	21022,4	206,7
1995	3480864	20619,7	202,8
1996	3402727	20156,9	198,2
1997	3309273	19603,3	192,8
1998	3185442	18869,7	185,6
1999	3055842	18102,0	178,0
2000	2979921	17652,3	173,6
2001	2938549	17407,2	171,2
2002	2893393	17139,7	168,5
2003	2744495	16257,7	159,9
2004	2706111	16030,3	157,6
2005	2630247	15580,9	153,2
2006	2582740	15299,5	150,4
2007	2556700	15145,2	148,9
2008	2552800	15122,1	148,7
2009	2555200	15136,3	148,8
2010	2528800	14980,0	147,3
2011	2513100	14887,0	146,4
2012	2507300	14852,6	146,1
2013	2501600	14818,8	145,7

#### 6.4.2.1.2 Методология сбора данных и расчетов

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 2013 гг. взяты из отчетов Росстата и ежегодных статистических сборников (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; 2009; 2013; Российский статистический ежегодник, 2005-2013; [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 принципы..., 2006). Коэффициенты накопления углерода в растущей биомассе (2,1 т С га<sup>-1</sup>·год<sup>-1</sup>) и потери углерода при вырубке или гибели насаждений (63 т С га<sup>-1</sup>) взяты из таблицы 5.1 для умеренного климата (Руководящие принципы..., 2006).

Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе пахотных земель. Методика МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006) предполагает отсутствие изменений запаса углерода в резервуаре мертвого органического вещества на пахотных землях. Поэтому эта категория нами не оценивалась и в таблицах ОФД использованы стандартные указатели «NO» («не происходит»). Исследование методов ведения хозяйства на пахотных землях в Российской Федерации подтверждает допущение о невозможности формирования многолетнего пула мертвого органического вещества: на посевных площадях однолетних культур мертвое органическое вещество не накапливается вследствие ежегодной вспашки; на площадях под многолетними культурами проводится ежегодная обработка, включая сбор опав, вспашку междурядий и рыхление почвы.

Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах пахотных земель

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 2013 гг. были получены в отчетах и справочных изданиях Росстата (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005-2013).

Поступление углерода в почвы. Для оценки содержания углерода в разных видах органических удобрений были использованы данные литературы (Бамбалов и Янковская, 1994; Васильев, Филиппова, 1988; Массо, 1979; Мыц, 1996; Органические удобрения, 1988; Кобак, 1988; Inoko, 1985; ОНТП 17-81). Рассмотрены следующие виды органических удобрений: бесподстилочный навоз крупного рогатого скота (КРС), свиней, подстилочный навоз КРС, лошадей и овец, бесподстилочный и подстилочный помет, торфа (осоковый, тростниковый, древесно-тростниковый), солома, сидераты и некоторые виды компостов.

Согласно санитарным нормам, большинство органических удобрений, в частности навоз и помет, требуют хранения перед их внесением в пахотные почвы для дезинфекции. С этой целью навоз и помет хранится в среднем около 6 месяцев, в течение которых происходят потери органического углерода и азота. Поэтому данные по содержанию углерода в свежем веществе разных видов навоза и помета нами пересчитаны с учетом его средних потерь за время хранения (рис. 6.15).

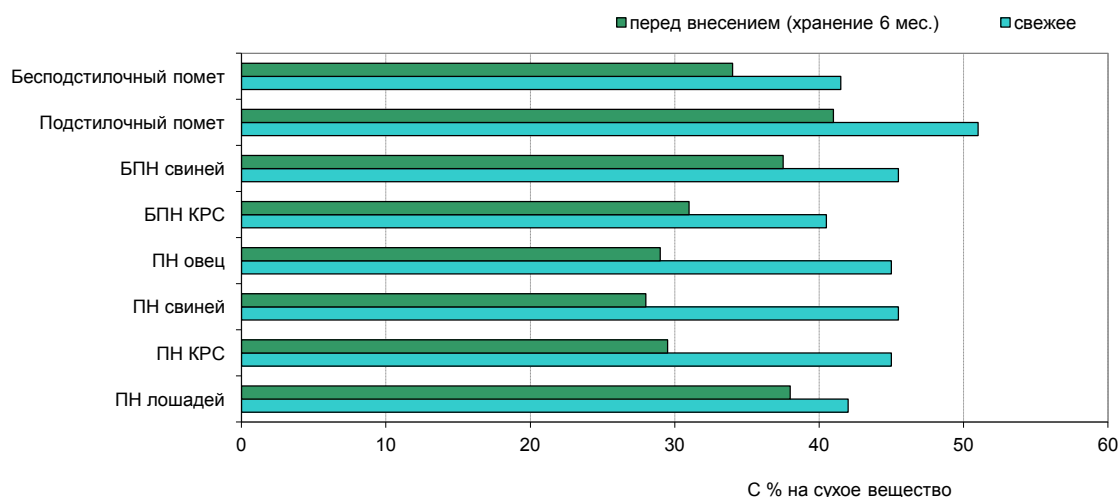


Рисунок 6.15 – Потери углерода разных видов навоза и помета при хранении

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. 6.38). Средняя ве-

личина 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 2013 гг. приведено в таблице 6.39.

Таблица 6.38

*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 6.39

*Внесение органических удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы, млн. тонн*

Годы	Внесение органических удобрений	Количество углерода, поступившего в с.х. земли
1990	389,5	71,1
1991 <sup>1)</sup>	347,2	63,3
1992 <sup>1)</sup>	268,7	49,0
1993	241,2	44,0
1994	164,2	30,0
1995	127,4	23,2
1996	107,8	19,7
1997	86,1	15,7
1998	72,1	13,2
1999	69,1	12,6
2000	66,0	12,0
2001	59,6	10,9
2002	60,6	11,1
2003	59,9	10,9
2004	53,2	9,7
2005	49,9	9,1
2006	47,8	8,7
2007	48,1	8,8
2008	51,3	9,4
2009	53,7	9,8
2010	53,1	9,7
2011	52,6	9,6
2012	54,2	9,9
2013	55,7	10,2

<sup>1)</sup> данные по (Промышленно-экономические показатели..., 1996)



Как следует из этой таблицы, внесение органических удобрений сократилось в течение рассматриваемого периода на 85,7% от 389,5 млн. тонн в 1990 г. до 55,7 млн. тонн в 2013, что связано с сокращением поголовья скота и птицы в Российской Федерации. В результате такого снижения внесения органических удобрений в почвы сократилось и количество в них углерода – от 71,1 млн. тонн в 1990 г. до 10,2 млн. тонн в 2013 г.

Оценка поступления углерода в пахотные почвы с минеральными удобрениями выполнена на основе статистической информации по общему количеству внесенных азотных, фосфорных и калийных удобрений в сельском хозяйстве России (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; 2004; Российский статистический ежегодник, 2005-2013, интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)) 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 6.40.

Поступление углерода в сельскохозяйственные почвы с минеральными удобрениями за период с 1990 по 2013 год приведено в таблице 6.41.

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 12,5% (Руководящие принципы..., 2006).

Таблица 6.40

*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 6.41

*Внесение минеральных удобрений сельхозорганизациями и поступление углерода с ними в сельскохозяйственные почвы, млн. тонн*

Годы	Внесение азотных удобрений <sup>1)</sup>	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>2)</sup>	1,362 <sup>3)</sup>	1,581 <sup>3)</sup>	0,497
1992	2,974 <sup>2)</sup>	1,500 <sup>3)</sup>	1,079 <sup>3)</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

<b>2000</b>	0,959	0,220	0,182	0,126
<b>2001</b>	0,889	0,262	0,195	0,119
<b>2002</b>	0,951	0,322	0,207	0,127
<b>2003</b>	0,832	0,300	0,192	0,112
<b>2004</b>	0,827	0,328	0,220	0,112
<b>2005</b>	0,854	0,345	0,221	0,116
<b>2006</b>	0,906	0,366	0,230	0,123
<b>2007</b>	1,034	0,407	0,275	0,140
<b>2008</b>	1,201	0,429	0,288	0,162
<b>2009</b>	1,231	0,391	0,266	0,164
<b>2010</b>	1,188	0,435	0,279	0,160
<b>2011</b>	1,257	0,425	0,275	0,168
<b>2012</b>	1,174	0,420	0,271	0,158
<b>2013</b>	1,160	0,436	0,251	0,156

<sup>1)</sup> Данные по внесению азотных удобрений ниже величин, приведенных в секторе Сельское хозяйство, категория 4D1, т.к. здесь учитывается внесение только под сельскохозяйственные культуры, без внесения под многолетние и плодовые насаждения, естественные сенокосы и пастбища, защищенный грунт и др.

<sup>2)</sup> Расчетные данные (интерполяция).

<sup>3)</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 6.42.

За период с 1990 по 2013 гг. суммарное поступление углерода в почвы с минеральными удобрениями (табл. 6.41) и известковыми материалами (табл. 6.42) снизилось на 73,9%, что связано с соответственным сокращением их внесения в пахотные земли с 1990 года.

Таблица 6.42

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
<b>1990</b>	31,4	2,75
<b>1991<sup>1)</sup></b>	29,0	2,54
<b>1992<sup>1)</sup></b>	25,4	2,22
<b>1993</b>	18,3	1,60
<b>1994</b>	9,8	0,86
<b>1995</b>	6,2	0,54
<b>1996</b>	4,4	0,39
<b>1997</b>	3,3	0,29
<b>1998</b>	2,3	0,20
<b>1999</b>	2,5	0,22
<b>2000</b>	2,8	0,25
<b>2001</b>	2,7	0,24
<b>2002</b>	2,5	0,22
<b>2003</b>	2,6	0,23

Продолжение таблицы 6.42

<b>2004</b>	2,4	0,21
<b>2005</b>	2,3	0,20
<b>2006</b>	2,3	0,20
<b>2007</b>	2,1	0,18
<b>2008</b>	2,3	0,20
<b>2009</b>	1,8	0,16
<b>2010</b>	2,0	0,18
<b>2011</b>	2,0	0,18
<b>2012</b>	2,2	0,19
<b>2013</b>	2,1	0,18

<sup>1)</sup> Расчетные данные (интерполяция).

Оценка количества углерода, поступающего в пахотные почвы с остатками культурных растений, включала ежегодный расчет углерода надземных (пожнивных) остатков и корней культурных растений, которые остаются на полях после уборки урожая. Как и для расчетов поступления азота с пожнивными и корневыми остатками растений (см. раздел Сельское хозяйство, категория 3.Да4), 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.

$$C_{ab} \text{ или } C_{ин} = \sum_i ((a_i Y_i + b_i) \cdot C_i) \cdot S_i, \quad (6.34)$$

где  $C_{ab}$  – масса углерода, поступающего в почвы с пожнивными остатками ( $C_{ин}$  – корневыми остатками) культурных растений определенного вида  $i$  (кг С);

$Y_i$  – урожайность основной продукции данной культуры (ц. сух. в-ва/га);

$a_i$  и  $b_i$  – соответствующие коэффициенты для расчета массы пожнивных (или корневых) остатков данной сельскохозяйственной культуры при определенном уровне урожайности (Левин, 1977);

$C_i$  – содержание углерода в биомассе данной культуры (кг С/кг сух. массы) (Пересмотренные руководящие принципы, 1997; Руководящие указания по эффективной практике..., 2000);

$S_i$  – посевная площадь данного вида растений, га.

Углерод поверхностных ( $C_{ab}$ ) и корневых ( $C_{ин}$ ) 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 5.18 (см. раздел Сельское хозяйство, категория 3.Да4).

Следует обратить внимание, что в таблице 5.18 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%.

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 и сорго рассчитывались по просу, масличных культур (рапса, горчицы, сои и прочих масличных) – по гороху, остатки бахчевых рассчитывали по овощным культурам, а прочих технических культур – по конопле. Растительные остатки тритикале (гибрид пшеницы и ржи) рассчитаны по уравнениям для озимой пшеницы.

Содержание углерода в биомассе растений разных видов определено по данным МГЭИК (Пересмотренные руководящие принципы, 1997; Руководящие указания по эффективной практике..., 2000).

Исходные данные по урожайности, валовому сбору и посевным площадям культурных растений взяты из отчетов и справочных материалов Росстата (Сельское хозяйство, охота..., 2009, 2011, 2013; Российский статистический ежегодник, 2005-2013; интернет-сайт Росстата (<http://www.gks.ru>)). Величины поступления углерода с остатками культурных растений за период с 1990 по 2013 гг., а также суммарное поступление углерода в пахотные почвы приведены в таблице 6.43.

Как следует из данных таблицы 6.43, 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 2013 гг., хотя в 2008, 2009, 2011 и 2013 годах наблюдалось их незначительное увеличение. 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, 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%. В 2012 г. средняя урожайность многих зерновых была ниже, чем в предыдущий год (пшеницы озимой – на 23%, пшеницы яровой – на 27%). Дополнительно, в 2012 г. уменьшилась общая посевная площадь. В 2013 году произошло небольшое увеличение поступления растительных остатков в почвы в связи с увеличением урожайности и валового сбора основных зерновых культур и увеличению площадей посевов за счет распашки свежих залежей.

Таблица 6.43

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

Годы	Количество углерода остатков биомассы культурных растений, млн. тонн	Общее поступление углерода в пахотные почвы, млн. тонн
1990	171,9	246,2
1991	146,6	212,9
1992	152,0	203,6
1993	148,4	194,2
1994	129,3	160,3
1995	121,2	145,1
1996	120,8	141,0
1997	129,2	145,3
1998	104,3	117,8
1999	104,1	117,0
2000	106,9	119,3
2001	114,2	125,4
2002	113,6	125,0
2003	104,3	115,5
2004	105,1	115,2
2005	104,5	113,9
2006	103,4	112,5
2007	105,5	114,5

Годы	Количество углерода остатков биомассы культурных растений, млн. тонн	Общее поступление углерода в пахотные почвы, млн. тонн
2008	114,4	124,1
2009	118,1	128,2
2010	109,5	119,5
2011	114,9	124,8
2012	104,6	114,8
2013	116,1	126,5

Как следует из данных по всем рассмотренным источникам поступления углерода в сельскохозяйственные почвы, углерод растительных остатков является основным потоком, определяющим общее количество накопленного углерода (70,5% в 1990 г. и 91,7 – в 2013 г.). Вклад органических удобрений менее существен и составляет 28,3% в 1990 г. до 8,0% в 2013 г., а на долю остальных источников приходится 1,3% и 0,3% в 1990 г. и 2013 г. соответственно. Снижение вклада органических и минеральных удобрений обусловлено сокращением их внесения в почвы за исследуемый период. Так в 1990 году внесение органических удобрений под посевы в сельскохозяйственных предприятиях соответствовало 3,5 т/га (Сельское хозяйство в России, 1995), а в 2013 г. эта величина снизилась до 1,1 т/га. При этом площадь, удобряемая органическими удобрениями составляла в 2013 – лишь 7,5% от общей посевной площади (Российский статистический ежегодник, 2014).

*Потери углерода на пахотных землях.* Общий вынос углерода с территории пахотных земель рассматривался по следующим составляющим: механические потери углерода с дефляцией и эрозией почвы, а также потери углерода почв при их дыхании. Ниже описана методика расчета каждого из этих потоков.

По данным Титляновой с соавт. (Титлянова с соавт., 1998), за последние 60-70 лет средние потери органического углерода сельскохозяйственных почв Сибири в результате эрозии и дефляции составили около 100 кг/га в год. Эта величина, по-видимому, близка к средним потерям углерода на пашнях и для других регионов России. Однако следует отметить, что большее количество эродированного материала переотлагается в понижениях или овражной зоне в пределах пахотных земель, что не должно учитываться в наших расчетах. В Западной Европе эта величина оценивается около 75-80% от всего объема эрозии почв (Сидорчук и Сидорчук, 1998). В Европейской части России объем выноса органического вещества почв за пределы пашни в среднем составляет 11-17% от общей массы материала, перемещаемого плоскостным смывом (Пацукевич и Козловская, 2000). В центральной зоне Европейской части России (Среднерусская, Калачская, Приволжская и Верхнекамская возвышенности), а также на юге России в степной зоне (Ставрополье), для которых характерна высокая степень заовраженности и, соответственно, самая высокая по России овражная эрозия (Зорина, 2000; Любимов с соавт., 2000), доля продуктов плоскостного смыва, поступающих в водотоки или оседающих на непахотных землях (пастбищах), невелика и составляет 15-20 и 10-15% соответственно от общего объема смыва. Таким образом, даже в регионах с интенсивной эрозией около 70-80% эродированного материала переотлагается в пределах пашни, а вынос в водотоки составляет 20-30% (Пацукевич и Козловская, 2000). По всей вероятности, эти величины применимы ко всей территории России. Поэтому, используя величину потерь углерода в 100 кг/га, предложенную Титляновой с соавт., можно заключить, что только 20-30 кг углерода с одного гектара безвозвратно 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 1991-2012 гг. годы (информация предоставлена ГХИ Росгидромета и отображена в ежегодниках «Качество поверхностных вод Российской Федерации»). 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 со-

держание углерода в органическом веществе равным 50%, рассчитали величину смыва углерода с территории соответствующего водосбора. Полученные результаты представлены в таблице 6.44.

В связи с отсутствием информации о величинах поверхностного стока в 1990, 1994 и 2013 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.; 2013г. – среднее между 2008-2012 гг. Учитывая, что в настоящем кадастре стали доступны данные по смыву углерода за 2012 г., величина потерь углерода за 2012 г. была пересчитана.

Уточнение национальных коэффициентов поверхностного выноса углерода проведено в соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра в 2011 г.

Из данных таблицы 6.44 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 6.45.

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 почв). Полученные результаты приведены в таблице 6.46.

Таблица 6.44

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	2001
Кола	3,78	27,25	28,31	28,84	27,25	24,60	28,97	37,30	27,65	33,47	28,97	16,80
Онега	55,70	47,49	37,43	49,01	47,04	54,22	0,00	41,83	41,83	31,15	37,70	31,42
Сев. Двина	348,00	43,82	34,20	53,88	43,71	42,96	35,06	30,75	56,90	33,62	34,05	33,62
Мезень	56,40	35,82	35,99	49,65	40,48		0,00	41,49	51,86	44,15	28,55	29,34
Печора	312,00	49,04	39,26	42,95	43,83	44,07	59,62	36,22	41,99	42,47	37,50	34,62
Обь	2430,00	15,74	8,64	16,11	13,58	13,81	20,99	19,03	16,65	21,09	15,66	19,65
Таз	100,00	34,50	23,25	13,50	23,75		0,00	37,80	94,50	0,00	42,55	45,45
Енисей	2440,00	14,88	21,31	18,09	16,42	11,41	18,40	18,05	21,93	20,90	20,49	23,57
Анабар	78,80	25,57	24,68	22,59	23,78	22,27	11,29	27,92	40,55	25,89	22,02	11,74
Оленек	198,00	29,29	17,65	23,81	22,88	20,76	21,87	19,29	20,10	24,22	29,04	11,21
Лена	2430,00	12,00	13,27	12,02	12,55	12,90	10,35	26,75	14,01	19,14	15,16	13,64
Индижка	322,00	7,89	9,04	9,95	8,88	8,63	6,96	10,90	16,30	7,56	25,00	8,76
Колыма	635,00	6,99	8,82	7,16	7,66		11,10	7,67	6,71	11,34	7,33	9,37
Камчатка	45,60	18,42	17,98	11,07	15,98	16,45		18,20	11,18	20,07	12,94	15,57
Тауй	25,10	27,89	25,70	9,76	24,30	33,86	23,51	26,29	22,71	18,11	12,35	28,88
Амур	1790,00	15,22	20,92	16,82	15,31	8,30	10,20	12,15	21,90	22,49	13,02	14,33
Тынь	7,72	29,60	14,83	29,34	27,35	35,62	32,45	28,17				0,00
Поронай	6,08	92,11	91,28	63,16	80,63	75,99	91,28	115,95			66,78	43,17
Нева	281,00	20,46	22,42	18,68	20,52				31,67	39,68	22,42	24,20
Луга	12,30	38,41		22,15	30,28					25,73	48,78	35,12
Преголя	13,60	22,17	35,37		32,29	39,34	21,84	21,84	38,60	32,28	13,97	17,39
Дон	420,00	7,33	3,99	4,74	5,50	5,95	8,24	4,12	7,64	10,52	4,05	8,20
Сев. Донец	80,90	6,30	5,28	8,47	7,22	8,84	9,02	6,86	11,50	0,40	4,51	5,36
Кубань	49,00	15,00	22,55	25,82	20,74	19,59	18,98	36,53	25,82	20,51	24,59	21,12
Сочи	0,30	27,03	36,49	32,60	29,94	23,65	32,94	46,96	29,56	22,97	47,64	48,65
Терек	37,40	24,60	34,49	29,41	27,31	20,72	16,04	18,85			14,04	10,86
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	17,17
Верхняя Ангара	20,60	12,86	17,74	11,99	15,04	17,57	18,37	13,30	20,27	12,50	11,38	13,64
Баргузин	19,80	16,06	14,19	9,19	13,11	13,01	7,47	6,41	10,98	8,16	10,48	11,94
Селенга	445,00	4,98	3,08	5,02	4,51	4,98	2,02	2,91	4,87	2,88	2,72	3,96
среднее		22,87	21,67	21,21	22,02	21,77	18,27	24,72	24,77	17,90	19,63	17,90

<sup>1)</sup> Значения за 1994г. получены как среднее по 1991, 1992, 1993, 1995.

Таблица 7.44 (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>											
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013 <sup>2)</sup>
Кола	3,78	27,51	6,08	23,54	26,19	24,47	26,32	22,22	19,18	33,33	23,15	24,60	24,50
Онега	55,70	53,14	43,63	49,73	47,58	52,78	52,60	77,47	44,25	41,20	32,94	51,89	49,55
Сев. Двина	348,00	35,06	41,09	48,99	29,31	42,10	50,00	54,89	42,82	27,01	29,45	41,52	39,14
Мезень	56,40	34,22	41,31	43,00	30,50	35,99	53,63	70,92	44,06	25,44	25,00	52,57	43,60
Печора	312,00	48,56	45,19	44,87	49,20	61,86	59,94	48,40	40,22	30,13	36,86	33,97	37,92
Обь	2430,00	22,43	16,05	13,68	13,85	10,99	20,37	18,62	13,97	10,51	14,24	15,04	14,48
Таз	100,00	37,10	44,40	30,75	31,15	24,60	45,50	40,30	36,20	30,00	21,35	43,25	34,22
Енисей	2440,00	32,99	22,75	21,11	18,67	14,80	28,89	21,72	21,11	24,18	22,95	16,48	21,29
Анабар	78,80	17,20	17,70	8,57	22,40	10,60	35,66	31,28	12,69	20,24	20,49	18,27	20,60
Оленек	198,00	12,93	14,29	12,02	18,71	8,94	17,20	15,40	8,91	14,04	18,23	11,84	13,69
Лена	2430,00	10,74	11,73	14,40	13,74	15,25	18,44	18,85	17,72	11,87	14,05	11,69	14,84
Индигирка	322,00	12,67	7,33	12,72	15,99	12,87	15,84	13,59	8,42	14,18	15,31	11,32	12,56
Колыма	635,00	10,47	9,13	8,03	7,73	9,69	15,43	12,76	7,13	6,63	10,16	7,69	8,87
Камчатка	45,60	14,04	17,65	19,08	20,94	16,01	16,45	15,13	14,36	14,80	18,64	18,20	16,23
Тауй	25,10	13,19	21,12	28,29	18,21	36,25	24,30	32,67	38,84	17,43	46,81	36,45	34,44
Амур	1790,00	11,51	9,86	12,32	13,97	11,54	10,06	15,89	20,06	20,17	13,24	12,04	16,28
Тынь	7,72	0,00	0,00	0,00	0,00	31,22	20,34	26,36	27,01	22,22	26,75	29,66	26,40
Поронай	6,08	62,75	66,12	58,72	56,66	75,33	54,11	63,16	66,61	57,48	64,88	47,37	59,90
Нева	281,00	18,51	15,73	15,59	27,05	19,40	22,78	21,89	24,02	27,40	19,75	24,38	23,49
Луга	12,30	29,07	26,63	45,12	34,35	24,55	33,33	65,04	61,79	47,97	39,43	44,72	51,79
Преголя	13,60	20,85	13,71	17,10	24,19	12,94	29,85	21,76	18,35	18,82	23,46	23,71	21,22
Дон	420,00	6,20	7,88	9,57	9,63	7,69	5,20	6,29	3,69	4,80	3,54	4,71	4,60
Сев. Донец	80,90	3,99	6,30	6,80	7,29	9,83	4,92	4,72	2,74	6,00	4,68	4,35	4,50
Кубань	49,00	37,35	20,82	34,69	31,84	34,90	23,98	29,08	26,22	27,55	29,08	19,90	26,37
Сочи	0,30	22,97	19,26	45,95	40,20	37,84	52,03	60,30	127,53	117,06	331,08	270,27	181,25
Терек	37,40	24,73	8,68	9,48	13,33	13,50	4,73	9,65	5,23	8,54	7,82	6,10	7,47
Кума	20,00	3,83	3,58	4,63	3,10	2,12	2,98	1,70	1,43	1,09	1,40	1,50	1,42
Волга	1360,00	17,10	13,27	16,25	25,26	26,21	21,69	15,99	19,67	12,68	12,72	17,35	15,68
Верхняя Ангара	20,60												
Баргузин	19,80												
Селенга	445,00												
среднее		18,32	16,32	18,71	18,60	19,55	21,90	23,89	22,12	19,79	26,50	25,74	23,61

<sup>2)</sup> Значения за 2013г. получены как среднее 2008-2012 гг.



Таблица 6.45

*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	2,42
2012	90,9	2,34
2013	91,2	2,15

Следует отметить, что полученные средние значения, приведенные в таблице 6.46, 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 7.45 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 6.46.

Таблица 6.46

## 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	озимаяпшеница	450	
предкавказский чернозем	озимаяпшеница	483	
предкавказский чернозем	яроваяпшеница	480	
предкавказский чернозем	картофель	580	
предкавказский чернозем	кормовые (люцерна)	1003	
сераялесная		55	(Ларионова, 1988)
дерново-подзолистая	овес	230	(Макаров, 1988)
подзолистая	сах. свекла	404	
подзолистая	ячмень	594	(Rochetteetal., 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	яровыезерновые	286	(Тюлин и Кузнецов, 1971)
сераялесная	яровыезерновые	124	(Кудеяров с соавт., 1995)
сераялесная	озимаяпшеница	318	(Ковалева и Булаткин, 1987)
черноземвыщелоченный	озимаяпшеница	208	(Котакова, 1975)
черноземвыщелоченный	клевер	338	
черноземобыкновенный	горох	173	(Трофимова, 1989)
черноземобыкновенный	среднее	189	(Зборищук, 1979)
чернозем	среднее	495	(Бурдюков и Телюгин, 1983)
черноземобыкновенныймаломощный		451	(Зон и Алешина, 1953)
черноземюжный		180	(Лядова, 1975)
черноземобыкновенный		160	(Кривonos и Егоров, 1983)
чернозем		869	(Попова, 1968)
черноземтипичный	зерновые (среднее)	291	(Дьяконова, 1961)
черноземтипичный	люцерна	375	
темно-каштановая	яровыезерновые	248	(Емельянов, 1970)
каштановая	яровыезерновые	207	(Чимитдоржиева с соавт., 1990)
светло- каштановая	яровыезерновые	376	(Крeтинина 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	
черноземвыщелоченный	пар	157	(Котакова, 1975)
темно-каштановая	пар	362	(Емельянов, 1970)
сераялесная	пар	160	(Кудеяров с соавт., 1995)
среднее для пара		207	

Следует также учитывать, что использованные коэффициенты дыхания почв включают в себя и дыхание корней. Во избежание двойного учета корневого дыхания, мы условно приняли, что вклад корней в общее почвенное дыхание в агроценозах равен 40%. По данным Благодатского с соавт., величина корневого дыхания на пашнях находится в пределах от 1/2 до 1/3 от общего почвенного дыхания (Благодатский с соавт., 1993). В работе Кудеярова и Кургановой доля корневого дыхания в агроценозах определена равной в среднем 38% (Кудеяров и Курганова, 2005). Таким образом, принятый нами коэффициент согласуется с данными литературы.

Для корректной оценки годового потока  $\text{CO}_2$  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 2013 гг. приведены в таблице 6.47.

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

*Ежегодный баланс углерода.* На основании полученных оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на пахотных землях за период 1990-2013 гг., который представлен на рис. 6.13 выше. Годовой нетто выброс углерода в расчете на гектар пахотных земель в стране представлен на рисунке 6.14 выше.

Таблица 6.47

*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

<b>2008</b>	143,7
<b>2009</b>	145,6
<b>2010</b>	142,6
<b>2011</b>	143,8
<b>2012</b>	143,2
<b>2013</b>	143,9

Органогенные почвы. До 2006 года ежегодные статистические данные по площадям обрабатываемых/осушенных 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 осушенных почв. Согласно статистическим данным по площадям осушенных земель для 2006 года доля органогенных почв на землях обрабатываемых земель определена равной 2,88%. Для лет периода 2006 -2013 ежегодная доля органогенных почв культивируемых земель рассчитана по статистическим данным площадей осушенных земель пашен и многолетних насаждений (Земельный фонд России, 2007-2012; данные Росреестра, 2015) и составляет 2,7-2,9%.

В предыдущем кадастре данные по площадям органогенных почв для 1990-2005 определяли на основе суммарной площади торфянистых и торфяных почв в сельскохозяйственных угодьях России по состоянию на 1980г., которая составляла около 1,5% (Распределение земельного фонда..., 1980). Для совершенствования кадастра и с точки зрения сохранения консервативного подхода к оценкам в настоящем кадастре было решено заменить устаревшие данные на долю осушенных земель в 2006 г., которая применена для всех лет периода 1990-2005. Таким образом, площади и соответствующие выбросы от органогенных почв обрабатываемых земель были пересчитаны.

Методология расчета соответствует Уровню 1 (Wetland-supplement, 2014).

В настоящем кадастре впервые применяется национальный коэффициент эмиссии углерода для органогенных почв (Павлик, 2012). Согласно данному исследованию при выращивании многолетних трав на сено на торфяных почвах заливных лугов (агрозем торфяный типичный, агрозем торфяный глееватый, агрозем торфяно-минеральный типичный) средняя годовая эмиссия CO<sub>2</sub> находится на уровне  $5,9 \pm 2,3$  тС/га/год по сравнению с контролем эмиссии на залежи. Это значение было использовано для оценки выброса CO<sub>2</sub> от культивируемых органогенных почв для всех лет периода с 1990 по 2013 гг. Результаты расчетов площадей органических почв и потерь углерода с них приведены в таблице 6.37 выше.

Выбросы закиси азота с рассчитанной площади обрабатываемых органогенных почв за период с 1990 по 2013 гг. оценены в секторе Сельского хозяйства, категория 3D1.6.

В настоящем кадастре оценены также выбросы метана от органогенных почв возделываемых земель. При этом применены методика Уровня 1 и рекомендуемые коэффициенты по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetland-supplement, 2014). Расчеты проведены в соответствии с уравнением 2.6, стр. 2.18, глава 2 данного Руководства. Коэффициенты соответствуют:

- $Frac\_ditch$  (= 0,5) – табл. 2.4, раздел 2.2.2.1., стр. 2.25 для пахотных земель бореальной/умеренной зон;
- $EF\_land$  (= 0,0 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1., стр. 2.21 для пахотных земель бореальной/умеренной зон;
- $EF\_ditch$  (= 1165 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1., стр. 2.21 для пахотных земель и глубоко осушенных луговых земель бореальной/умеренной зон.

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 58,25 CH<sub>4</sub> кг/га/год, который и был использован в расчетах.

Результаты расчета выброса CH<sub>4</sub> при культивации органогенных почв приведены в таблице 6.37 выше. Для отчетности в таблицах ОФД выбросы метана от осушенных возделываемых земель приведены в категории 4(II) «Выбросы и поглощение при осушении, обводнении и ином управлении» раздела 4В, в подкатегории «осушенные органогенные почвы».

**Известкование почв.** В соответствии с решением Конференции Сторон РКИК ООН 24/CP.19, с 2015 года выбросы CO<sub>2</sub> при известковании обрабатываемых почв предоставляются в кадастре сектора Сельское хозяйство (см. раздел 5.10 настоящего доклада).

**Сжигание биомассы на пахотных землях.** Сжигание растительных остатков на пахотных землях в России запрещено (см. раздел 5.9 настоящего доклада). Эффективная пожарная охрана посевов культурных растений приводит к практически полному отсутствию естественных возгораний на территории пахотных земель. Таким образом, для пахотных земель в таблицах ОФД использован стандартный указатель «не применимо» («NA»).

#### **6.4.2.1.3 Неопределенность и согласованность временных рядов**

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  $\pm 75\%$  в соответствии с таблицей 5.1 (Руководящие принципы..., 2006). Поэтому общая неопределенность расчетов накопления углерода в биомассе и потерей углерода биомассы оценивается по подходу 1 МГЭИК равной  $\pm 75,17\%$ . Таким образом, суммарная неопределенность по данной категории рассчитана в соответствии с уровнем сложности 1 МГЭИК равной  $\pm 79,17\%$ .

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 по обеспечению и контролю качества расчетов 6.4.2.1.4 ниже). Для оценки общей неопределенности расчетов по сектору использована максимальная величина ошибки ( $\pm 22,2\%$ ) для данной категории.

Потери углерода при использовании органогенных почв пахотных угодий впервые в настоящем кадастре определены на основании национального коэффициента. Его неопределенность равна  $\pm 39,3\%$ . Площади осушенных земель являются данными официальной национальной статистики и их неопределенность равна  $5\%$ . Объединенная неопределенность расчета выбросов CO<sub>2</sub> от органогенных пахотных почв составляет  $\pm 39,62\%$ . Таким образом, использование национального коэффициента сократило неопределенность оценок данной категории выбросов почти в 3 раза – от  $\pm 90,14\%$  (в кадастре 2013 года) до  $\pm 39,62\%$ .

Также рассчитаны выбросы метана от органогенных почв пахотных угодий в соответствии с дополнительным руководством МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014). Неопределенность всех использованных параметров и коэффициентов приведена в соответствующих таблицах руководства: 2.1, 2.2, 2.3 и 2.5 из главы 2 (Wetlands supplement, 2014). Совокупная неопределенность расчетов в соответствии с уровнем 1 МГЭИК определена равной для выброса CH<sub>4</sub> от пахотных угодий  $\pm 87,54\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

#### **6.4.2.1.4 Обеспечение и контроль качества**

Для оценки качества разработанной методики по балансовому расчету изменений запасов углерода в почвах пахотных земель 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 –  $0,0183\%$  C. Согласно нашим балансовым оценкам, средняя величина потерь запасов углеро-

да 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 ±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 ±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 ±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 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).

#### **6.4.2.1.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

В настоящем кадастре были пересмотрены площади осушенных органогенных почв обрабатываемых земель за 1990-2005 гг. и, соответственно, пересчитаны выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>.

При оценке потерь почвенного углерода минеральных почв величина эрозии и дефляции за 2012 г. была пересмотрена на основе уточненных данных. Это привело к незначительным пересчетам общего баланса углерода в минеральных почвах пахотных земель.

В соответствии с решением 24/CP.19 Конференции Сторон РКИК ООН, выбросы CO<sub>2</sub> при известковании обрабатываемых земель должны быть представлены в секторе сельского хозяйства. В предыдущем кадастре эти выбросы были включены в отчетность сектора ЗИЗЛХ (раздел 7.2.2.1.3 в НДК 2014).

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### **6.4.2.2 Земли, преобразованные в пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения (раздел 4.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 2013 гг. не производилась (табл. 6.3). 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»).

Принято допущение, что незначительный рост пахотных площадей в 2008, 2009 и 2011 гг. обусловлен распахкой 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 2013 году около 270 тыс. га пастбищных земель были вновь распаханы. При этом, так же, как и для 2008, 2009 и 2011 гг. было принято, что распахке 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.

#### 6.4.3 Сенокосы и пастбища (раздел 4.С ОФД)

##### 6.4.3.1 Постоянные сенокосы и пастбища (раздел 4.С.1 ОФД)

##### 6.4.3.1.1 Управляемые постоянные сенокосы и пастбища

##### 6.4.3.1.1.1 Характеристика подкатегории

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.

*Ежегодный баланс углерода минеральных почв кормовых угодий.* На основании полученных оценок поступления и выноса углерода был составлен общий ежегодный баланс углерода на землях кормовых угодий за период 1990-2013 гг. (табл. 6.48). Положительные величины показывают поступление углерода в почвы, а отрицательные – его потери. Как следует из таблицы 6.48, общий годовой баланс углерода на постоянных сенокосах и пастбищах России положительный в течение всего рассматриваемого периода и характеризуется нетто аккумуляцией углерода в среднем около 3,4 млн. тонн С/год. Годовое нетто поглощение углерода в расчете на гектар земель кормовых угодий в стране представлено на рисунке 6.16. Повышенные величины аккумуляции углерода в 1998 и 1999 годах могут быть объяснены сравнительно малым объемом сенокосения и заготовки пастбищных кормов в связи с кризисным состоянием агропромышленного сектора в течение данных лет. Низкая величина в 2011-2012 гг., наоборот, объясняется относительно высоким выносом углерода с земель сенокосов и пастбищ при покосе, потреблении пастбищных кормов и заготовке зеленых кормов и силоса.

Таблица 6.48

Баланс углерода минеральных почв на землях сенокосов и пастбищ, млн. тонн С

Годы	Поступление углерода	Вынос углерода	Баланс
<b>1990</b>	266,89	-264,36	2,53
<b>1991</b>	264,88	-262,05	2,83
<b>1992</b>	259,95	-255,82	4,13
<b>1993</b>	253,19	-250,52	2,67

Годы	Поступление углерода	Вынос углерода	Баланс
1994	257,09	-255,33	1,76
1995	259,14	-254,36	4,79
1996	258,67	-252,68	5,99
1997	254,34	-248,79	5,55
1998	228,35	-222,01	6,34
1999	237,26	-230,29	6,97
2000	237,48	-232,53	4,95
2001	235,97	-231,10	4,87
2002	233,80	-228,65	5,15
2003	233,49	-227,96	5,53
2004	231,77	-225,69	6,08
2005	230,02	-228,18	1,84
2006	229,46	-226,55	2,91
2007	228,74	-227,60	1,14
2008	229,47	-228,61	0,86
2009	228,48	-227,51	0,96
2010	228,51	-227,13	1,38
2011	228,79	-228,52	0,27
2012	229,15	-228,30	0,85
2013	229,50	-228,18	1,32

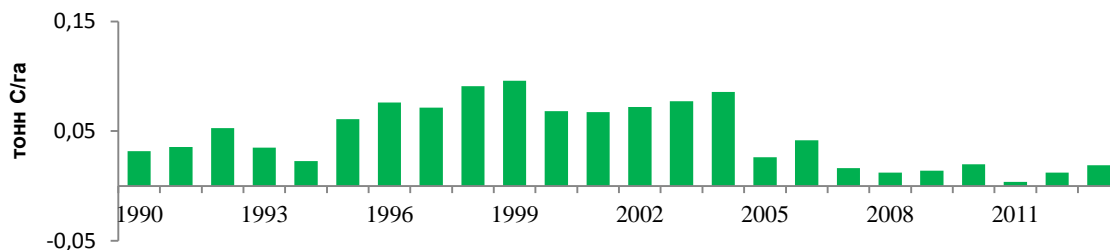


Рисунок 6.16 – Годовое нетто-поглощение углерода на одном гектаре минеральных почв кормовых угодий

*Органические почвы кормовых угодий.* Результаты расчета выброса  $\text{CH}_4$  от органогенных почв кормовых угодий приведены в таблице 6.49. Для отчетности в таблицах ОФД выбросы метана от осушенных земель кормовых угодий приведены в категории 4(II) «Выбросы и поглощение при осушении, обводнении и ином управлении» раздела 4С, в подкатегории «осушенные органогенные почвы».

Таблица 6.49

Потери углерода и выбросы метана на территории органогенных почв кормовых угодий, тыс. тонн

Годы	Площадь органогенных почв кормовых угодий, тыс. га/год	Потери углерода, тыс. тонн С	Выбросы $\text{CH}_4$ , тыс. тонн $\text{CH}_4$
1990	2404,2	13992,3	104,9



Продолжение таблицы 6.49

Годы	Площадь органогенных почв кормовых угодий, тыс. га/год	Потери углерода, тыс. тонн С	Выбросы CH <sub>4</sub> , тыс. тонн CH <sub>4</sub>
1991	2367,5	13778,9	103,3
1992	2330,8	13565,5	101,7
1993	2294,2	13352,1	100,1
1994	2257,5	13138,7	98,5
1995	2220,8	12925,3	96,9
1996	2184,2	12711,9	95,3
1997	2147,5	12498,5	93,7
1998	2110,8	12285,1	92,1
1999	2074,2	12071,7	90,5
2000	2037,5	11858,3	88,9
2001	2000,8	11644,9	87,3
2002	1964,2	11431,5	85,7
2003	1927,5	11218,1	84,1
2004	1890,8	11004,7	82,5
2005	1854,2	10791,3	80,9
2006	1817,5	10577,9	79,3
2007	1806,8	10515,6	78,8
2008	1787,0	10400,3	78,0
2009	1787,0	10400,3	78,0
2010	1771,0	10307,2	77,3
2011	1765,0	10272,3	77,0
2012	1765,3	10274,0	77,0
2013	1765,3	10274,0	77,0

Сжигание биомассы на землях кормовых угодий. Выбросы CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, NO<sub>x</sub>, NMVOC от травяных пожаров (табл. 6.50) значительно варьируют год от года в прямой зависимости от площади, пройденной огнем. В среднем за 1990-2013 гг. эмиссия CH<sub>4</sub>, составила 10,6 тыс. т /год, эмиссия N<sub>2</sub>O – 1,0 тыс. т /год, эмиссия CO – 298,5 тыс. т /год, эмиссия NO<sub>x</sub> – 17,9 тыс. т /год, эмиссия NMVOC – 205,7 тыс т /год.

Таблица 6.50

## Прямые выбросы от травяных пожаров

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>	NMVOC
1990	303,6	7,0	197,3	0,6	11,8	136,0
1991	444,2	10,2	288,7	0,9	17,3	199,0
1992	451,3	10,4	293,3	0,9	17,6	202,2
1993	451,8	10,4	293,7	0,9	17,6	202,4
1994	186,3	4,3	121,1	0,4	7,3	83,5
1995	102,7	2,4	66,8	0,2	4,0	46,0

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>	NM VOC
1996	458,8	10,6	298,2	1,0	17,9	205,5
1997	257,0	5,9	167,1	0,5	10,0	115,1
1998	695,8	16,0	452,3	1,5	27,1	311,7
1999	296,4	6,8	192,7	0,6	11,6	132,8
2000	639,2	14,7	415,5	1,3	24,9	286,4
2001	514,5	11,8	334,4	1,1	20,1	230,5
2002	760,1	17,5	494,1	1,6	29,6	340,5
2003	1266,1	29,1	823,0	2,7	49,4	567,2
2004	137,0	3,2	89,1	0,3	5,3	61,4
2005	300,6	6,9	195,4	0,6	11,7	134,7
2006	956,6	22,0	621,8	2,0	37,3	428,6
2007	584,2	13,4	379,7	1,2	22,8	261,7
2008	465,0	10,7	302,3	1,0	18,1	208,3
2009	481,0	11,1	312,7	1,0	18,8	215,5
2010	447,6	10,3	290,9	0,9	17,5	200,5
2011	307,3	7,1	199,8	0,6	12,0	137,7
2012	271,2	6,2	176,3	0,6	10,6	121,5
2013	243,1	5,6	157,4	0,5	9,4	108,5

\* – Площади пожаров на нелесных землях по данным Рослесхоза.

#### 6.4.3.1.1.2 Методология сбора данных и расчетов

В Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии регулярно собираются данные по площадям пастбищ и сенокосов в стране у землепользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством (табл. 6.51), а также их распределение по субъектам Федерации за 1990 г. и за период с 1998 по 2013 гг. (Земельный фонд РФ, 2006-2014). 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..., 2005-2014). 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 6.51, 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 2006 по 2013 годы. Незначительное увеличение площадей используемых сенокосов и пастбищ отмечено в отдельные годы (1994, 1995, 1999, 2008, 2010 – 2013), 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 использовать данные земли вновь. В течение 2-3 лет существенного изменения запасов углерода ни в

живой биомассе, ни в почвах на этих землях произойти не может. Поэтому оценивать изменение запасов углерода на этих площадях в категории 4.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 6.51

*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
2012	70,3
2013	70,4

Изменения углерода в биомассе многолетних растений на землях пастбищ и сенокосов. В соответствии с методикой МГЭИК, уровень 1 (Руководящие принципы..., 2006), допускается, что при неизменной практике управления кормовыми угодьями, запасы углерода в живой биомассе не изменяются. В России в течение периода с 1990 по 2013 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»).

Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе сенокосов и пастбищ. В настоящее время методика МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006) для Уровней 1 и 2 оценки предполагает, что при неизменной практике управления землями кормовых угодий изменений запаса углерода в резервуаре мертвого органического вещества не происходит. В России в течение периода с 1990 по 2013 гг. методы ведения хозяйства и режимы использования кормовых угодий практически не изменялись. Следовательно, эта ка-

тегория нами не оценивалась и в таблицах ОФД для резервуара мертвого органического вещества использован стандартный указатель «NA» («не применимо»).

Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах земель сенокосов и пастбищ

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 (Романовская с соавт., 2014), аналогично методике, применяемой нами для пахотных земель (категория 4.В.1. ОФД).

Фотосинтез произрастающих на землях кормовых угодий 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 1990-2013 гг. объемы этих работ в аграрном секторе сильно сократились (внесение органических удобрений на 85,7%, минеральных – на 81,3% и известковых материалов – на 93,4%) и, по-видимому, все удобрения и добавки в настоящее время вносятся на пахотных землях. Поэтому они рассмотрены в разделе 4.В.1 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 биомассе. 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 6.52 показано ежегодное поступление атмосферного углерода в экосистемы пастбищ и сенокосов при фотосинтезе растений за период с 1990 по 2013 гг.

Таблица 6.52

*Поступление углерода при фотосинтезе растений на землях кормовых угодий, млн. тонн C/год*

Годы	Количество углерода биомассы растений, млн. тонн/год
<b>1990</b>	255,64
<b>1991</b>	254,24
<b>1992</b>	249,78
<b>1993</b>	243,40
<b>1994</b>	248,18
<b>1995</b>	250,95
<b>1996</b>	251,05
<b>1997</b>	247,54
<b>1998</b>	222,34
<b>1999</b>	231,59
<b>2000</b>	231,73
<b>2001</b>	230,32
<b>2002</b>	228,33

Продолжение таблицы 6.52

Годы	Количество углерода биомассы растений, млн. тонн/год
<b>2003</b>	227,99
<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
<b>2012</b>	224,22
<b>2013</b>	224,47

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 5, 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 1,56 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 5, Сельское хозяйство), а также рассчитанные по ним величины выхода сухого вещества на голову в год на территории пастбищ на примере 2013 года приведены в таблице 6.53.

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 хране-

ния, было определено количество углерода в свежем помете птиц (44,9%). Это величина использована нами в расчетах количества углерода помета, остающегося на пастбищах.

Для расчета количества поступающего углерода с навозом коров и другого поголовья крупного рогатого скота вместо стабильных норм выхода навоза в расчете на 1 голову и среднем содержании в нем углерода, применена методика, которая учитывает ежегодную 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 5.3 и 5.4, табл. 5.5). 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 6.53).

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 5, Сельское хозяйство, раздел 5.4 (категория 3В1 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 6.54.

В настоящем кадастре 2015 года в результате применения коэффициентов в соответствии с (Руководящими принципами..., 2006) величины экскреции углерода на пастбищах были соответственно пересчитаны для всех периода 1990-2012.

Таблица 6.53

*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			95,87 <sup>1)</sup>	20,1 <sup>1)</sup>		193,0 <sup>1)</sup>
Крупный рогатый скот (без коров)			59,82 <sup>1)</sup>	27,2 <sup>1)</sup>		163,0 <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
гуси	0,59	84,0		6,5	2,3	1,0

Продолжение таблицы 6.53

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
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 2013г.

Таблица 6.54

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	3,27 <sup>1)</sup>
Немолочный рогатый скот	1,99 <sup>1)</sup>
Овцы	0,13
Козы	0,09
Верблюды	1,05
Лошади	1,04
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 2013г.

В таблице 6.55 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 2013 гг. Следует отметить, что выбросы двуокси 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 (Руководящие принципы..., 2006). 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 6.52 и 6.53 углерод биомассы растений является основным потоком, определяющим общее количество поступившего углерода в почвы кормовых угодий, что соответствует результатам, полученным по пахотным землям (раздел 4.В.1ОФД). Вклад углерода навоза и помета, оставленных на территории пастбищ, менее существенен и составляет от 4,2% в 1990г. до 2,2% в 2013 г. Снижение количества углерода, экскретируемого пастбищными животными и птицей, обусловлено сокращением их поголовья в аграрном секторе страны за исследуемый период. Так с 1990 года (по состоянию на 01.01.1990 и 01.01.2013 соответственно) поголовье крупного рогатого скота снизилось на 66,1%, овец и коз – на 58,4%, численность птицы сократилась на 24,3%, поголовье остальных пастбищных животных (мулы, ослы, лошади, верблюды и северные олени) – на 39,0% (данные Росстата).

Таблица 6.55

*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	11 295,31	40,15	9,73	11,25
1991	10 682,99	38,22	9,26	10,64
1992	10 216,11	36,93	8,95	10,17
1993	9 835,08	35,18	8,53	9,79
1994	8 947,51	32,58	7,90	8,91
1995	8 228,74	30,48	7,39	8,19
1996	7 655,55	28,73	6,96	7,62
1997	6 827,80	25,70	6,23	6,80
1998	6 035,32	22,71	5,51	6,00
1999	5 694,83	21,28	5,16	5,67
2000	5 777,20	21,72	5,27	5,75
2001	5 682,89	21,27	5,16	5,66
2002	5 492,70	20,19	4,90	5,47
2003	5 520,07	19,98	4,84	5,50
2004	5 568,56	19,80	4,80	5,54
2005	5 209,69	17,62	4,27	5,19
2006	6 012,56	18,31	4,44	5,99
2007	5 165,24	16,93	4,10	5,14
2008	5 245,95	16,86	4,09	5,23
2009	5 129,12	16,10	3,90	5,11
2010	4 895,38	15,03	3,64	4,88
2011	4 934,74	15,25	3,70	4,92
2012	4 956,85	15,16	3,67	4,94
2013	5 047,76	15,26	3,70	5,03

*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 6.4.2.1.2 (Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах пахотных земель) (раздел 4.В.1 ОФД). Как следует из данных таблицы 6.44, в связи с отсутствием информации о величинах поверхностного стока в 1990, 1994 и 2013 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.; 2013г. – среднее между 2008-2012 гг. Учитывая, что в настоящем кадастре стали доступны данные по смыву углерода за 2012 г., величина потерь углерода за 2012 г. была пересчитана. Результаты расчетов по ежегодным потерям углерода с площади кормовых угодий (пастбища и сенокосы) при эрозии и дефляции почв приведены в таблице 6.56.

Уточнение национальных коэффициентов поверхностного выноса углерода выполнено в соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра в 2011г.

Таблица 6.56

*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	1,86
2012	1,81
2013	1,66

Снижение потерь углерода с эродированным материалом объясняется сокращением площадей кормовых угодий в стране на 12,2% за период с 1990 по 2013 гг. (от 80,1 до 70,4 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, охота..., 2009, 2011, 2013; Российский статистический ежегодник, 2005-2014; интернет-сайт Росстата (<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% (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 2013 гг. приведены в таблице 6.57.

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%. Потребление пастбищных кормов и рассчитанные значения выноса углерода с земель пастбищ показаны в таблице 6.57.

Заготовка зеленого корма, силоса и сена на территории культурных пастбищ также приводит к выносу биомассы растений и соответственной потери органического углерода. Данные по валовому сбору зеленого корма, силоса и сена на пастбищах получены из отчетных материалов Росстата ([www.gks.ru](http://www.gks.ru)). Величины по валовому сбору зеленого корма и сена на культурных пастбищах приведены в таблице 6.57. Используя коэффициент содержания С (45%) эти величины были переведены в количество углерода биомассы, изъятого при заготовке кормов.

Как следует из данных таблицы 6.57, наблюдается тенденция уменьшения выноса углерода биомассы при сенокошении (на 55,9%), выпасе животных (на 44,4%) и заготовке зеленых кормов (на 83,3%) в течение периода с 1990 по 2013 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 6.58.

Таблица 6.57

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
2012	10,8	4,84	14,6	7,74	0,66	0,30	0,111	0,050	12,93
2013	10,5	4,59	14,8	7,86	0,51	0,23	0,111	0,050	12,73

\* с учетом травяной муки и сенажа.

\*\* с 2011 г. с учетом сена улучшенных сенокосов.

Таблица 6.58

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, дерново-перегнойная суглинистая и перегнойно-поверхностно-глеевая осолодевшая	215	
чернозем (сенокос)	280	
чернозем обыкновенный	359	(Кривонос и Егоров, 1983)
дерново-слабоподзолистая песчаная (сенокос)	512	(Курганова с соавт., 2007)
серая лесная	342	(Кудеяров и Курганова, 2005)
среднее	421	

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 6.58, при расчете почвенного дыхания на территории сенокосов и пастбищ в течение вегетационного периода без дополнительной корректировки (см. раздел 6.4.2.1.2 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):

$$C_s = -2,7 \cdot T_{\text{в}} + 59,7, \quad (6.35)$$

где:  $C_s$  – 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 2013 гг. приведены в таблице 6.59.

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 1990-2013 гг., который приведен в таблице 6.48 выше. Годовое нетто поглощение углерода в расчете на гектар земель кормовых угодий в стране представлено на рисунке 6.16.

Таблица 6.59

*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
2012	213,56
2013	213,79

Органогенные почвы. Площадь осушенных органогенных земель на территории кормовых угодий была определена расчетным путем на основании общей ежегодной площади сенокосов и пастбищ в стране (Сельское хозяйство в России, 1995; 2000; 2004; Российский статистический ежегодник, 2005-2014; Земельный фонд России, 2007-2014) и доле торфянистых и торфяных почв в кормовых угодьях России, которая по состоянию на 1980 г. составляла около 3,0% (Распределение земельного фонда..., 1980). Эта величина была использова-

на для 1990 года. Для лет периода с 1991 по 2005 годы площади органогенных почв на кормовых угодьях были определены методом интерполяции. С 2006 года и далее для расчетов используются статистические данные по площадям осушенных земель сенокосов и пастбищ (Земельный фонд России, 2007-2014). Их доля от общей площади кормовых угодий постепенно сокращается от 2,59% (2006г.) до 2,50% (2013г.). Уточнение площадей органогенных почв выполнено в соответствии с рекомендациями группы экспертов по проверке Национального кадастра РФ в 2011г.

В настоящем кадастре для оценки выброса CO<sub>2</sub> от органогенных почв кормовых угодий впервые применяется методика в соответствии с уровнем 1 и коэффициенты по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetland supplement, 2014). Согласно рекомендациям, содержащимся в главе 2, раздел 2.2.1., выбросы CO<sub>2</sub> от осушенных почв происходят непосредственно на территории осушения (EF\_CO<sub>2</sub>\_on-site) и, дополнительно, при вымывании органического материала (растворенное органическое вещество) (EF\_CO<sub>2</sub>\_DOC). Эти коэффициенты соответствуют:

- EF\_CO<sub>2</sub>\_on-site (= 5,7 тонн C/га/год) – табл. 2.1, раздел 2.2.1.1, стр. 2.9-2.11 для луговых ценозов бореальной зоны;
- EF\_CO<sub>2</sub>\_DOC (= 0,12 тонн C/га/год) – табл. 2.2, раздел 2.2.1.2, стр. 2.16 для бореальной зоны;

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 5,82 тонн C/га/год, который и был использован в расчетах. Результаты расчета площадей органических почв и потерь углерода с них приведены в таблице 6.49 выше.

Выбросы закиси азота с рассчитанной площади органогенных почв кормовых угодий за период с 1990 по 2013 гг. представлены в отчетности сектора Сельского хозяйства, категория 3D1.6.

В кадастре оценены также выбросы метана от осушенных органогенных почв кормовых угодий. При этом применены методика и рекомендуемые коэффициенты по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetland supplement, 2014).

Расчеты выброса CH<sub>4</sub> проведены в соответствии с уравнением 2.6, стр. 2.18, глава 2 (Wetland supplement, 2014). Коэффициенты соответствуют:

- Frac\_ditch (= 0,05) – табл. 2.4, раздел 2.2.2.1., стр. 2.25 для луговых ценозов глубокого и мелкого осушения бореальной/умеренной зон;
- EF\_land (= 1,4 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1, стр. 2.21 для луговых ценозов бореальной зоны;
- Предполагается, что 50% осушенных органогенных почв кормовых угодий находится в стадии мелкого осушения и 50% – глубокого осушения. Поэтому EF\_ditch была рассчитана как среднее между двумя коэффициентами по умолчанию:
- EF\_ditch (= 1165 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1, стр. 2.21 для пахотных земель и глубоко осушенных луговых ценозов бореальной/умеренной зон;
- EF\_ditch (= 527 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1, стр. 2.21 для мелко осушенных луговых ценозов бореальной/умеренной зон;

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 43,63 CH<sub>4</sub> кг/га/год, который и был использован в расчетах.

Результаты расчета выброса CH<sub>4</sub> от органогенных почв кормовых угодий приведены в таблице 6.49 выше. Для отчетности в таблицах ОФД выбросы метана от осушенных земель кормовых угодий приведены в категории 4(II) «Выбросы и поглощение при осушении, обводнении и ином управлении» раздела 4С, в подкатегории «осушенные органогенные почвы».

**Сжигание биомассы на сенокосах и пастбищах.** Оценка прямых выбросов парниковых газов (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, NO<sub>x</sub>, NMVOC) от травяных пожаров проводили по формуле 6.36(Руководящие принципы..., 2006):

$$L_{\text{пожар}} = A M_B C_f G_{\text{ef}} 10^{-3} \quad (6.36)$$

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;

$M_B C_f$  – произведение массы доступного для горения топлива и коэффициента сгорания = потребление топливной массы (мертвое органическое вещество плюс живая биомасса) при пожаре, тонн сухого вещества  $\text{га}^{-1}$ . Для расчетов использовано среднее значение  $10,0 \text{ тонн га}^{-1}$  для пастбищ (таблица 2.4, Руководящие принципы..., 2006);

$G_{\text{ef}}$  – коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (таблица 2.5, Руководящие принципы..., 2006). Коэффициент выбросов для оценки выброса неметановых углеводородов (NMVOC) при сжигании биомассы был взят из работы (Akagietal., 2011).

Результаты расчетов выбросов парниковых газов от травяных пожаров приведены в таблице 6.50 выше.

#### 6.4.3.1.1.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

Точность статистических исходных данных по площадям земель сельскохозяйственного назначения оценивается не более  $\pm 5\%$ .

Расчет неопределенности балансовой оценки почвенного углерода минеральных почв постоянных кормовых угодий выполнен пошагово 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 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 на используемых органогенных почвах кормовых угодий определены с помощью коэффициентов выбросов по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlandssupplement, 2014). Также рассчитаны выбросы метана от органогенных почв кормовых угодий в соответствии с дополнительным руководством МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlandssupplement, 2014). Неопределенность всех использованных параметров и коэффициентов приведена в соответствующих таблицах руководства: 2.1, 2.2, 2.3 и 2.5 из главы 2 (Wetlandssupplement, 2014). Совокупная неопределенность расчетов по данным категориям в соответствии с уровнем 1 МГЭИК определена равной для выброса  $\text{CO}_2$   $\pm 49,23\%$ , для  $\text{CH}_4$  от кормовых угодий соответственно  $\pm 69,70\%$ .

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 –  $\pm 112\%$ ).

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

#### **6.4.3.1.1.4 Обеспечение и контроль качества**

В соответствии с рекомендациями групп экспертов по проверке кадастра, все планируемые и выполненные усовершенствования модели по оценке баланса углерода на почвах кормовых угодий докладываются и предварительно апробируются на научных конференциях и семинарах национального и международного характера. В частности, опубликована статья в рецензируемом издании (переводимом на английский язык) по оценке динамики углерода в почвах кормовых угодий в журнале «Известия РАН» (Романовская, Карабань, 2008).

#### **6.4.3.1.1.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

В связи с применением новых методических руководств МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006), поступление углерода с навозом пастбищных животных было пересчитано для всех лет периода 1990-2012.

При оценке потерь почвенного углерода минеральных почв величина эрозии и дефляции за 2012 г. была пересмотрена на основе уточненных данных. Это привело к незначительным пересчетам общего баланса углерода в минеральных почвах кормовых угодий.

В соответствии с решением 24/CP.19 Конференции Сторон РКИК ООН, выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от осушенных органических почв кормовых угодий должны быть представлены в секторе сельского хозяйства. В предыдущем кадастре эти выбросы были включены в отчетность сектора ЗИЗЛХ.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### **6.4.3.1.2 Неуправляемые постоянные луговые угодья (раздел 4.С.1 ОФД)**

Потоки парниковых газов от неуправляемых постоянных луговых угодий не выполнялись в связи с их естественным происхождением. Соответствующая таблица ОФД заполнена стандартным указателем «не применимо» (“NA”).



**6.4.3.2 Земли, преобразованные в управляемые сенокосы и пастбища (раздел 4.С.2 ОФД)****6.4.3.2.1 Пахотные земли, преобразованные в управляемые сенокосы и пастбища****6.4.3.2.1.1 Характеристика подкатегории**

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, мертвом органическом веществе и в почве.

Результаты оценки изменений запасов углерода в резервуаре биомассы и мертвого органического вещества приведены в таблице 6.60.

Таблица 6.60

*Накопление углерода в биомассе и мортмассе земель, переведенных из пахотных в управляемые кормовые угодья*

Годы	Площади переведенных земель с учетом периода конверсии 20 лет, тыс. га	Изменение запасов углерода биомассы, тыс. тонн С	Изменение запасов углерода мортмассы, тыс. тонн С
1990	1 167,6	417,7	345,6
1991	2 390,3	747,5	618,5
1992	4 271,2	1312,7	1086,1
1993	6 824,6	2118,2	1752,6
1994	9 279,3	2889,0	2390,3
1995	11 442,9	3555,2	2941,5
1996	13 259,1	4036,5	3339,8
1997	15 708,6	4742,3	3923,7
1998	19 680,0	5994,3	4959,6
1999	23 803,4	7295,1	6035,9
2000	26 056,4	7977,5	6600,5
2001	27 094,9	8175,7	6764,5
2002	28 265,2	8422,9	6969,0
2003	33 040,6	10420,5	8621,9
2004	34 075,5	10683,2	8839,2
2005	36 364,3	11394,0	9427,3
2006	32 816,2	11740,0	9713,6
2007	33 032,9	11817,5	9777,7
2008	30 085,1	10763,0	8905,2
2009	28 304,1	10125,8	8378,0
2010	29074,8	10401,5	8606,1
2011	27344,3	9782,4	8093,9
2012	26099,4	9337,1	7725,4
2013	23576,9	417,7	345,6

Результаты расчета накопления органического углерода почвами бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, приведены в таблице 6.61.

Таблица 6.61

Накопление углерода почвами земель, переведенных из пахотных в управляемые кормовые угодья

Годы	Площади переведенных земель, тыс. га	Среднее ежегодное поглощение, тонн С/га	Общее поглощение С, тыс. тонн
1990	1 167,6	0,10	112,5
1991	2 390,3	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	0,70	23 145,0
2008	30 085,1	0,65	19 654,5
2009	28 304,1	0,61	17 240,9
2010	30 242,4	0,57	17 176,1
2011	29 433,7	0,53	15 586,7
2012	29 768,8	0,49	14 698,4
2013	29 497,9	0,49	14 564,6

Выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> от органических почв пашен, переведенных в кормовые угодья, приведены в таблице 6.62.

Таблица 6.62

Выбросы углекислого газа и метана на территории органогенных почв бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, тыс. тонн

Годы	Площадь бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, тыс. га	Доля органо-генных почв в общей площади кормовых угодий, %	Площадь органо-генных почв бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, тыс. га/год	Выброс CO <sub>2</sub> , тыс. тонн С	Выброс CH <sub>4</sub> , тыс. тонн CH <sub>4</sub>
1990	1167,6	2,88	33,6	195,5	1,5
1991	2089,4	2,88	60,1	349,9	2,6
1992	3669,4	2,88	105,6	614,5	4,6
1993	5921,0	2,88	170,4	991,6	7,4
1994	8075,5	2,88	232,4	1352,5	10,1
1995	9937,6	2,88	286,0	1664,3	12,5

Продолжение таблицы 6.62

Годы	Площадь бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, тыс. га	Доля органо-генных почв в общей площади кормовых угодий, %	Площадь органо-генных почв бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, тыс. га/год	Выброс CO <sub>2</sub> , тыс. тонн С	Выброс CH <sub>4</sub> , тыс. тонн CH <sub>4</sub>
1996	11283,1	2,88	324,7	1889,7	14,2
1997	13255,9	2,88	381,5	2220,1	16,6
1998	16755,5	2,88	482,2	2806,2	21,0
1999	20391,5	2,88	586,8	3415,1	25,6
2000	22299,0	2,88	641,7	3734,6	28,0
2001	22853,0	2,88	657,6	3827,4	28,7
2002	23544,0	2,88	677,5	3943,1	29,6
2003	29128,0	2,88	838,2	4878,3	36,6
2004	29862,1	2,88	859,3	5001,3	37,5
2005	31849,1	2,88	916,5	5334,0	40,0
2006	32816,2	2,88	944,3	5496,0	41,2
2007	33032,9	2,87	949,2	5524,4	41,4
2008	30085,1	2,80	841,6	4898,1	36,7
2009	28304,1	2,77	782,9	4556,7	34,2
2010	30242,4	2,80	845,7	4922,0	36,9
2011	29433,7	2,75	810,8	4718,8	35,4
2012	29768,8	2,76	821,2	4779,2	35,8
2013	29497,9	2,74	809,5	4711,1	35,3

**6.4.3.2.1.2 Методология сбора данных и расчетов**

По данным государственной статистики (Сельское хозяйство в России, 1995; 1998; 2000; 2002; Российский статистический ежегодник, 2005-2013; Земельный фонд РФ, 2007-2013; Государственный (национальный) доклад..., 2014) оценена площадь земель, выведенных из сельскохозяйственного использования с 1990 по 2013г. включительно, которая составляет 29,7 млн. га (рис. 6.17). 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.

В 2008 и 2009 гг. впервые за период с 1990 года часть переведенных угодий была вновь распахана. В 2011 году распашке подверглось около 808 тыс. га земель переведенных в кормовые угодья. Еще меньшая площадь (266 тыс. га) были вновь распаханы в 2013 году. 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 4.В.2. Земли, переустроенные в пахотные земли, было бы некорректно. Оценка изменения запасов углерода на этих

землях включены в категорию постоянно обрабатываемые пахотные земли (раздел 4.B.1 ОФД).

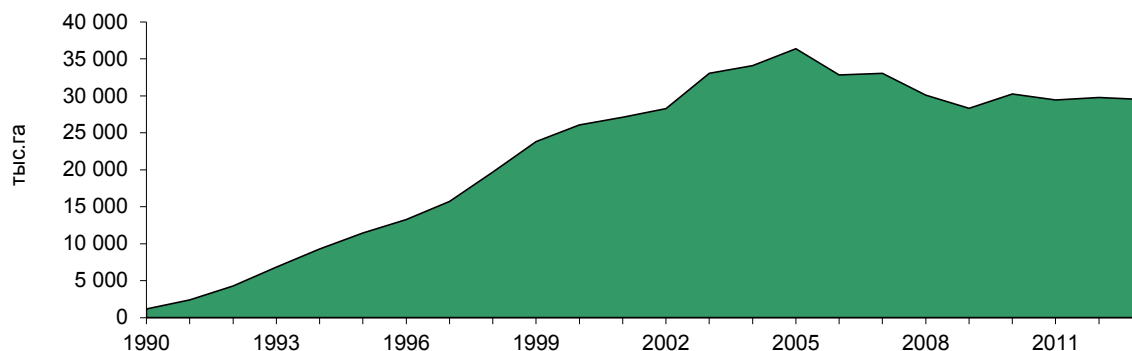


Рисунок 6.17 – Площади земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья, тыс. га

Изменения углерода в биомассе растений на пахотных землях, преобразованных в управляемые сенокосы и пастбища. В кадастре разработаны национальные коэффициенты и выполнена оценка изменения запаса углерода в биомассе пахотных земель, преобразованных в управляемые сенокосы и пастбища. Используемая методология соответствует Уровню 1 (Руководящие принципы..., 2006) и заключается в оценке разницы средних запасов биомассы надземной и подземной частей до и после конверсии. Период конверсии до достижения стационарного состояния резервуара углерода биомассы растений сенокосов и пастбищ принят равным 20 годам (Руководящие принципы..., 2006).

Запасы углерода в резервуаре биомассы до конверсии приняты равными нулю. Как правило, все пахотные земли, использованные в сельскохозяйственном производстве в предыдущем году, подвергаются вспашке осенью или весной для подготовки к следующему сезону. В случае оставления таких земель для естественного зарастания посев культурных растений в год конверсии не производится. Таким образом, биомасса на пахотных землях в первый год конверсии равна нулю.

Средние запасы углерода надземной и подземной биомассы кормовых угодий были определены по национальным данным экспериментального исследования запасов биомассы луговых ценозов в разных биоклиматических зонах России (Базилевич, 1993). В данной работе приводятся результаты исследования лугов бореальной зоны (16 ценозов) и суббореальной зоны (8 ценозов). Экспериментальные данные были усреднены по каждой из зон и определены их неопределенности (см. табл. 6.63). Для перевода количества сухого вещества биомассы в запасы углерода использован стандартный переводной коэффициент 0,45 (Левин, 1977).

Таблица 6.63

Средние запасы биомассы и мортмассы луговых ценозов РФ (по данным Базилевич, 1993)

Показатель	Бореальная зона	Суббореальная зона	Среднее
Запасы общей биомассы, тонн сух. в-ва/га	18,4	13,4	<b>15,9</b>
Запасы углерода биомассы, тонн С/га	8,28	6,03	<b>7,16</b>
Неопределенность запаса углерода биомассы, $\pm\sigma$ %	$\pm 64,6$	$\pm 54,4$	<b><math>\pm 43,8</math></b>
Запасы мортмассы, тонн сух. в-ва/га	11,2	18,4	<b>14,8</b>
Запасы углерода мортмассы, тонн С/га	4,48	7,36	<b>5,92</b>
Неопределенность запаса углерода мортмассы, $\pm\sigma$ %	$\pm 52,9$	$\pm 63,2$	<b><math>\pm 44,1</math></b>

Учитывая принятый период конверсии, полученные коэффициенты по запасам углерода до и после конверсии были разделены на 20. Таким образом, в среднем при преобразовании пахотных земель в земли кормовых угодий в резервуаре биомассы ежегодно накапливается 0,358 тонн С/га/год. Эта величина была использована в расчетах.

С учетом того, что площади переведенных земель из пахотных в кормовые угодья в категории 4.С.2 ОФД являются кумулятивными с 1990 года, для расчетов изменений запасов углерода в биомассе были определены площади не старше 20 лет после их перевода. Результаты расчета приведены в таблице 6.60 выше.

Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе на пахотных землях, преобразованных в управляемые сенокосы и пастбища. В кадастре разработаны национальные коэффициенты и выполнена оценка изменения запаса углерода в мортмассе пахотных земель, преобразованных в управляемые сенокосы и пастбища. Используемая методология соответствует Уровню 1 (Руководящие принципы..., 2006) и заключается в оценке разницы средних запасов надземной и подземной мортмассы до и после конверсии. Период конверсии до достижения стационарного состояния резервуара углерода мортмассы растений сенокосов и пастбищ принят равным 20 годам (Руководящие принципы..., 2006).

Запасы углерода в резервуаре мортмассы до конверсии (на пахотных землях) принятыми равными нулю. Конверсии подвергаются только площади, используемые ранее для выращивания однолетних культур, которые не приводят к формированию резервуара мортмассы.

Средние запасы углерода надземной и подземной мортмассы кормовых угодий были определены по национальным данным экспериментального исследования запасов мортмассы луговых ценозов в разных биоклиматических зонах России (Базилевич, 1993). В данной работе приводятся результаты исследования лугов бореальной зоны (16 ценозов) и суббореальной зоны (8 ценозов). Экспериментальные данные были усреднены по каждой из зон и определены их неопределенности (см. табл. 6.63). Для перевода количества сухого вещества мортмассы в запасы углерода использован стандартный переводной коэффициент 0,40 (стр. 6.40, глава 6, том 4 (Руководящие принципы..., 2006)).

Учитывая принятый период конверсии, полученные коэффициенты по запасам углерода мортмассы до и после конверсии были разделены на 20. Таким образом, в среднем при преобразовании пахотных земель в земли кормовых угодий в резервуаре мортмассы ежегодно накапливается 0,296 тонн С/га/год. Эта величина была использована в расчетах.

С учетом того, что площади переведенных земель из пахотных в кормовые угодья в категории 4.С.2 ОФД являются кумулятивными с 1990 года, для расчетов изменений запасов углерода в биомассе были определены площади не старше 20 лет после их перевода. Результаты расчета приведены в таблице 6.60 выше.

Ежегодное изменение запасов углерода в минеральных и органогенных почвах на пахотных землях, преобразованных в управляемые сенокосы и пастбища.

*Минеральные почвы.* Расчет ежегодного изменения запасов почвенного углерода на землях сенокосов и пастбищ проводился на основе балансовой оценки соединений углерода,

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.).

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.

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 ( $R^2 = 0,99$ ):

$$KK = 0,00008x^3 - 0,0057x^2 + 0,1397x + 0,4667, \quad (6.37)$$

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 пахотных землях Свердловской области и Ставропольского края верифицировано с экспериментальными данными. При моделировании продуктивности растительности в Московской и Свердловской областях (зоны смешанных и широколиственных лесов) получены сходные зависимости: в течение первых 5-6 лет зарастания происходит резкое нарастание продуктивности наземной биомассы, связанное с бурным развитием однолетних и корневищных растений, после 5-6-го года начинают формироваться сообщества длиннокорневищных и рыхлодерновинных злаков, и общая продуктивность трав снижается. В менее благоприятных условиях северной тайги (Мурманская область) и сухих степей (Ставропольский край) продуктивность растений нарастает практически линейно, постепенно достигая значений, характерных для луговых сообществ каждой зоны.

Для проведения расчета поглощения  $\text{CO}_2$  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 2000-2006г. объясняется увеличением срока зарастания, которое сопровождается уменьшением интенсивности нарастания запасов почвенного углерода и, соответственно, скорости поглощения атмосферного  $\text{CO}_2$  (рис. 6.18). 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. 6.19). 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, воз-

действующим 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 за период с 1990 по 2006 гг.

В настоящем кадастре выполнены пересчеты средних удельных коэффициентов накопления углерода на исследуемых землях для лет после 2006 года. Вместо средних величин за период с 2004 по 2006 гг., используемых ранее, в кадастре 2014 года применен регрессионный анализ зависимости сокращения ежегодного накопления углерода зарастающими землями после пика его аккумуляции (в среднем на 6<sup>ой</sup> год зарастания) (см. рис. 6.18). Нисходящая кривая, приведенная на рисунке 6.18, после 1996 года описывается следующим уравнением ( $R^2=0,695$ ):

$$C_{\text{акк}} = 1,623 \cdot \text{EXP}^{(-0,07 \cdot \text{число лет})}, \quad (6.38)$$

где:  $C_{\text{акк}}$  – аккумуляция углерода почв, тонн С/га/год;  
 число лет – порядковое число лет после прохождения пика аккумуляции углерода (в среднем 6<sup>ой</sup> год).

Таким образом, для лет 2007-2012 гг. расчеты ежегодного накопления углерода были выполнены в соответствии с уравнением 6.38. Результаты расчетов приведены в таблице 6.61 выше.

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 1991г.) также остаются в категории земель пахотных угодий, переведенных в кормовые угодья, а не рассматриваются с постоянными землями сенокосов и пастбищ.

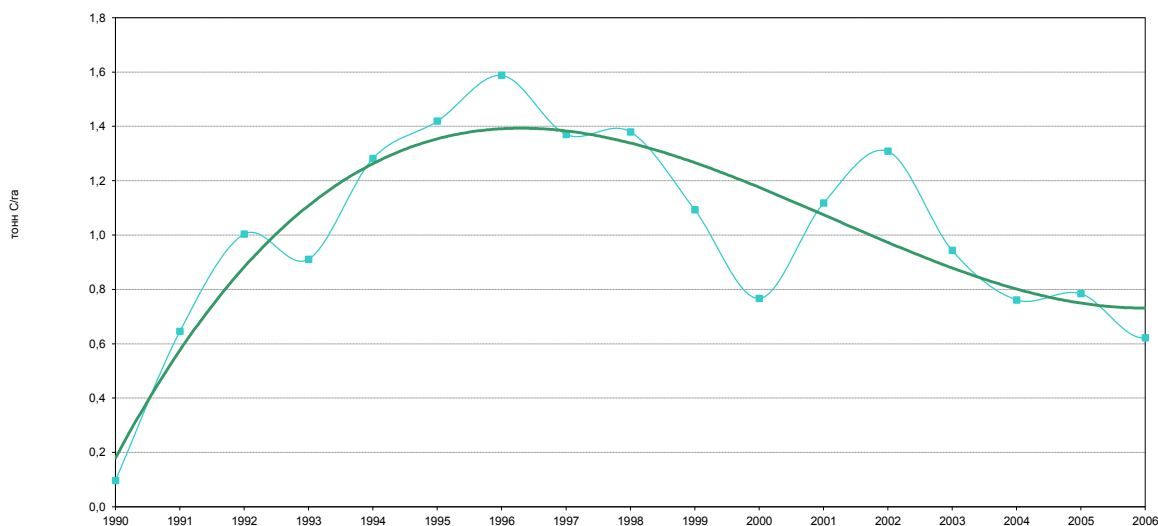


Рисунок 6.18 – Ежегодное поглощение углерода почвами земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья в течение периода 1990-2006, тонн С/га



**Органогенные почвы.** В соответствии с рекомендациями групп экспертов по проверке в настоящем кадастре впервые выполнена оценка выбросов  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  от органогенных почв бывших пахотных земель, переведенных в сенокосы и пастбища. Соответствующие выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от этих почв приведены в отчетности сектора Сельского хозяйства, категория 3D1.7.

Площади органических почв на этих землях рассчитаны на основе ежегодных долей органогенных почв в общей площади культивируемых земель (%), приведенных в таблице 5.20 (см. главу 5), и общих площадей переведенных земель.

В настоящем кадастре для оценки выброса  $\text{CO}_2$  от органогенных почв кормовых угодий впервые применяется методика в соответствии с уровнем 1 и коэффициенты по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetland supplement, 2014). Согласно рекомендациям, содержащимся в главе 2, раздел 2.2.1., выбросы  $\text{CO}_2$  от осушенных почв происходят непосредственно на территории осушения ( $\text{EF\_CO}_2\text{-on-site}$ ) и, дополнительно, при вымывании органического материала (растворенное органическое вещество) ( $\text{EF\_CO}_2\text{-DOC}$ ). Эти коэффициенты соответствуют:

- $\text{EF\_CO}_2\text{-on-site}$  (= 5,7 тонн  $\text{C/га/год}$ ) – табл. 2.1, раздел 2.2.1.1., стр. 2.9-2.11 для луговых ценозов бореальной зоны;
- $\text{EF\_CO}_2\text{-DOC}$  (= 0,12 тонн  $\text{C/га/год}$ ) – табл. 2.2, раздел 2.2.1.2., стр. 2.16 для бореальной зоны.

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 5,82 тонн  $\text{C/га/год}$ , который и был использован в расчетах. Результаты расчета площадей органических почв и потерь углерода с них приведены в таблице 6.62 выше.

В кадастре оценены также выбросы метана от осушенных органогенных почв кормовых угодий. При этом применены методика и рекомендуемые коэффициенты по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetland supplement, 2014).

Расчеты выброса  $\text{CH}_4$  проведены в соответствии с уравнением 2.6, стр. 2.18, глава 2 (Wetland supplement, 2014). Коэффициенты соответствуют:

- $\text{Frac\_ditch}$  (= 0,05) – табл. 2.4, раздел 2.2.2.1., стр. 2.25 для луговых ценозов глубокого и мелкого осушения бореальной/умеренной зон;
- $\text{EF\_land}$  (= 1,4  $\text{CH}_4$  кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1., стр. 2.21 для луговых ценозов бореальной зоны.

Предполагается, что 50% осушенных органогенных почв кормовых угодий находится в стадии мелкого осушения и 50% – глубокого осушения. Поэтому  $\text{EF\_ditch}$  была рассчитана как среднее между двумя коэффициентами по умолчанию:

- $\text{EF\_ditch}$  (= 1165  $\text{CH}_4$  кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1., стр. 2.21 для пахотных земель и глубоко осушенных луговых ценозов бореальной/умеренной зон;
- $\text{EF\_ditch}$  (= 527  $\text{CH}_4$  кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1., стр. 2.21 для мелко осушенных луговых ценозов бореальной/умеренной зон.

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 43,63  $\text{CH}_4$  кг/га/год, который и был использован в расчетах. Результаты расчетов приведены в таблице 6.62 выше.

**Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  при минерализации почвенного органического вещества.** Оценка выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  от почв при конверсии пахотных земель в земли кормовых угодий не производилась, т.к. при минерализации почвенного органического вещества (т.е. потерь) при данной конверсии не происходит.

***Сжигание биомассы на землях, преобразованных в сенокосы и пастбища.*** Учитывая, что статистические данные по площадям пожаров на лугах приводятся в целом по виду угодий, расчеты соответствующих выбросов приведены в разделе постоянных земель сенокосов и пастбищ (раздел 4.С.1 ОФД). Для лесных земель, преобразованных в сенокосы и пастбища в таблицах ОФД по контролируемому выжиганию использован стандартный указатель «не применимо» («NA»), а для природных пожаров – «не происходит» («NO»), т.к. такой вид конверсии (из лесных земель в кормовые угодья) в РФ в течение 1990-2013 не происходил.

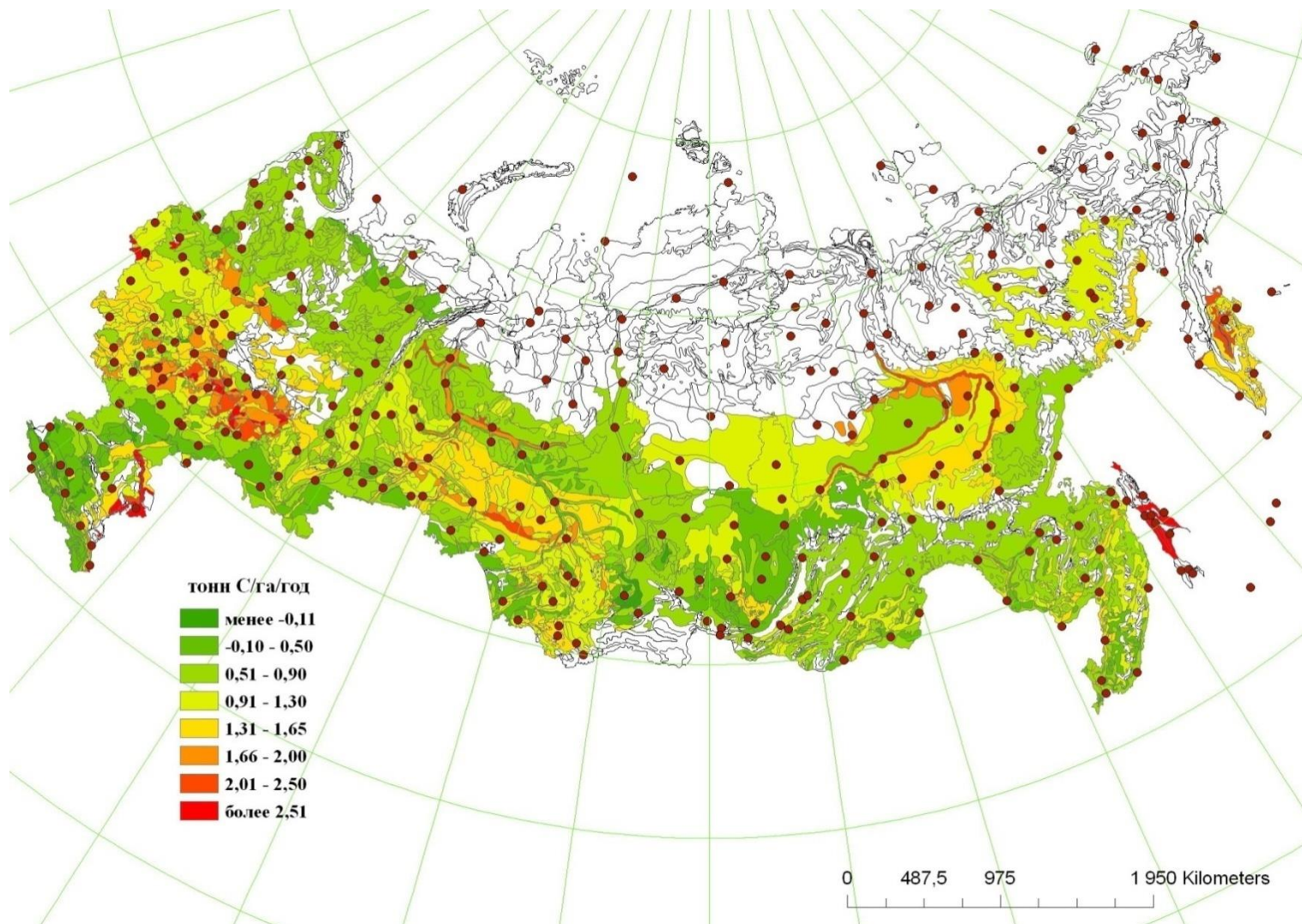


Рисунок 6.19 – Среднее изменение запасов органического углерода в почвах земель, переведенных из пахотные в кормовые угодья, за период после 2000г., тС/га в год (белый цвет соответствуют регионам, где нет пахотных земель; ● – сеть метеостанций)

## 6.4.3.2.1.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

Точность статистических исходных данных по площадям земель сельскохозяйственного назначения оценивается не более  $\pm 5\%$ .

В кадастре выполнена оценка изменения запасов углерода биомассы и мортмассы при конверсии пахотных земель в кормовые угодья. Для этого использованы средние запасы углерода биомассы и мортмассы из (Базилевич, 1993). Соответствующие коэффициенты и их неопределенность приведены в таблице 6.63. Площади переведенных пахотных земель в кормовые угодья получены на основе составленной матрицы конверсии земель. Поэтому неопределенность площадей принята равной в два раза больше, чем официальные статистические данные ( $\pm 10\%$ ). Объединенная неопределенность расчетов по данным категориям составляет  $\pm 44,39\%$  и  $\pm 44,63\%$  соответственно для резервуаров биомассы и мортмассы бывших пахотных угодий (в соответствии с уровнем 1 МГЭИК).

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 6.64. Ошибку суммы величин накопления углерода почвами залежных земель находили по формуле 6.39:

$$U_{\text{sum}} = \sqrt{(U_1 + X_1)^2 + (U_2 + X_2)^2 + \dots + (U_n + X_n)^2} / (X_1 + X_2 + \dots + X_n) \quad (6.39)$$

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 6.64, была принята равной ошибке определения общей величины накопления углерода в почвах этих земель в России. Таким образом, средняя ошибка оценки поглощения  $\text{CO}_2$  на землях, переведенных из пахотных в кормовые угодья, оценивается в пределах  $\pm 14,9\%$ , что свидетельствует о высокой точности проведенных расчетов.

Таблица 6.64

Оценка неопределенности оценки поглощения  $\text{CO}_2$  почвами земель, переведенных из пахотных в кормовые угодья (Романовская, 2008)

Область и тип почвы	Возраст залежи, годы	Среднее накопление С, тонн С/га в год		Ошибка расчетов,	
		Экспериментальные данные	Модельные расчеты	тонн С/га	%
Ленинградская обл., дерново-подзолистая супесчаная	19	0,52	0,62	0,10	+18,3
Владимирская обл., дерново-подзолистая супесчаная	12	1,17	1,66	0,49	+41,8
Красноярский край, чернозем обыкновенный	15	4,32	1,20	3,12	-72,2
Ростовская обл., чернозем обыкновенный	11	1,30	1,01	0,29	-22,3
	20	0,81	0,74	0,07	-8,8

Область и тип почвы	Возраст залежи, годы	Среднее накопление С, тонн С/га в год		Ошибка расчетов,	
		Экспериментальные данные	Модельные расчеты	тонн С/га	%
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	

Потери углерода на используемых органогенных почвах бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья, определены с помощью коэффициентов выбросов по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014). Также рассчитаны выбросы метана в соответствии с дополнительным руководством МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014). Неопределенность всех использованных параметров и коэффициентов приведена в соответствующих таблицах руководства: 2.1, 2.2, 2.3 и 2.5 из главы 2 (Wetlands supplement, 2014). Совокупная неопределенность расчетов по данным категориям в соответствии с уровнем 1 МГЭИК определена равной для выброса  $\text{CO}_2 \pm 49,23\%$  и для  $\text{CH}_4 \pm 69,70\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

#### 6.4.3.2.1.4 Обеспечение и контроль качества

В соответствии с рекомендациями групп экспертов по проверке кадастра, все планируемые и выполненные усовершенствования модели по оценке баланса углерода на почвах кормовых угодий докладываются и предварительно апробируются на научных конференциях и семинарах национального и международного характера, публикуются в рецензируемых изданиях. В частности, опубликованы статьи в рецензируемых изданиях (переводимых на английский язык) по оценке динамики углерода в почвах залежных земель (Романовская, 2006; Романовская и соавт., 2012).

#### 6.4.3.2.1.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования

В настоящем кадастре впервые выполнены оценки выбросов парниковых газов от осушенных органических почв бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья. Расчеты выполнены для всех лет периода с 1990 по 2013 годы.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### 6.4.3.2.2 Пахотные земли, преобразованные в неуправляемые луговые угодья

Часть пахотных угодий была переведена в неуправляемые луговые угодья в результате естественного зарастания брошенных пахотных земель. По состоянию на 2013 г. площадь таких земель составила 5720.687 тыс. га в сумме с 1990 г. Учитывая, что процесс зарастания происходит без прямого антропогенного вмешательства, изменения запасов углерода на этих

землях не оценивались и соответствующая таблица ОФД заполнена стандартным указателем «не применимо» («NA»).

#### 6.4.3.2.3 Другие земли, преобразованные в неуправляемые луговые угодья

##### 6.4.3.2.3.1 Характеристика подкатегории

Впервые в кадастре 2015 г. выполнены оценки изменений запасов углерода при конверсии других земель в луговые угодья в результате рекультивации. Несмотря на то, что земли переводятся в неуправляемые луговые угодья, данный вид конверсии не относится к природным явлениям и выполняется в результате прямого антропогенного воздействия, поэтому изменения запасов углерода были оценены и приведены в соответствующей таблице ОФД. Результаты оценки изменений запасов углерода представлены в таблице 6.65.

Таблица 6.65

*Площади других земель, переустроенных в луговые угодья, и изменения запасов углерода на них*

Годы	Площади других земель, переустроенных в луговые угодья, тыс. га		Почвенный органический углерод, тыс. тонн С в год			Углерод биомассы, тыс. т С в год	Углерод мертвого органического вещества, тыс. т С в год
	Кумулятивная оценка	Ежегодное изменение	Потери	Накопление	Баланс		
<b>1990-2009</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2010</b>	8,178	8,178	0,00	722,98	722,98	58,51	48,41
<b>2011</b>	55,435	47,257	0,00	4177,89	4177,89	338,12	279,76
<b>2012</b>	103,253	47,818	0,00	4227,49	4227,49	342,14	283,08
<b>2013</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

##### 6.4.3.2.3.2 Методология сбора данных и расчетов

Учитывая, что рекультивация нарушенных земель, как правило, проводится в течение одного года и выполняется путем насыпки привозного плодородного слоя почвы и посадки растений, нами принято допущение, что период конверсии равен одному году.

Изменения запасов углерода в биомассе растений других земель, переустроенных в неуправляемые луговые угодья

Используемая методология соответствует Уровню 1 (Руководящие принципы..., 2006) и заключается в оценке разницы средних запасов биомассы надземной и подземной частей до и после конверсии.

Запасы углерода в резервуаре биомассы до конверсии равны нулю. Запасы углерода в резервуаре биомассы после конверсии определены в соответствии с данными таблицы 6.63. Поэтому нами было рассчитано накопление биомассы при конверсии других земель в луговые угодья. Результаты приведены в таблице 6.65 выше.

Изменения запасов углерода в мертвом органическом веществе других земель, переустроенных в неуправляемые луговые угодья

Запасы углерода в резервуаре мортмассы после конверсии определены в соответствии с данными таблицы 6.63.

Учитывая, что до конверсии резервуар мертвого органического вещества на рассматриваемых землях отсутствует, нами рассчитано накопление углерода в данном резервуаре. Результаты приведены в таблице 6.65 выше.

Изменения запасов углерода в почвах других земель, переустроенных в неуправляемые луговые угодья

Оценки изменения запасов углерода в почвах других земель, переустроенных в луговые угодья, выполнено в соответствии с методикой Уровня 1 (Руководящие принципы..., 2006) по оценке разницы средних запасов углерода почв до и после конверсии.

Принято, что запасы углерода почв до конверсии были равны нулю, т.к. согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых гумусовый горизонт почв отсутствует (см. раздел 6.4.6.2.1). Другие земли не включают органогенные почвы.

Конечный запас углерода почв неуправляемых луговых угодий после конверсии был определен по данным литературы. Так по данным (Честных и соавт., 2004) на исследованных луговых угодьях РФ авторами были определены следующие запасы органического углерода почв в слое 0-30 см:  $93 \pm 9$  т С/га,  $119 \pm 14$ ,  $77 \pm 5$ ,  $108 \pm 10$  и  $156 \pm 23$  т С/га; в слое 0-50 см. эти запасы соответствовали:  $127 \pm 13$ ,  $173 \pm 28$ ,  $105 \pm 7$ ,  $139 \pm 14$  и  $205 \pm 33$  т С/га. В исследовании (Титлянова и Тесаржова, 1991) получены запасы почвенного углерода в слое 0-50 см: сухая степь 1 – 40,6 т С/га; сухая степь 2 – 53,2; настоящая степь 3 – 78,9; настоящая степь 4 – 36,5; луговая степь 5 – 134,6; луговая степь 6 – 136,9; остепненный луг 7 – 137,2; и мезофитный луг 8 – 190,1 т С/га. Используя среднее соотношение по запасам углерода в слоях 30 и 50 см верхнего горизонта почв, полученные по данным (Честных и соавт., 2004) (73,8%), можно рассчитать запасы органического углерода в слое 0-30 см, исследованных в (Титлянова и Тесаржова, 1991): 1 – 30,0; 2 – 39,3; 3 – 58,2; 4 – 27,0; 5 – 99,3; 6 – 101,0; 7 – 101,3 и 8 – 140,3 т С/га. На основании всех имеющихся данных было рассчитано среднее значение запасов углерода почв неуправляемых луговых угодий, которое равно  $88,4 \pm 40,5$  т С/га. Эта величина была использована в качестве начального запаса углерода почв до конверсии.

Период конверсии принят равным одному году. Результаты расчета приведены в таблице 6.65 выше.

Выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества. Оценка выбросов  $N_2O$  от почв при конверсии Других земель в земли луговых угодий не производилась, т.к. при минерализации почвенного органического вещества (т.е. потерь) при данной конверсии не происходит.

#### **6.4.3.2.3.3 Неопределенность и согласованность временных рядов**

В кадастре выполнена оценка изменения запасов углерода биомассы и мортмассы при конверсии других земель в луговые угодья. Для этого использованы средние запасы углерода биомассы и мортмассы из (Базилевич, 1993). Соответствующие коэффициенты и их неопределенность приведены в таблице 6.63. Площади переведенных пахотных земель в кормовые угодья получены на основе составленной матрицы конверсии земель. Поэтому неопределенность площадей принята равной в два раза больше, чем официальные статистические данные ( $\pm 10\%$ ). Объединенная неопределенность расчетов по данным категориям составляет  $\pm 44,39\%$  и  $\pm 44,63\%$  соответственно для резервуаров биомассы и мортмассы бывших пахотных угодий (в соответствии с уровнем 1 МГЭИК).

Учитывая, что точность площадей переведенных земель оценивается в пределах  $\pm 10\%$ , допущение о нулевом запасе углерода почв Других земель имеет неопределенность  $\pm 20\%$ , а средние запасы углерода луговых почв:  $\pm 45,82\%$  (по данным экспериментальных работ, использованных для усреднения – см. выше), объединенная неопределенность накопления углерода почв при конверсии других земель в луговые угодья рассчитана равной  $\pm 22,36\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

#### **6.4.3.2.3.4 Обеспечение и контроль качества**

К данной подкатегории применяются стандартные методы обеспечения и контроля качества национального кадастра.

**6.4.3.2.3.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

В настоящем кадастре впервые выполнены оценки изменений запасов углерода при конверсии других земель в луговые угодья в результате рекультивации. Расчеты выполнены для всех лет периода с 1990 по 2013 годы.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

**6.4.4 Водно-болотные угодья (раздел 4.D ОФД)****6.4.4.1 Управляемые земли водно-болотных угодий (раздел 4.D.1 ОФД)****6.4.4.1.1 Характеристика подкатегории**

В настоящем кадастре выполнены оценки выбросов углекислого газа, метана и закиси азота от **управляемых земель постоянных водно-болотных угодий** (выбросы парниковых газов при торфоразработках). Результаты расчетов приведены в таблице 6.66.

Таблица 6.66

*Площади управляемых водно-болотных земель (торфоразработки) 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	Выброс CH <sub>4</sub> , тыс. тонн
1990	316,6	924,47	0,095	10,41
1991	315,2	920,38	0,095	10,37
1992	313,8	916,30	0,094	10,32
1993	312,4	912,21	0,094	10,28
1994	311,0	908,12	0,093	10,23
1995	309,6	904,03	0,093	10,18
1996	308,2	899,94	0,092	10,14
1997	300,1	876,19	0,090	9,87
1998	276,5	807,43	0,083	9,10
1999	240,9	703,56	0,072	7,93
2000	261,0	762,21	0,078	8,59
2001	254,6	743,40	0,076	8,37
2002	246,5	719,74	0,074	8,11
2003	235,0	686,32	0,071	7,73
2004	228,3	666,50	0,068	7,51
2005	223,1	651,45	0,067	7,34
2006	222,2	648,90	0,067	7,31
2007	218,7	638,60	0,066	7,19
2008	215,2	628,29	0,065	7,08
2009	211,6	617,99	0,063	6,96
2010	208,1	607,69	0,062	6,85
2011	204,6	597,39	0,061	6,73
2012	201,1	587,09	0,060	6,61
2013	197,5	576,78	0,059	6,50

#### 6.4.4.1.2 Методология сбора данных и расчетов

**Выбросы CO<sub>2</sub>** приведены в таблицах ОФД в подкатегории «управляемые водно-болотные угодья» в водно-болотных землях, управляемыми водно-болотными землями (Wetlands remaining wetlands), в категории 4.D.1.1 Peat extraction.

Площади торфозаготовок 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). Согласно информации Росреестра, после 2008 года сбор показателей осуществляется в соответствии с постановлением Правительства РФ от 01.06.2009 № 457, в котором не предусмотрен сбор информации по площадям торфозаготовок. Поэтому отсутствующие данные за 1991-1995 гг. и за 1997г. получены методом интерполяции известных статистических данных. Площади за 2008-2013 гг. вычислены методом линейной экстраполяции.

Выброс CO<sub>2</sub> рассчитывается в соответствии с методом Уровня 1и коэффициентами, рекомендованными в дополнительном руководстве МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014).

Согласно рекомендациям, содержащимся в главе 2, раздел 2.2.1., выбросы CO<sub>2</sub> при торфозаготовках происходят непосредственно на территории осушения (EF\_CO<sub>2</sub>\_on-site) и, дополнительно, при вымывании органического материала (растворенное органическое вещество) (EF\_CO<sub>2</sub>\_DOC). Эти коэффициенты соответствуют:

- EF\_CO<sub>2</sub>\_on-site (= 2,8 тонн С/га/год) – табл. 2.1, раздел 2.2.1.1., стр. 2.9-2.11 для торфозаготовок в бореальной и умеренной зоне;
- EF\_CO<sub>2</sub>\_DOC (= 0,12 тонн С/га/год) – табл. 2.2, раздел 2.2.1.2., стр. 2.16 для бореальной зоны;

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 2,92 тонн С/га/год, который и был использован в расчетах. Результаты расчета площадей торфозаготовок и потерь углерода с них приведены в таблице 6.66.

**Выбросы N<sub>2</sub>O** при торфозаготовках представлены в таблице 6.66 и приведены в таблицах ОФД в подкатегории «Торфозаготовки» (“Peat extraction”) раздела «Выбросы и поглощение при осушении, обводнении и ином управлении» в подкатегории земель торфозаготовок («Peat extraction Land»), осушенные органические почвы (“Drained Organic Soils”). Использованы те же исходные данные по площадям торфозаготовок, как и при оценке выброса CO<sub>2</sub>.

Применены методика и рекомендуемые коэффициенты по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetland supplement, 2014) для оценки выброса закиси азота.

Расчет выброса закиси азота выполнен в соответствии с коэффициентом по умолчанию для торфозаготовок бореальной и умеренной зон 0,3 кг N-N<sub>2</sub>O/га/год, приведенном в таблице 2.5, раздел 2.2.2.2., стр. 2.28 -2.29 (Wetlands supplement, 2014). Результаты расчета приведены в таблице 6.66.

**Выбросы CH<sub>4</sub>** оценены в соответствии с уравнением 2.6, стр. 2.18, глава 2 (Wetland supplement, 2014). Использованы следующие коэффициенты:

- Frac\_ditch (= 0,05) – табл. 2.4, раздел 2.2.2.1., стр. 2.25 для торфозаготовок бореальной/умеренной зон;
- EF\_land (= 6,1 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1., стр. 2.21 для торфозаготовок бореальной/умеренной зон;
- EF\_ditch (= 542 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1., стр. 2.21 для торфозаготовок бореальной/умеренной зон.

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 32,895 CH<sub>4</sub> кг/га/год, который и был использован в расчетах. Результаты расчета выброса CH<sub>4</sub> от торфозаготовок приведены в таблице 6.66. Для отчетности в таблицах ОФД выбросы метана (как и закиси азота) от торфозаготовок приведены в подкатегории «Торфозаготовки» (“Peat extraction”) раздела «Выбросы и поглощение при осушении, обводнении и ином управлении» в категории земель торфозаготовок («Peat extraction Land»), осушенные органические почвы (“Drained Organic Soils”).



#### **6.4.4.1.3 Неопределенность и согласованность временных рядов**

В настоящем кадастре потери углерода, выбросы закиси азота и метана на управляемых водно-болотных угодьях при торфопоразработках определены с помощью коэффициентов выбросов по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014). Неопределенность всех использованных параметров и коэффициентов приведена в соответствующих таблицах руководства: 2.1, 2.2, 2.3 и 2.5 из главы 2 (Wetlands supplement, 2014). Площади торфопоразработок получены методом экстраполяции данных 2007 года, поэтому их неопределенность экспертно оценивается  $\pm 50\%$ . Совокупная неопределенность расчетов в соответствии с уровнем 1 МГЭИК определена равной для выброса  $\text{CO}_2$   $\pm 72,95\%$ , для  $\text{CH}_4$   $\pm 94,45\%$  и для  $\text{N}_2\text{O}$   $\pm 79,39\%$ . Таким образом, использование новых коэффициентов из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014) сократило неопределенность оценок выбросов  $\text{CO}_2$  в 3,5 раза, а для выброса  $\text{N}_2\text{O}$  – в 2 раза, по сравнению с данными кадастра 2013 года.

Общая неопределенность расчетов по категории управляемых водно-болотных угодий рассчитана равной  $\pm 67,9\%$  (в кадастре 2013 года  $\pm 157,31\%$ ).

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

#### **6.4.4.1.4 Обеспечение и контроль качества**

К данной подкатегории применяются стандартные методы обеспечения и контроля качества национального кадастра. Методика и результаты оценок по данной категории были доложены на международной научно-практической конференции в г. Томске в 2014 г. (Коротков, Романовская, 2014).

#### **6.4.4.1.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

Пересчетов в данной подкатегории в настоящем кадастре не выполнялось.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### **6.4.4.2 Постоянные водные объекты и земли, переведенные в них (раздел 4.D.1.2 и 4.D.2.2 ОФД)**

Учитывая, что запасы углерода на землях постоянных водных объектов не происходят, в соответствующих таблицах ОФД использован стандартный указатель «не происходит» (“NO”).

Площади земель, переведенных в водные объекты или выведенных из них, в настоящее время недоступны. Данные собираются. В настоящем кадастре соответствующие таблицы заполнены стандартным указателем «не оценивалось» («NE»).

#### **6.4.4.3 Неуправляемые постоянные водно-болотные угодья (раздел 4.D.1 ОФД)**

Оценки потоков 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”).

#### **6.4.4.4 Земли, переведенные в водно-болотные угодья (раздел 4.D.2 ОФД)**

Изменения запасов углерода при заболачивании брошенных пахотных земель, оставленных торфопоразработок 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”).

#### 6.4.4.5 Пожары на землях водно-болотных угодий (раздел 4.VOФД)

Выполнен анализ официальной статистической информации по пожарам на территории водно-болотных угодий в стране. Сопоставление доступных данных показало, что площади этих пожаров полностью включены в статистику торфяных и подземных пожаров в категории лесных земель (см. раздел 6.4.1). Поэтому в настоящем кадастре во избежание двойного учета соответствующие ячейки в таблице ОФД заполнены стандартным указателем «включено в другом месте» («IE»).

#### 6.4.5 Земли поселений (раздел 4.E ОФД)

##### 6.4.5.1 Земли поселений, остающиеся поселениями (раздел 4.E.1 ОФД)

##### 6.4.5.1.1 Характеристика подкатегории

Согласно проведенному анализу изменения запасов углерода на территории постоянных земель поселений происходят только в пуле биомассы городских насаждений (результаты приведены в таблице 6.67). Запасы углерода остальных пулов практически неизменны (см. ниже).

Таблица 6.67

Площади городских лесов и ежегодное поглощение углерода биомассой городских насаждений

Годы	Площадь, тыс. га	Поглощение C/CO <sub>2</sub> биомассой городских лесов	
		тыс. т C	тыс. т. CO <sub>2</sub>
1988	153,9	118,4	434,0
1989	239,7	172,7	633,1
1990	325,5	227,0	832,2
1991	411,2	281,2	1031,2
1992	497,0	335,5	1230,3
1993	582,8	389,8	1429,4
1994	668,6	444,1	1628,5
1995	754,4	498,4	1827,6
1996	840,1	552,7	2026,7
1997	925,9	607,0	2225,7
1998	1011,7	661,3	2424,8
1999	1012,7	677,1	2482,6
2000	1013,8	692,8	2540,4
2001	1014,8	708,6	2598,2
2002	1015,8	724,4	2656,0
2003	1016,9	740,1	2713,8
2004	1017,9	755,9	2771,6
2005	1018,9	771,7	2829,4
2006	1019,9	787,4	2887,2
2007	1021,0	803,2	2945,0
2008	1022,0	818,9	3002,8
2009	1022,0	818,9	3002,8
2010	1022,0	818,9	3002,8
2011	1022,0	818,9	3002,8
2012	1022,0	818,9	3002,8
2013	1022,0	818,9	3002,8

**6.4.5.1.2 Методология сбора данных и расчетов**

Изменения углерода в биомассе растений на постоянных землях поселений. Согласно собранной информации по особенностям строительства и управления землями поселений можно заключить, что изменений запасов углерода биомассы на постоянных землях поселений практически не происходит. 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 принимается, что изменения запасов углерода в живой биомассе постоянных земель поселений, расположенных под строениями, дорожными покрытиями, газонами и клумбами не происходит.

Исключения составляют входящие в состав населенных пунктов городские леса, оценки по которым приведены ниже. Данные оценки выполнены в кадастре 2014 года впервые. Исходными данными для расчетов послужили доступные данные по городским лесам, не входящим в лесной фонд, за 1988 и 1998 гг. (Лесной фонд СССР..., 1990; Лесной фонд России..., 1995), а также данные за 2008 г., предоставленные Рослесхозом (табл. 6.68).

Таблица 6.68

*Распределение площадей и запасов городских насаждений по преобладающим породам и группам возраста*

Порода	Группа возраста	1988 год		1998 год		2008 год	
		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>
Хвойные	молодняки 1 класса	8,2	0,3	25,1	0,9	25,3	1,6
	молодняки 2 класса	10,0	1,2	30,6	3,4	30,9	6,3
	средневозрастные	35,1	8,8	107,3	25,7	108,4	47,3
	приспевающие	7,6	2,0	23,2	5,9	23,5	10,8
	спелые	16,5	4,2	96,0	16,0	97,0	29,4
Твердолиственные	молодняки 1 класса	3,3	0,1	5,3	0,1	5,3	0,1
	молодняки 2 класса	3,9	0,3	6,2	0,2	6,3	0,4
	средневозрастные	20,1	2,3	32,1	1,9	32,4	3,4
	приспевающие	2,5	0,5	4,0	0,4	4,0	0,7
	спелые	3,1	0,5	5,0	0,4	5,0	0,7
Мягколиственные	молодняки 1 класса	1,0	0,0	17,4	0,0	17,6	0,0
	молодняки 2 класса	2,8	0,1	48,9	1,1	49,4	2,0
	средневозрастные	24,6	3,5	429,2	34,1	433,6	62,6
	приспевающие	4,3	0,8	75,0	8,0	75,8	14,7
	спелые	6,1	1,3	106,4	13,1	107,5	24,1
Прочие	молодняки 1 класса	1,0	0,0	—	—	—	—
	молодняки 2 класса	0,9	0,0	—	—	—	—
	средневозрастные	1,1	0,0	—	—	—	—
	приспевающие	0,3	0,0	—	—	—	—
	спелые	1,5	0,0	—	—	—	—
Всего		153,9	26,1	1011,7	111,0	1022,0	204,2

Для оценки изменения запасов углерода в биомассе городских лесов использована та же методика, что и для лесных земель (подробное описание методики приведено в разделе 6.4.1.1.2). Оценки изменения запасов углерода в биомассе городских лесов были вычислены для 1988, 1998 и 2008 гг.. В связи с отсутствием исходных данных по городским лесам, за периоды 1989-1997 гг. и 1999-2007 гг. была проведена интерполяция полученных данных, а за период 2009-2013 гг. – приняты оценки, полученные для 2008 г. Результаты расчетов представлены в таблице 6.67.

Ежегодное изменение запасов углерода в мертвом органическом веществе постоянных земель поселений. Анализ информации по способам управления зелеными зонами поселений показывает, что резервуар мертвого органического вещества на территории клумб, газонов, парков и городских лесов, как правило, отсутствует в виду систематической уборки опада, опада древесных растений и кошению травяного покрова. Таким образом, эта категория нами не оценивалась и в таблицах ОФД использованы стандартные указатели «NA» («не применимо»).

Ежегодное изменение запасов углерода в почвах постоянных земель поселений. Согласно собранной информации по особенностям строительства и управления землями поселений можно заключить, что изменений запасов углерода почв 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.

Таким образом, в настоящем кадастре принимается, что изменения запасов углерода в почвах постоянных земель поселений, расположенных под строениями, дорожными покрытиями, зелеными зонами, газонами и клумбами не происходит. В соответствующих таблицах ОФД использован стандартный указатель «не происходит» (“NO”).

#### **6.4.5.1.3 Неопределенность и согласованность временных рядов**

См. раздел 6.4.1.1.3. Неопределенность оценок изменений запасов углерода биомассы постоянных земель поселений соответствует точности расчетов по постоянным лесным землям ввиду использования аналогичных методов и параметров пересчета.

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованны.

#### **6.4.5.1.4 Обеспечение и контроль качества**

См. раздел 6.4.1.1.4. К данной подкатегории применяются стандартные методы обеспечения и контроля качества национального кадастра.

#### **6.4.5.1.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования**

Пересчетов в данной подкатегории в настоящем кадастре не выполнялось.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

### **6.4.5.2 Земли, переустроенные в поселения (раздел 4.Е.2 ОФД)**

#### **6.4.5.2.1 Лесные земли, переустроенные в поселения (раздел 4.Е.2 ОФД)**

##### **6.4.5.2.1.1 Характеристика подкатегории**

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 при строительстве объектов инфраструктуры (дорог, линий электропередач, трубопроводов), и таким образом соответствуют категории МГЭИК земли поселений.

Общие площади обезлесения сократились с 55,5 тыс. га в 1990г. до 19,4 тыс. га в 2013г. Результаты расчета потерь углерода при обезлесении показаны в таблице 6.69 и по регионам РФ за 2013 г. в табл. П.3.3.7 приложения 3.3. Начиная с 1990г. по 2013г. общая площадь обезлесения составила 679,7 тыс. га, а общий выброс углерода оценен в 211,0 млн. т  $\text{CO}_2$ , или в среднем 8,8 млн. т  $\text{CO}_2$  год<sup>-1</sup>.

Результаты оценки прямого и косвенного выброса закиси азота при минерализации почвенного органического вещества по лесных землях, переведенных в земли поселений, приведена в таблице 6.70.

Таблица 6.69

## Потери углерода при обезлесении в Российской Федерации

Пулы	Потери углерода при обезлесении по годам, тыс. т С год <sup>-1</sup>																							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Управляемые леса																								
Надземная биомасса	1465,2	1150,0	1092,6	1069,6	800,5	892,0	764,9	663,7	618,7	663,7	733,2	596,3	629,0	590,9	583,3	545,5	569,0	584,9	707,1	649,5	592,7	492,1	777,2	527,6
Подземная биомасса	400,6	317,0	303,7	299,7	223,9	249,1	213,2	184,7	171,8	184,3	191,6	154,0	165,6	153,5	150,2	143,7	147,3	150,5	181,5	170,2	149,6	128,9	196,9	139,5
Мертвая древесина	369,0	290,4	276,7	271,5	203,1	226,2	193,8	168,1	156,6	167,8	190,3	157,6	164,8	155,8	149,6	142,8	144,6	152,6	182,0	164,2	152,8	126,5	205,7	140,6
Подстилка	330,0	263,1	253,9	252,3	188,5	209,7	179,5	155,6	144,8	155,6	155,9	139,0	146,0	124,0	125,1	122,9	120,9	128,1	155,3	130,1	128,2	98,9	183,5	113,3
Почва с неполн*.	163,0	164,3	164,7	164,2	160,9	158,1	157,5	155,7	150,2	148,5	141,7	135,6	130,7	126,8	120,3	116,0	107,9	101,2	95,2	88,6	81,9	76,5	73,9	69,3
Почва с полн.	788,6	669,5	652,4	601,8	478,0	527,0	396,3	314,2	367,6	373,0	401,4	304,7	295,9	221,5	254,3	230,7	231,5	231,7	272,1	262,5	299,8	249,5	208,4	222,2
Управляемые кустарники																								
Надземная биомасса	16,6	13,7	13,7	14,1	10,7	12,1	10,6	9,3	8,8	9,4	1,6	0,9	1,3	0,8	1,2	0,9	1,7	1,6	1,7	3,1	3,8	0,5	2,1	1,1
Подземная биомасса	33,3	27,4	27,2	27,9	21,0	23,5	20,3	17,7	16,6	17,8	2,6	1,4	2,4	1,3	1,9	1,4	2,9	2,4	2,6	4,6	6,3	0,8	3,5	1,7
Мертвая древесина	10,8	8,8	8,8	8,9	6,8	7,6	6,6	5,8	5,4	5,8	0,9	0,5	0,8	0,4	0,7	0,5	1,0	0,8	0,9	1,6	2,2	0,3	1,2	0,6
Подстилка	9,5	8,1	8,3	8,8	6,7	7,6	6,7	5,9	5,6	6,0	0,9	0,6	1,0	0,5	0,8	0,7	1,1	1,0	1,0	2,2	1,6	0,3	1,3	0,8

Пулы	Потери углерода при обезлесении по годам, тыс. т С год <sup>-1</sup>																							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Почва с неполн.*	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7
Почва с полн.	82,5	74,6	77,0	75,3	60,5	67,5	51,4	41,2	48,8	49,3	7,6	4,7	10,3	4,7	6,5	3,9	6,1	6,4	5,8	9,7	10,2	2,8	6,0	5,6
<b>Неуправляемые леса</b>																								
Надземная биомасса	393,3	319,3	313,5	317,3	248,3	288,8	258,1	233,0	225,6	251,3	248,0	194,7	203,0	210,6	198,2	189,5	194,2	192,3	231,9	156,2	110,3	86,8	125,1	95,8
Подземная биомасса	107,5	88,0	87,1	88,9	69,5	80,6	71,9	64,8	62,7	69,8	65,8	51,6	54,3	55,7	52,2	51,0	51,6	50,8	60,7	45,2	30,4	24,1	32,5	27,0
Мертвая древесина	99,0	80,6	79,4	80,6	63,0	73,2	65,4	59,0	57,1	63,5	63,7	50,5	52,4	55,8	50,8	49,4	48,8	49,2	58,5	38,6	27,3	20,6	31,0	24,1
Подстилка	88,6	73,1	72,8	74,9	58,5	67,9	60,6	54,6	52,8	58,9	45,7	38,0	38,3	38,1	35,6	35,0	35,9	33,5	42,5	27,3	19,2	11,7	22,8	15,3
Почва с неполн.*	64,3	63,4	62,6	61,9	60,3	58,8	58,2	57,1	54,4	53,5	50,3	47,4	45,1	43,3	40,5	38,7	35,3	32,4	29,8	27,4	25,3	23,6	22,2	20,5
Почва с полн.	211,7	185,9	187,2	178,6	148,3	170,6	133,7	110,3	134,1	141,2	126,5	89,5	82,1	62,7	64,1	53,0	51,3	51,6	63,5	36,7	50,1	23,9	32,9	30,7
<b>Неуправляемые кустарники</b>																								
Надземная биомасса	6,8	5,6	5,6	5,7	4,4	5,0	4,4	3,9	3,7	4,0	0,7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	1,1	0,9	0,2	0,5	0,4
Подземная биомасса	13,6	11,2	11,1	11,2	8,5	9,6	8,4	7,4	7,0	7,5	1,3	0,6	0,7	0,4	0,6	0,7	1,0	0,9	0,9	1,6	1,4	0,3	0,9	0,5
Мертвая древесина	4,4	3,6	3,6	3,6	2,7	3,1	2,7	2,4	2,3	2,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,6	0,5	0,1	0,3	0,2

Продолжение таблицы 6.69

Пулы	Потери углерода при обезлесении по годам, тыс. т С год <sup>-1</sup>																							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Подстилка	3,9	3,3	3,4	3,5	2,7	3,1	2,8	2,5	2,4	2,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,8	0,5	0,1	0,3	0,3
Почва с неполн.*	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Почва с полн.	33,7	30,5	31,4	30,4	24,6	27,7	21,3	17,2	20,5	20,8	3,5	1,6	2,0	1,3	1,8	1,3	1,5	1,9	1,8	2,2	3,7	0,6	1,9	2,0
<b>Итого по всем землям, покрытым лесной растительностью</b>																								
Биомасса	2436,9	1932,3	1854,7	1834,4	1386,9	1560,8	1351,6	1184,5	1114,9	1207,7	1244,9	999,8	1056,7	1013,5	988,0	933,1	968,3	984,2	1187,0	1031,5	895,3	733,6	1138,8	793,6
Мертвая древесина	483,2	383,5	368,4	364,6	275,6	310,1	268,5	235,3	221,4	239,5	255,3	208,7	218,2	212,2	201,2	192,9	194,7	203,1	241,7	205,0	182,7	147,4	238,3	165,4
Подстилка	431,9	347,5	338,4	339,4	256,4	288,4	249,6	218,5	205,5	223,1	202,9	177,9	185,6	162,9	161,7	158,8	158,3	163,1	199,2	160,3	149,4	111,1	208,0	129,7
Почва с неполн.	230,1	230,5	230,2	229,1	224,2	220,0	218,8	216,0	207,7	205,2	195,0	185,9	178,5	172,8	163,3	157,0	145,4	135,6	126,8	117,6	108,8	101,4	97,3	90,8
Почва с полн.*	1116,6	960,4	948,0	886,0	711,4	792,9	602,6	482,9	570,9	584,4	539,0	400,5	390,3	290,2	326,8	288,9	290,4	291,7	343,3	311,0	363,9	276,9	249,2	260,5
Все пулы	4698,7	3854,2	3739,6	3653,6	2854,5	3172,3	2691,1	2337,1	2320,4	2459,8	2436,9	1972,8	2029,3	1851,5	1840,9	1730,6	1757,1	1777,5	2098,0	1825,5	1700,0	1370,4	1931,6	1440,1

\*включены потери углерода почвы при неполном его окислении в течение 20-летнего периода



Таблица 6.70

*Выбросы N<sub>2</sub>O при минерализации почвенного органического вещества на лесных землях, переустроенных в земли поселений, тыс. тонн N<sub>2</sub>O*

Годы	Прямой выброс	Косвенный выброс	Всего
1990	1,29	0,29	1,58
1991	1,13	0,26	1,39
1992	1,12	0,25	1,37
1993	1,05	0,24	1,29
1994	0,89	0,20	1,09
1995	0,96	0,22	1,17
1996	0,78	0,18	0,96
1997	0,67	0,15	0,82
1998	0,74	0,17	0,91
1999	0,75	0,17	0,92
2000	0,75	0,17	0,92
2001	0,60	0,14	0,74
2002	0,58	0,13	0,71
2003	0,48	0,11	0,58
2004	0,50	0,11	0,61
2005	0,46	0,10	0,56
2006	0,45	0,10	0,55
2007	0,44	0,10	0,54
2008	0,48	0,11	0,59
2009	0,43	0,10	0,53
2010	0,48	0,11	0,59
2011	0,39	0,09	0,48
2012	0,35	0,08	0,43
2013	0,36	0,08	0,44

#### 6.4.5.2.1.2 Методология

В связи с отсутствием специализированных статистических форм по обезлесению, по рекомендации международной группы экспертов по проверке национального доклада о кадастре (2010г.) были собраны статистические данные о строительстве объектов инфраструктуры (газопроводы магистральные и отводы от них, новые железнодорожные линии и вторые пути, взлетно-посадочные полосы, нефтепроводы магистральные, нефтепродуктопроводы магистральные региональные, автомобильные дороги с твердым покрытием, междугородние кабельные линии связи, радиорелейные линии связи, скважины нефтяные и газовые, линии электропередачи). Оценка площади обезлесения в 2000-2013 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>). Оценка площади обезлесения для периода с 1990г. по 1999г. была выполнена на основе статистических данных по Российской Федерации в целом (Народное хозяйство РСФСР..., 1976, 1981, 1986, 1991, 1993; Строительство в России, 2002). В таблице 6.71 приведены статистические данные по строительству объектов линейной инфраструктуры в 2013 г.

Таблица 6.71

Ввод в действие новых мощностей за счет строительства и реконструкции в 2013 г.

Субъект РФ	Газопроводы магистральные и отводы от них, км	Новые железнодорожные линии, км	Вторые пути, км	Взлетно-посадочные полосы с твердым покрытием, тыс м <sup>2</sup>	Нефтепроводы магистральные, км	Нефтепродукто-проводы магистральные региональные, км	Автомобильные дороги с твердым покрытием, км	Междугородние кабельные линии связи, км	Радiorелейные линии связи, км	Скважины нефтяные – всего, ед	Скважины газовые, ед	Линии электропередачи 35 кВ и выше, км	Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 6-20 кВ, км	Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 0,4 кВ, км
Белгородская область							83,2						506,8	694,4
Брянская область							37,2					44	148,7	93,4
Владимирская область							11,7					41,2	5,1	1,8
Воронежская область							40,9					6,8	78,6	485,3
Ивановская область							4,7							
Калужская область	5,9						6,1					11		
Костромская область							10,5					12		
Курская область		0,2					41,8	6,7				11,6	200,2	143,3
Липецкая область							4,7					25,3	206,4	370
Московская область		0,5	10,5				28,2	0,2				89,1	1972,7	2339,4
Орловская область					58,4	0,6	22,8					0,5	28,1	89,8
Рязанская область							7,8				2	5	39,9	80,7
Смоленская область							2,7	40,6				22	115	419
Тамбовская область						2,6	82						235,7	50,5
Тверская область												7,2	126,8	156,6
Тульская область							11,8					13,5		
Ярославская область					5,7		12,9					0,6	200,3	230,2
г. Москва												58,2		
Республика Карелия							95,5					34,3		
Республика Коми	155,9		0,7		95,5		99,3	407,6	21	36	3	27,7		
Архангельская область							12,9					8,8		
Ненецкий авт. округ					154		2,3			33		50,7		

Продолжение таблицы 6.71

Субъект РФ	Газопроводы магистральные и отводы от них, км	Новые железнодорожные линии, км	Вторые пути, км	Взлетно-посадочные полосы с твердым покрытием, тыс м <sup>2</sup>	Нефтепроводы магистральные, км	Нефтепродукто-проводы магистральные региональные, км	Автомобильные дороги с твердым покрытием, км	Междугородние кабельные линии связи, км	Радиорелейные линии связи, км	Скважины нефтяные – всего, ед	Скважины газовые, ед	Линии электропередачи 35 кВ и выше, км	Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 6-20 кВ, км	Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 0,4 кВ, км
Вологодская область			4,2				7,1							
Калининградская область										1		28,5		3,5
Ленинградская область	40,9						9							
Мурманская область							31,8					13,5		
Новгородская область	0,4													
Псковская область	2,4						14,2					0,7		
г. Санкт- Петербург							33,3					24,2		
Республика Адыгея							1,9							
Республика Калмыкия	36,5						2					167,5	24,2	2,1
Краснодарский край	1,3		13		30,7		15	0,2	11482,6	14		756	82,5	251,3
Астраханская область							8,3		1188,6	9				
Волгоградская область			18				31,3		1570	8			41,5	88,5
Ростовская область							60		7109,2			33,2	250,9	629,6
Республика Дагестан							33,2		2041,3			36,6	24,5	
Республика Ингушетия							43,4		298,8			20,9		
Кабардино-Балкарская республика							11,1		780,5					
Карачаево-Черкесская республика									726,7					
Республика Северная Осетия-Алания							12,4		1119,3					
Чеченская республика							213,2					20		
Ставропольский край	3,1						39		3826,1	6		22,7	24	22
Республика Башкортостан					267,6		62,7			26				
Республика Марий Эл							26,3						0,6	10,1
Республика Мордовия	42,5						127,8	20,4				14,4	70,4	61,9

Продолжение таблицы 6.71

Субъект РФ	Газопроводы магистральные и отводы от них, км	Новые железнодорожные линии, км	Вторые пути, км	Взлетно-посадочные полосы с твердым покрытием, тыс м <sup>2</sup>	Нефтепроводы магистральные, км	Нефтепродукто-проводы магистральные региональные, км	Автомобильные дороги с твердым покрытием, км	Междугородние кабельные линии связи, км	Радиорелейные линии связи, км	Скважины нефтяные – всего, ед	Скважины газовые, ед	Линии электропередачи 35 кВ и выше, км	Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 6-20 кВ, км	Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 0,4 кВ, км
Республика Татарстан				186,2	21		124,2			489		52,6	590,9	945,5
Удмуртская республика							42,4		88	52		3,9	21,7	138,4
Чувашская республика							42,2						19,8	53,4
Пермский край	25,7				20,5			84	194	166		22	126,8	269
Кировская область			0,1				28,7		167,1			14,9	3	45,7
Нижегородская область	166,2						37,4							
Оренбургская область	54,9						11,4			184	3	45,4		
Пензенская область	8,2			31,5	89	29,4	2					1,3	0,7	20,5
Самарская область	8				53	9,3	32,6		6,6	139		96,9	143,4	343,3
Саратовская область	91,1	1,4					8,3		8,9	4	3	63,5	125,6	16,2
Ульяновская область	111,1				32,3	0,2	10,3	113,7		15			7,7	
Курганская область							32,7		158			291,3		
Свердловская область	7						21,5					23,9		
Тюменская область										153				
Ханты-Мансийский авт.округ-Югра							195,2			3462	3	617		
Ямало-Ненецкий авт.окр.	141,4						77,8			238	86	26,3		
Челябинская область	18,3						77,7		224				0,2	0,4
Республика Алтай													15,4	4
Республика Бурятия							73,8					12		2,1
Республика Тыва									73			1,7		
Республика Хакасия							7,9							
Алтайский край			0,6				74,4		66,9			7	42,6	138,4
Забайкальский край							20,6		31			42,5		
Красноярский край	3,7						20,8			49	10	79		
Иркутская область		0,3					73,7			41		179,4	277,2	341,2

Продолжение таблицы 6.71

Субъект РФ	Газопроводы магистральные и отводы от них, км	Новые железнодорожные линии, км	Вторые пути, км	Взлетно-посадочные полосы с твердым покрытием, тыс м <sup>2</sup>	Нефтепроводы магистральные, км	Нефтепродукто-проводы магистральные региональные, км	Автомобильные дороги с твердым покрытием, км	Междугородние кабельные линии связи, км	Радiorелейные линии связи, км	Скважины нефтяные – всего, ед	Скважины газовые, ед	Линии электропередачи 35кВ и выше, км	Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 6-20 кВ, км	Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 0,4 кВ, км
Кемеровская область		24,5	4,4				30,7		51			57,6	14,7	
Новосибирская область	164,8	1,4					48,9		733				102,8	123,6
Омская область							20,5							
Томская область	4,2				21		36,8			202	4			
Республика Саха				96			175,6			133		376,6	3,8	192,4
Камчатский край							1,7							
Приморский край		1,1					1,6		1081,4			80,9		
Хабаровский край			4,3	97,4			26,8							
Амурская область							5,5					1,9		
Магаданская область							19,1					179,4		1,1
Сахалинская область	1,2						62,3			12	6	26,1		
Еврейская авт. область			0,1		4,6		22,8						5,5	1,5
Чукотский авт. округ														

Для оценки площади, отводимой под объекты инфраструктуры, были использованы существующие нормы отвода земель согласно строительным нормам и правилам, утвержденным в РФ (табл. 6.72). При этом рассматривали два варианта: полное изъятие почвенного покрова при отведении земель под твердое покрытие (насыпи, асфальтовое покрытие) и сохранение почвенного покрова под открытыми территориями.

Таблица 6.72

*Средние нормы отвода земель при строительстве объектов инфраструктуры в Российской Федерации*

Категории объектов	Ширина отвода, м		Ссылка
	с полным изъятием почвенного покрова	с сохранением почвенного покрова	
Газопроводы магистральные и отводы от них, км	32	0	СН 452-73
Новые железнодорожные линии, км	40,3	11,7	СНИП 32-01-95
Вторые пути, км	4	0	ОСН 3.02.01-97
Взлетно-посадочные полосы с твердым покрытием, тыс м2	0	1	
Нефтепроводы магистральные, км	32	0	СН 452-73
Нефтепродукто-проводы магистральные региональные, км	32	0	СН 452-73
Автомобильные дороги с твердым покрытием, км	33	17	СНиП 2.05.02-85
Междугородные кабельные линии связи, км	6	0	СН 461-74
Радиорелейные линии связи, км	0,02	0	СН 461-74
Скважины нефтяные – всего, ед	0	0,36	СН 459-74
Скважины газовые, ед	0	0,36	СН 459-74
Линии электропередачи напряжением 35кВ и выше, км	15	0	СН 465-74
Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 6-20 кВ, км	8	0	СН 465-74
Линии электропередачи для электрификации сельского хозяйства напряжением 0,4 кВ, км	8	0	СН 465-74

\* нормы отвода в га

В РФ при строительстве линейных объектов, как правило, производится отвод территории с учетом устройства боковых полос, на которых сохраняется почвенный покров и мохово-растительный слой. При этом древесная и кустарниковая растительность удаляется с боковых полос полностью в течение всего времени эксплуатации объекта.

При строительстве авто и железных дорог производится сооружение насыпей, на которых прокладываются железнодорожные пути и/или наносится асфальтобетонное покрытие. Согласно строительным нормам под основанием насыпи (с учетом откосных частей) выполняется полная выемка грунта или его консервация под телом насыпи. Эта территория учитывалась как площадь отвода с полным уничтожением почвенного покрова.

Для оценки площади обезлесения площади, отведенные под строительство объектов инфраструктуры, умножались на лесистость территории. Лесистость оценена для каждого региона по данным Рослесхоза и учитывает соотношение площади покрытых лесом земель к общей площади региона. В качестве примера, в таблице 6.73 приведены значения лесистости по регионам страны для некоторых лет периода 2000-2013. Для лет 1990-1999 использованы данные о лесистости территории в целом по стране, которая составляла 45,22% в 1990; 45,27% в 1995 и 45,32% в 1999 гг.

Таблица 6.73

*Лесистость территории по регионам Российской Федерации, %*

Субъект РФ	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Белгородская область	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
Брянская область	32,4	32,9	33,0	33,0	33,1	33,1
Владимирская область	50,4	51,0	51,6	50,7	51	51
Воронежская область	8,4	8,3	8,4	8,1	8,15	8,15
Ивановская область	45,6	46,9	47	46,6	46,65	46,65
Калужская область	44,6	44,8	45,4	45,3	45,6	45,6
Костромская область	73,5	74	74,1	74,2	74,25	74,25
Курская область	7,8	7,9	8,2	8,2	8,35	8,35
Липецкая область	8	7,6	7,6	7,2	7,2	7,2
Московская область	41	41	42,1	43,4	43,95	43,95
Орловская область	7,8	7,8	8,0	8,0	8,1	8,1
Рязанская область	25,4	25,3	25,3	24,8	24,8	24,8
Смоленская область	41,1	40,8	40,9	42,1	42,15	42,15
Тамбовская область	10,3	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4
Тверская область	53,7	53,8	54,6	55	55,4	55,4
Тульская область	13,5	13,8	13,9	14,3	14,35	14,35
Ярославская область	45,2	45,4	45,3	45,1	45,05	45,05
Республика Карелия	52	52,6	52,7	52,8	52,85	52,85
Республика Коми	72,1	72,4	72,6	72,7	72,8	72,8
Архангельская область	53,5	54,1	54,1	54	54	54
Вологодская область	69,4	69,9	69,9	69,5	69,5	69,5
Калининградская область	19,5	18,3	18,3	18,5	18,5	18,5
Ленинградская область	56	55,6	56,5	57,3	57,75	57,75
Мурманская область	36,3	36,9	37,2	37,3	37,45	37,45
Новгородская область	64,1	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4
Псковская область	38,1	38,3	38,2	38,6	38,55	38,55
Ненецкий автономный округ	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Республика Адыгея	36,4	37,3	36,7	36,7	36,4	36,4
Республика Дагестан	8,7	8,8	10,5	10,6	11,45	11,45
Республика Ингушетия	39,8	21,5	23,7	21,8	22,9	22,9
Кабардино-Балкарская республика	14,9	16,7	15,4	15,3	14,65	14,65
Республика Калмыкия	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Карачаево-Черкесская республика	30	30	30	29,9	29,9	29,9
Республика Северная Осетия-Алания	23,3	23,7	23,8	24,1	24,15	24,15
Чеченская республика	19,1	19,1	17,5	21,2	20,4	20,4

Субъект РФ	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Краснодарский край	20,2	20,4	20,2	20,2	20,1	20,1
Ставропольский край	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Астраханская область	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Волгоградская область	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
Ростовская область	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4
Республика Башкортостан	38,4	39,2	39,7	39,9	40,15	40,15
Республика Марий Эл	55,1	55,6	56	53,6	53,8	53,8
Республика Мордовия	26,5	27	27	26,6	26,6	26,6
Республика Татарстан	16,8	17,2	17,4	17,5	17,6	17,6
Удмуртская республика	45,8	46,4	46,7	46,7	46,85	46,85
Чувашская республика	31,3	32	32,3	32,2	32,35	32,35
Кировская область	62,8	63,5	63,4	63,5	63,45	63,45
Нижегородская область	47,3	48	47,7	46,6	46,45	46,45
Оренбургская область	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Пензенская область	21,3	21,4	21,2	19,8	19,7	19,7
Пермский край (в границах бывш. Пермской области)	66,5	69	69,3	71,4	71,55	71,55
Пермский край (Коми-Пермяцкий округ)	80,1	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8
Самарская область	12,6	12,7	12,7	12,8	12,8	12,8
Саратовская область	5,7	6	5,6	6,3	6,1	6,1
Ульяновская область	26,4	26,7	26,7	26,4	26,4	26,4
Курганская область	22,3	21,4	21,5	21,8	21,85	21,85
Свердловская область	66,9	67,5	68,6	68,5	69,05	69,05
Тюменская область	40,7	42,2	43,2	43,4	43,9	43,9
Челябинская область	28,5	29,2	29,4	29,4	29,5	29,5
Ханты-Мансийский автономный округ	52	53,7	53,5	54	53,9	53,9
Ямало-Ненецкий автономный округ	21,1	21,1	21,8	21,8	22,15	22,15
Республика Алтай	42,4	42,8	48,1	44,3	46,95	46,95
Республика Бурятия	63,4	63,6	63	63,7	63,4	63,4
Республика Тыва	48	47,7	49,7	49,8	50,8	50,8
Республика Хакасия	48	48,4	49,6	49,7	50,3	50,3
Алтайский край	21,3	21,7	21,8	22,6	22,65	22,65
Красноярский край	72,1	72,1	72,9	45,2	45,6	45,6
Красноярский край (Таймырский Долгано-Ненецкий округ)	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Красноярский край (Эвенкийский район)	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5
Иркутская область	80,4	82	83,9	83,1	84,05	84,05
Иркутская область (Усть-Ордынский Бурятский округ)	49,8	52	51,9	51,9	51,85	51,85
Кемеровская область	58,7	60,3	60,7	60,3	60,5	60,5
Новосибирская область	26,1	26,3	26,5	26,7	26,8	26,8
Омская область	31,7	32,3	32,3	32,4	32,4	32,4
Томская область	59,4	60,5	60,8	62,1	62,25	62,25
Забайкальский край (в границах бывш. Читинской обл.)	69,6	70,1	70,2	70,2	70,25	70,25
Забайкальский край (Агинский Бурятский округ)	32	27	32,2	32,2	34,8	34,8
Республика Саха (Якутия)	46,7	46,6	51,3	51,1	53,45	53,45



Продолжение таблицы 6.73

Субъект РФ	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Приморский край	76,1	76,1	76,9	78	78,4	78,4
Хабаровский край	68,2	66,2	66,5	66,4	66,55	66,55
Амурская область	63,9	64,4	64,9	65,3	65,55	65,55
Камчатский край (в границах бывш. Камчатской обл.)	56,4	56,7	57,7	42,7	43,2	43,2
Камчатский край (Корякский округ)	35,0	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6
Магаданская область	38,4	36,3	38	37,4	38,25	38,25
Сахалинская область	64,8	65,4	66,4	67,7	68,2	68,2
Еврейская автономная область	45,1	45,2	45,8	45,4	45,7	45,7
Чукотский автономный округ	7,1	6,9	18	6,800	12,35	12,35

Учитывая, что период конверсии пула углерода почвы принят равным по умолчанию 20 годам (Руководящие указания МГЭИК..., 2006), было необходимо оценить также площади обезлесения для периода 1971-1989 гг. Для этого использованы доступные ежегодные статистические данные Госкомстата СССР по протяженности автомобильных дорог с твердым покрытием, длине железнодорожных путей, протяженности магистральных нефтепроводов и протяженности газопроводов с 1970 по 1989 годы для территории РСФСР (Народное хозяйство РСФСР..., 1976; 1981; 1986; 1991). Разница в протяженности этих объектов инфраструктуры по сравнению с предыдущим годом позволила определить строительство новых объектов в км для каждого года в течение периода 1971-1989 гг. По нормам, приведенным в таблице 6.72, были определены площади отвода земель под их строительство.

Полученные данные за 1971-1989 гг. являются неполными и не включают информацию по строительству других видов линейных и нелинейных объектов инфраструктуры (нефтепродуктопроводы магистральные региональные, взлетно-посадочные полосы, междугородние кабельные линии связи, радиорелейные линии связи, скважины нефтяные и газовые, а также линии электропередач). Поэтому для полной оценки площадей обезлесения за данный период была выполнена коррекция имеющихся данных. Для этого были рассчитаны доли суммарного вклада отводимых земель под авто и железнодорожные дороги, газо- и нефтепроводы в общие величины площадей отвода (для вариантов с полной потерей органического вещества почв и его частичным окислением) за период с 2000 по 2012 годы (см. табл. 6.74). Средние доли составили 81,3 и 18,0% соответственно. Полученные величины были использованы для оценки суммарных площадей отвода земель под строительство объектов инфраструктуры в России в течение периода с 1971 по 1989 г. для обоих рассмотренных вариантов.

Расчет площадей сведения лесов при таком строительстве включает учет доли лесистости территории. Лесистость в России в 1971 г. принята равной величине 1960 года – 40,8 (Лесной фонд РСФСР, 1961), в 1983 г. составляла 44,9 (Лесной фонд СССР, 1986). Значения для 1972-1982 гг. и 1984-1989 гг. определены методом интерполяции известных данных.

По данным площадей отвода земель и доли лесистости вычислены площади обезлесения за 1971-1989 гг., которые приведены в таблице 6.75.

Согласно рекомендациям международной группы экспертов общая площадь обезлесения каждого региона (для 2000-2013 гг. (табл. 6.74)) или в целом по стране (для 1990-1999 гг.) 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 в соответствии с данными Приложения 3.3, таблицы ПЗ.3.1.

Площади управляемых и неуправляемых земель в 1971 и 1972 гг. определены по данным 1961 года (Лесной фонд РСФСР, 1962), с использованием метода интерполяции между 1961-1972 гг. В 1971 году площадь лесных земель составляла 758642,8 тыс. га, из которых резервных (т.е. неуправляемых) было 246795,7 тыс. га. Соответствующие площади для 1973, 1978, 1983 и 1988 гг. равны 760100,3 и 205683,0 тыс. га; 759129,9 и 229568,6 тыс. га; 765704,5 и 219093,5 тыс. га; 774137,4 и 218075,7 тыс. га (Лесной фонд СССР, 1976; 1982; 1986; 1990).

Значения в промежуточные годы определены методом интерполяции. Аналогично определяли площадь управляемых кустарников за период с 1971г. Их площади в 1973, 1978, 1983 и 1988 г. были равны 32500; 35100; 41100 и 47600 тыс. га соответственно (Лесной фонд СССР, 1976; 1982; 1986; 1990).

В таблицах 6.75 и 6.76 приведены результаты оценки площадей обезлесения в управляемых и неуправляемых лесах по территориям с преобладанием деревьев и доминированием кустарников для вариантов с полной потерей почвенного органического вещества и его частичным разрушением за периоды 1971-1989 и 1990-2013 годы.

Для расчета потерь углерода при обезлесении были использованы значения площадей, представленные в таблицах 6.75 и 6.76 (для 2000-2013 гг. расчеты выполняли по каждому региону РФ (табл. 6.74)), а также средние значения запасов углерода по пулам (табл. 6.77). Средние значения запасов углерода для регионов Российской Федерации получены делением запасов углерода по пулам, рассчитанным по формулам 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, на площадь покрытых лесной растительностью земель (табл. ПЗ.3.1 в приложении 3.3). Запасы углерода на 1 га оценивались отдельно для лесов и насаждений с доминированием кустарников. Средние величины в целом по стране представлены в таблице 6.77.

Согласно рекомендациям группы по проверке национального кадастра в 2010 году были приняты следующие допущения:

- 1) для всех площадей обезлесения принято полное окисление углерода в пулах биомассы, мертвой древесины, подстилки в год обезлесения;
- 2) для площадей, отводимых под устройство твердого покрытия (асфальт, насыпи), также принято полное окисление почвенного углерода в год обезлесения;
- 3) для площадей, отводимых под открытые территории, принято частичное окисление углерода в органическом веществе почв за период 20 лет;
- 4) окончательные оценки потери углерода в органическом веществе почв за 1990-2013 годы рассчитаны с учетом остаточной эмиссии от окисления органического вещества почв при обезлесении только на площадях, отводимых под открытые территории, начиная с 1971 года.

Величина частичной потери углерода почв рассчитана как разница начального запаса углерода в почвах лесов (см. табл. 6.77) и его конечного запаса, который определен по данным таблицы 6.25 и соответствует средним значениям запаса углерода почвы (т С га<sup>-1</sup>) для 0-й возрастной группы (временно не покрытые лесом земли) по преобладающим древесным породам. Ежегодные потери оценивали при делении полученной разницы на 20.

Таблица 6.74

Оценка площади обезлесения в 2000-2013 годах на основе региональных данных Росстата о строительстве объектов инфраструктуры с учетом лесистости субъектов Российской Федерации

Субъекты РФ	Площади обезлесения, га													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Белгородская область	42,69	80,81	89,76	35,85	37,42	45,80	70,56	100,24	113,42	47,49	98,54	119,20	171,82	118,42
Брянская область	216,86	158,25	116,08	80,80	53,69	16,44	71,91	31,59	88,17	57,17	13,74	350,15	313,28	147,30
Владимирская область	47,51	52,12	188,83	333,88	112,37	190,29	143,12	173,26	79,67	75,14	5,95	116,53	34,14	64,17
Воронежская область	67,49	68,77	30,60	56,14	81,52	61,57	19,45	12,04	48,89	23,56	34,72	46,46	31,93	54,26
Ивановская область	63,73	19,79	15,28	7,50	149,85	162,89	24,91	17,47	23,52	133,87	38,35	244,36	37,16	10,96
Калужская область	109,87	142,80	197,50	232,63	176,76	183,47	138,20	116,49	114,98	102,79	83,09	22,49	6,82	30,04
Костромская область	212,38	59,27	106,80	105,55	59,15	86,59	174,79	15,58	214,76	22,30	14,49	0,00	4,46	52,35
Курская область	9,61	23,43	22,96	23,90	20,90	29,92	25,55	40,79	35,07	27,02	14,26	36,54	29,93	42,27
Липецкая область	40,51	22,81	21,76	46,86	32,27	39,08	30,24	46,40	38,19	19,94	41,06	31,41	64,81	37,63
Московская область	284,23	180,53	313,85	114,30	245,83	429,60	228,27	510,26	429,19	129,66	32,90	47,44	1111,01	1678,25
Орловская область	25,00	21,48	8,46	7,75	10,25	6,09	7,35	6,81	16,28	3,68	18,41	30,77	8,86	32,23
Рязанская область	216,50	156,30	126,09	204,83	182,62	97,05	180,57	109,08	60,07	57,84	58,57	100,95	44,94	35,64
Смоленская область	79,86	62,07	153,53	81,53	65,32	45,00	51,02	191,93	226,34	55,15	63,25	471,65	159,06	209,93
Тамбовская область	72,10	76,05	93,73	98,92	62,73	26,95	21,09	39,78	56,46	15,17	29,95	17,50	27,32	67,32
Тверская область	340,76	243,55	291,67	656,91	440,19	594,44	339,81	65,32	161,16	304,12	177,13	489,61	159,71	131,59
Тульская область	67,96	46,53	56,10	39,19	12,29	9,41	55,32	15,62	23,59	52,50	49,24	61,80	23,65	11,37
Ярославская область	122,78	117,53	74,44	297,53	60,99	415,23	202,15	452,84	297,57	146,34	329,76	375,39	139,82	192,83
Республика Карелия	221,93	523,40	258,80	176,92	212,69	48,26	51,38	772,50	300,23	3,37	307,79	360,29	103,71	279,55
Республика Коми	1060,92	783,84	1648,59	295,84	249,53	321,59	751,34	299,73	805,94	332,63	363,10	128,70	2947,29	1166,13
Архангельская область	291,47	219,26	352,88	184,82	193,37	343,97	348,80	892,37	1019,99	82,82	430,72	624,65	571,92	41,96
Вологодская область	829,85	604,12	681,61	477,87	790,31	762,15	786,93	654,31	954,16	398,21	79,77	131,65	1582,24	25,80
Калининградская область	25,01	4,13	3,61	4,88	58,99	16,50	56,01	12,95	15,37	25,46	3,54	20,10	0,16	8,49
Ленинградская область	331,71	701,04	380,69	771,10	114,98	261,80	489,32	176,29	434,36	592,35	153,66	101,27	1003,35	218,69
Мурманская область	58,95	32,96	35,13	42,76	1,26	8,14	29,68	132,37	273,96	48,42	26,21	7,24	47,19	67,13
Новгородская область	223,86	269,00	64,28	528,98	101,19	89,05	175,51	190,52	174,81	179,77	142,25	454,87	16,20	0,82
Псковская область	128,62	17,92	87,42	236,75	159,86	98,56	15,46	189,71	39,49	57,22	59,08	10,05	14,91	30,74
Ненецкий автономный округ	0,03	0,72	3,82	1,72	0,46	0,53	2,41	3,48	13,87	0,84	2,12	9,04	8,25	6,51
Республика Адыгея	68,43	54,36	47,48	10,76	3,54	17,69	6,12	71,01	3,73	9,57	0,14	0,00	0,00	3,46
Республика Калмыкия	0,41	1,04	1,50	2,34	0,50	0,35	0,71	1,24	1,18	2,32	0,30	0,36	0,80	0,80
Краснодарский край	121,87	45,51	386,18	161,06	371,55	206,67	136,22	125,03	145,63	133,55	87,41	1317,31	288,17	365,51

Субъекты РФ	Площади обезлесения, га													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Астраханская область	8,34	5,38	6,59	1,17	5,01	8,93	3,36	1,90	4,47	2,01	2,72	1,94	2,17	1,23
Волгоградская область	104,68	21,70	24,04	35,09	27,57	57,82	28,78	35,13	39,95	27,33	33,25	7,55	12,94	13,00
Ростовская область	48,20	31,65	23,62	49,51	42,53	35,28	23,36	25,46	29,72	23,77	26,43	31,91	27,06	28,71
Республика Дагестан	71,39	22,94	34,78	36,30	31,89	26,61	16,94	25,25	40,76	53,87	49,59	37,85	69,17	32,21
Республика Ингушетия	322,58	67,33	33,25	0,00	108,76	2,76	118,66	270,19	32,71	0,00	5,68	6,44	9,25	58,24
Кабардино-Балкарская Республика	26,23	57,05	15,83	42,89	13,80	19,92	6,74	55,43	74,56	86,43	45,35	17,28	1,18	10,42
Карачаево-Черкесская Республика	11,90	9,20	28,04	14,71	17,21	82,54	1,61	9,32	49,54	1,21	13,43	22,24	14,17	4,35
Республика Северная Осетия – Алания	18,98	36,65	18,22	30,01	11,70	13,12	9,49	13,15	42,16	33,82	16,25	1,34	4,50	20,38
Чеченская Республика	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,23	0,00	68,25	30,28	0,00	223,58
Ставропольский край	11,02	4,67	13,78	5,30	17,16	11,93	5,98	5,00	8,40	8,79	25,23	12,46	3,43	5,32
Республика Башкортостан	2243,15	1092,69	811,02	743,24	668,62	712,27	804,95	713,09	794,16	263,68	175,46	194,09	219,10	473,44
Республика Марий Эл	127,88	104,67	111,35	142,44	156,61	57,57	79,05	92,72	108,55	39,04	11,11	30,55	84,19	75,35
Республика Мордовия	85,98	189,02	159,97	196,33	124,60	112,72	74,58	130,14	95,50	56,93	43,47	211,78	178,71	243,30
Республика Татарстан	230,90	131,18	225,18	133,01	168,53	206,39	198,49	289,14	358,65	257,33	284,61	304,15	280,43	385,59
Удмуртская Республика	398,51	366,54	386,86	308,00	143,23	84,81	110,87	196,00	94,03	195,77	119,04	330,69	298,75	171,66
Чувашская Республика	208,19	181,71	118,49	122,61	87,09	145,33	229,90	534,89	771,85	123,69	45,65	67,40	105,31	87,20
Кировская область	237,15	241,13	239,60	209,92	249,42	181,87	245,97	152,61	176,12	109,84	99,23	77,57	141,52	132,10
Нижегородская область	411,77	157,57	207,98	120,10	185,30	146,85	95,19	168,67	322,55	65,47	64,45	242,71	37,15	333,90
Оренбургская область	53,22	43,13	43,99	33,88	26,50	18,53	29,08	15,99	36,67	16,78	21,23	13,56	17,28	16,93
Пензенская область	493,73	430,28	333,97	366,89	442,28	309,11	125,30	132,78	142,22	72,65	25,97	27,07	56,04	86,12
Пермский край	769,98	771,55	1149,41	962,77	914,00	823,57	642,75	679,62	592,76	658,27	796,09	336,89	953,08	437,54
Самарская область	384,08	178,03	144,17	100,56	55,07	57,41	64,79	121,16	68,72	15,32	72,93	51,46	61,00	124,52
Саратовская область	69,21	32,89	52,51	50,17	36,97	58,61	36,97	46,10	25,43	19,35	37,54	15,88	22,24	33,65
Ульяновская область	28,01	34,12	26,82	21,92	30,47	43,13	61,75	43,29	0,34	18,41	0,29	4,23	41,21	155,97
Курганская область	75,02	55,52	62,47	49,41	153,64	36,05	79,03	65,29	65,49	135,35	30,76	61,69	35,53	131,89
Свердловская область	915,47	710,74	704,55	859,74	716,04	855,19	234,13	440,91	1011,37	576,28	141,62	358,23	166,04	114,45
Тюменская область	3081,04	2810,03	2103,98	2658,71	2052,25	2141,83	2150,14	1127,76	1332,18	2048,73	1989,19	1252,92	38,04	24,18
Челябинская область	245,64	212,24	171,28	213,44	186,64	91,83	172,36	230,16	256,60	64,18	31,81	55,81	102,34	133,35
Ханты-Мансийский авт. округ	1522,54	2159,37	1421,11	1378,43	1788,59	1934,55	1053,66	1127,21	1123,37	1100,30	1388,08	1278,96	1322,70	1697,26
Ямало-Ненецкий авт. округ	253,15	246,73	265,26	514,40	190,77	246,24	498,81	120,91	206,38	515,86	326,40	92,67	477,24	220,96

Продолжение таблицы 6.74

Субъекты РФ	Площади обезлесения, га													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Республика Алтай	67,59	29,31	29,32	69,90	30,94	46,31	94,08	45,22	6,47	27,51	13,17	3,51	0,60	7,29
Республика Бурятия	33,41	82,97	189,53	64,21	175,85	262,05	65,69	202,17	6,30	165,78	245,35	211,91	270,01	246,42
Республика Тыва	45,70	72,65	23,40	26,16	149,83	73,79	40,55	18,56	109,87	42,25	33,80	13,46	42,50	2,04
Республика Хакасия	45,39	20,28	22,66	41,32	110,93	84,91	69,02	33,57	87,07	17,61	5,53	8,81	133,89	19,87
Алтайский край	213,86	114,26	82,77	226,33	191,63	164,05	72,14	293,12	210,39	61,33	71,15	0,77	105,06	119,79
Забайкальский край	119,57	412,53	263,75	111,53	590,23	179,32	475,29	1044,63	913,63	1553,02	1101,02	12,95	22,02	117,58
Красноярский край	540,65	692,39	725,39	209,20	617,37	665,58	911,04	390,08	1595,33	696,88	374,51	1,16	455,42	116,54
Иркутская область	1236,01	646,13	673,42	987,17	860,62	598,69	744,27	1272,40	1496,89	2294,41	1563,11	331,21	1334,97	965,43
Кемеровская область	634,86	275,07	290,84	294,83	316,58	388,68	189,21	493,38	428,14	167,07	222,17	150,48	364,32	231,01
Новосибирская область	231,27	142,32	133,96	116,63	282,25	118,56	73,64	319,59	257,48	249,20	148,86	126,43	147,42	261,28
Омская область	105,22	141,24	196,00	324,66	168,17	217,84	219,44	207,19	269,64	13,30	67,77	12,08	43,87	33,21
Томская область	365,32	348,42	1335,77	697,68	601,62	342,22	435,77	90,02	366,56	481,13	246,14	170,21	770,66	210,90
Республика Саха (Якутия)	524,68	244,09	282,59	179,42	290,71	514,92	799,47	718,61	345,98	3328,57	1536,07	132,78	400,32	885,85
Камчатский край	152,79	46,45	58,13	4,69	14,18	85,08	0,00	52,54	1,90	0,00	2,02	0,00	0,00	3,67
Приморский край	313,54	209,21	287,83	142,84	447,78	117,09	119,58	270,35	598,77	309,79	54,83	0,66	432,31	122,85
Хабаровский край	796,11	376,31	250,75	187,86	302,27	90,11	1482,74	192,64	756,04	744,61	299,11	173,72	1000,29	96,80
Амурская область	188,85	283,35	333,39	229,62	653,98	135,14	826,91	350,67	650,60	944,31	467,22	198,41	1879,15	19,89
Магаданская область	105,04	36,44	444,95	101,51	67,39	62,88	94,45	77,45	8,91	114,04	9,71	0,28	55,21	139,80
Сахалинская область	275,97	66,95	72,45	129,04	80,26	113,75	255,44	102,73	230,78	244,80	3462,24	167,64	191,74	246,18
Еврейская автономная область	44,69	34,84	35,26	86,33	77,12	200,18	117,92	218,31	45,44	91,94	215,08	14,00	828,12	61,40
Чукотский автономный округ	0,00	0,00	0,74	3,62	0,04	0,02	0,10	0,47	18,52	1,05	0,00	0,00	8,71	0,00
<b>Итого</b>	23881,37	19470,31	20530,47	18955,39	18744,35	17599,03	18923,62	18729,97	22553,19	21279,33	18889,45	12635,86	22221,27	14517,52

Таблица 6.75

Площади обезлесения при частичной потере почвенного органического вещества по категориям земель, покрытых лесной растительностью, в 1971-1989 годах

Категории земель, покрытых лесной растительностью	Тип лесной растительности	Площади обезлесения при частичной потере почвенного органического вещества 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
Управляемые	леса	18,4	20,8	22,3	25,3	28,5	28,8	19,3	21,3	32,1	20,2	34,0	30,3	27,0	22,7	31,5	23,4	36,9	32,6	32,1
	кустарники	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
	всего	18,6	21,0	22,5	25,6	28,8	29,1	19,5	21,5	32,5	20,5	34,4	30,6	27,3	22,9	31,9	23,7	37,4	33,0	32,6
Неуправляемые	леса	10,2	10,1	9,5	9,4	10,9	11,4	7,9	8,9	14,0	8,7	14,3	12,5	11,0	9,1	12,5	9,3	14,6	12,8	12,6
	кустарники	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,7	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,9	0,8	0,8
	всего	10,5	10,5	9,9	9,8	11,4	11,9	8,2	9,3	14,6	9,1	15,0	13,2	11,6	9,6	13,3	9,8	15,5	13,6	13,4
Всего		29,2	31,4	32,4	35,4	40,2	41,0	27,8	30,8	47,1	29,6	49,4	43,8	38,9	32,5	45,1	33,5	52,8	46,7	46,0

Таблица 6.76

Площади обезлесения по категориям земель, покрытых лесной растительностью, в 1990-2013 годах

Категории земель, покрытых лесной растительностью	Тип лесной растительности	Потери почвенного органического вещества	Площади обезлесения по годам, тыс. га год <sup>-1</sup>															
			1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Управляемые	леса	полные	8,2	6,9	6,7	6,2	4,9	5,4	4,1	3,2	3,8	3,8	4,8	3,4	3,1	2,4	2,2	2,1
		частичные	32,5	24,9	23,5	23,3	17,1	19,1	16,9	15,0	13,1	14,4	14,8	11,6	12,6	12,7	12,1	11,3
	кустарники	полные	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
		частичные	2,2	1,8	1,8	2,0	1,5	1,6	1,5	1,3	1,2	1,3	1,3	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0
	всего	полные	8,8	7,4	7,2	6,7	5,3	5,9	4,4	3,5	4,1	4,2	5,3	3,7	3,4	2,6	2,4	2,3
		частичные	34,7	26,8	25,3	25,3	18,6	20,8	18,4	16,3	14,3	15,6	16,1	12,7	13,7	13,8	13,2	12,3
Неуправляемые	леса	полные	2,2	1,9	1,9	1,8	1,5	1,7	1,4	1,1	1,4	1,4	1,9	1,4	1,3	1,0	1,0	1,0
		частичные	8,7	6,9	6,7	6,9	5,3	6,2	5,7	5,3	4,8	5,4	5,8	4,7	5,3	5,4	5,3	5,0
	кустарники	полные	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		частичные	0,9	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
	всего	полные	2,4	2,1	2,1	2,0	1,7	1,9	1,5	1,2	1,5	1,6	2,1	1,5	1,4	1,1	1,1	1,0
		частичные	9,6	7,7	7,5	7,7	5,9	6,9	6,3	5,8	5,3	6,0	6,4	5,2	5,8	5,9	5,7	5,5
Всего			55,6	44,0	42,2	41,7	31,5	35,4	30,7	26,8	25,2	27,4	29,9	23,1	24,3	23,4	22,4	21,2

Таблица 6.77

Средние величины запасов углерода в различных пулах, используемые в расчетах потерь при обезлесении в Российской Федерации

Год	Начальный запас (до конверсии), С на 1 га, т С/га					Конечный запас (после конверсии)*, С на 1 га, т С/га
	Надз. биомасса	подз. биомасса	дебрис	подстилка	почва	почва при частичном окислении
<b>Покрытые лесом земли</b>						
<b>1990</b>	36,01	9,85	9,07	8,11	96,27	90,40
<b>1991</b>	36,09	9,95	9,11	8,26	96,71	90,81
<b>1992</b>	36,16	10,05	9,16	8,40	97,14	91,22
<b>1993</b>	36,24	10,16	9,20	8,55	97,58	91,63
<b>1994</b>	36,31	10,16	9,21	8,55	97,58	91,62
<b>1995</b>	36,38	10,16	9,22	8,55	97,57	91,62
<b>1996</b>	36,45	10,16	9,24	8,56	97,57	91,62
<b>1997</b>	36,51	10,16	9,25	8,56	97,57	91,61
<b>1998</b>	36,58	10,16	9,26	8,56	97,56	91,61
<b>1999</b>	36,51	10,14	9,23	8,56	97,49	91,54
<b>2000</b>	36,55	10,14	9,25	8,56	97,37	91,43
<b>2001</b>	36,54	10,13	9,24	8,56	97,33	91,39
<b>2002</b>	36,53	10,12	9,23	8,57	97,30	91,36
<b>2003</b>	36,58	10,13	9,23	8,61	97,36	91,42
<b>2004</b>	36,71	10,16	9,25	8,61	97,52	91,57
<b>2005</b>	36,80	10,18	9,28	8,60	97,54	91,59
<b>2006</b>	36,82	10,19	9,26	8,60	97,54	91,58
<b>2007</b>	36,89	10,20	9,28	8,61	97,60	91,64
<b>2008</b>	36,61	10,12	9,20	8,59	97,64	91,68
<b>2009</b>	37,00	9,73	9,31	8,39	96,39	90,50
<b>2010</b>	36,99	9,68	9,28	8,39	96,30	90,42
<b>2011</b>	36,85	9,63	9,25	8,39	96,34	90,46
<b>2012</b>	36,75	9,59	9,22	8,38	96,35	90,47
<b>2013</b>	36,75	9,59	9,21	8,38	96,36	90,48
<b>Земли, покрытые кустарниковой растительностью</b>						
<b>1990</b>	5,94	11,90	3,85	3,38	146,59	145,29
<b>1991</b>	5,86	11,68	3,77	3,44	146,32	145,02
<b>1992</b>	5,78	11,48	3,69	3,50	146,07	144,77
<b>1993</b>	5,71	11,28	3,62	3,55	145,82	144,52
<b>1994</b>	5,73	11,21	3,61	3,58	145,53	144,23
<b>1995</b>	5,75	11,14	3,60	3,61	145,24	143,94
<b>1996</b>	5,76	11,07	3,59	3,64	144,97	143,67
<b>1997</b>	5,78	11,00	3,58	3,67	144,70	143,40
<b>1998</b>	5,80	10,94	3,57	3,70	144,43	143,13
<b>1999</b>	5,80	10,94	3,57	3,70	144,43	143,13
<b>2000</b>	5,80	10,93	3,56	3,71	144,41	143,11



Год	Начальный запас (до конверсии), С на 1 га, т С/га					Конечный запас (после конверсии)*, С на 1 га, т С/га
	Надз. биомасса	подз. биомасса	дебрис	подстилка	почва	почва при частичном окислении
2001	5,72	10,72	3,49	3,71	144,28	142,98
2002	5,73	10,72	3,49	3,71	144,26	142,96
2003	5,79	10,79	3,52	3,71	144,25	142,95
2004	5,82	10,79	3,54	3,72	144,55	143,25
2005	5,94	10,90	3,59	3,73	144,59	143,29
2006	5,99	11,11	3,65	3,74	144,68	143,38
2007	5,96	11,02	3,62	3,74	144,66	143,36
2008	6,00	10,96	3,61	3,79	144,32	143,02
2009	5,90	10,67	3,58	3,85	144,40	143,10
2010	5,89	10,94	3,65	3,85	144,39	143,09
2011	5,12	8,68	2,94	4,00	143,52	142,22
2012	5,15	8,72	2,96	3,99	143,55	142,25
2013	5,19	8,85	3,00	3,95	142,95	141,65

\*Конечный запас углерода всех пулов, кроме почв при частичном окислении углерода, принят равным нулю.

Выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества на лесных землях, переведенных в земли поселений. Оценка выбросов  $N_2O$  от почв при конверсии лесных земель в земли поселений выполнялась в соответствии с уравнением 11.8, глава 11, том 4 (Руководящие принципы..., 2006). На основе данных баланса углерода в почвах лесных земель, переведенных в земли поселений (см. выше) и соотношения С/Н, принятым равным 15 по умолчанию (Руководящие принципы..., 2006) было рассчитано количество минерализованного азота  $F_{SOM}$  и оценены соответствующие прямые выбросы.

Коэффициент прямого выброса  $N_2O$  принят равным по умолчанию и составляет 0,01 кг  $N_2O$ -N/кг N в соответствии с таблицей 11.1, главы 11, тома 4 (Руководящие принципы..., 2006).

Для оценки соответствующего косвенного выброса закиси азота при вымывании минерализованного азота использована фракция вымывания по умолчанию (30%) и коэффициент косвенного выброса  $N_2O$  при вымывании соединений азота из почв по умолчанию (0,0075 кг  $N_2O$ -N/кг N) в соответствии с таблицей 11.3, главы 11, тома 4 (Руководящие принципы..., 2006).

Результаты расчета прямого и косвенного выброса  $N_2O$  при конверсии лесных земель в земли поселений приведены в таблице 6.70 выше.

В таблицах ОФД прямые выбросы  $N_2O$  от всех типов земель, переведенных в земли поселений, суммированы и приведены в подкатегории 4(III) Прямые выбросы  $N_2O$  от минерализации/иммобилизации азота (Direct  $N_2O$  emission from N mineralization/immobilization) раздела 4.Е.2. Косвенные выбросы  $N_2O$ , в сумме по всем типам земель приведены в категории ОФД 4(IV) Косвенные выбросы  $N_2O$  от управляемых земель.

#### 6.4.5.2.1.3 Неопределенность и последовательность временных рядов

Точность выполненного кадастра определяется точностью исходных данных и пересчетных коэффициентов. Оценка неопределенности расчетов лесных земель, переустроенных в земли поселений, выполнена на основе подхода 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 биомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы на 1 га. Неопределенность оценок запасов углерода

в пулах биомассы и мертвой древесины составила  $\pm 13\%$ , в пуле подстилки –  $\pm 22\%$ , в пуле почвы –  $\pm 21\%$  (Замолотчиков и др., 2013).

Неопределенность оценки прямого и косвенного выброса  $N_2O$  оценивалась в соответствии с диапазонами неопределенностей всех использованных по умолчанию параметров и коэффициентов расчета (см. таблицы 11.1 и 11.3 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006)). Объединенная неопределенность соответствует величине  $\pm 182,72\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

#### **6.4.5.2.1.4 Обеспечение и контроль качества**

В соответствии с рекомендациями групп экспертов по проверке кадастра, все планируемые и выполненные усовершенствования расчетов изменений запасов углерода на лесных землях, переведенных в земли поселений проходят соответствующее независимое рецензирование. В частности, результаты усовершенствований, выполненных в настоящем кадастре, были доложены в 2013 г. на Международной научно-практической конференции «Инновации и технологии в лесном хозяйстве – 2013», г. Санкт-Петербург, 21-23 мая 2013 г.; в 2014 г. – на IV Международной научно-практической конференции, 27-28 мая 2014 г., Санкт-Петербург; в 2015 г. соответствующие материалы были представлены на Международной конференции «Soil Interfaces For Sustainable Development», 5-10 июля 2015, Канада и Международной конференции “5th International Symposium on Soil Organic Matter 2015”, сентябрь 20 – 24, 2015, Германия.

#### **6.4.5.2.1.5 Перерасчеты и планируемые усовершенствования**

По сравнению с кадастром 2014 года в настоящем кадастре выполнены пересчеты площадей обезлесения в связи с уточнением норм отвода земель; распределением площадей на отводимые под твердое покрытие и открытые территории; уточнением оценки строительства объектов инфраструктуры, лесистости территории и площадей управляемых и неуправляемых лесов в 1971-1989 гг.; а также уточнением величины средних потерь углерода почв при его частичном окислении.

Категория выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества оценена в настоящем кадастре впервые.

В ответ на рекомендацию группы экспертов по проверке кадастра в 2013 году продолжается работа по сбору и анализу доступных региональных данных по изменению запасов углерода почв лесных земель, переведенных в земли поселений и соответствующему уточнению выполненных оценок. Дальнейшее усовершенствование существующих методологий расчетов, уточнение пересчетных коэффициентов и исходных данных по деятельности при расчете изменений запасов углерода при обезлесении будет выполняться в соответствии с получением необходимой статистической информации и новых научных данных в данной области исследований.

#### **6.4.5.2.2 Пахотные земли, переустроенные в поселения (раздел 4.Е.2 ОФД)**

##### **6.4.5.2.2.1 Характеристика подкатегории**

В кадастре выполнены оценки изменения запасов углерода при переводе пахотных земель в земли поселений. Результаты приведены в таблице 6.78.

Прямые и косвенные выбросы закиси азота при минерализации почвенного органического вещества на землях пахотных угодий, переведенных в земли поселений, приведены в таблице 6.79.

Таблица 6.78

Площади пахотных земель, переустроенных в земли поселений и изменения запасов углерода на них

Годы	Площади пахотных угодий, переустроенных в земли поселений, тыс. га		Почвенный органический углерод, тыс. тонн С в год			Углерод биомассы, тыс. тонн С в год
	Кумулятивная оценка	Ежегодное изменение	Потери	Накопление	Баланс	
1990	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00
1991	197,43	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
1992	394,86	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
1993	592,29	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
1994	789,72	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
1995	987,15	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
1996	1184,58	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
1997	1382,01	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
1998	1579,44	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
1999	1776,87	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2000	1974,30	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2001	2171,73	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2002	2369,16	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2003	2566,59	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2004	2764,02	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2005	2961,45	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2006	3158,88	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2007	3356,31	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2008	3553,74	197,43	4874,82	1759,30	-3115,52	167,67
2009	3860,75	307,01	7580,53	2735,78	-4844,75	260,73
2010	3860,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2011	3663,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2012	3465,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2013	3268,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 6.79

Выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества на пахотных землях, переустроенных в земли поселений

Годы	Прямой выброс	Косвенный выброс	Всего
1990	0,00	0,00	0,00
1991	7,66	1,72	9,38
1992	7,66	1,72	9,38
1993	7,66	1,72	9,38
1994	7,66	1,72	9,38
1995	7,66	1,72	9,38
1996	7,66	1,72	9,38

<b>1997</b>	7,66	1,72	9,38
<b>1998</b>	7,66	1,72	9,38
<b>1999</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2000</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2001</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2002</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2003</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2004</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2005</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2006</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2007</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2008</b>	7,66	1,72	9,38
<b>2009</b>	11,91	2,68	14,59
<b>2010</b>	0,00	0,00	0,00
<b>2011</b>	0,00	0,00	0,00
<b>2012</b>	0,00	0,00	0,00
<b>2013</b>	0,00	0,00	0,00

#### 6.4.5.2.2 Методология сбора данных и расчетов

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. Таким образом, 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. При этом 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 – 2013 гг. перевода земель из пахотных в поселения не производилось. Результаты оценки площадей переведенных угодий приведены в таблице 6.80.

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.

##### Изменения запасов углерода в биомассе растений на пахотных землях, переустроенных в земли поселений.

Для резервуара углерода живой биомассы было принято, что перевод бывших пахотных земель выполняется в земли под застройками, строениями, дорогами, зелеными зонами. Для консервативной оценки принято, что формирование городских лесов на переведенных территориях не производится.

Используемая методология соответствует Уровню 1 (Руководящие принципы..., 2006) и заключается в оценке разницы средних запасов биомассы надземной и подземной частей до и после конверсии. Период конверсии принят равным 1 году, т.к. в течение первого года конверсии формируется окончательное покрытие данной территории: строительство и «запечатка» грунта или формирование зеленой зоны, покрытие газоном и высадка культурных растений (см. ниже).

Запасы углерода в резервуаре биомассы до конверсии принятыми равными нулю. Принято, что перевод земель выполняется на пахотных угодьях, используемых под однолетними культурами, таким образом, начальные запасы углерода биомассы равны нулю.

Запасы углерода в резервуаре биомассы после конверсии рассчитаны по среднему соотношению «закрытых» и открытых территорий на землях поселений (см. раздел ниже). Для запечатанных территорий конечный запас углерода биомассы принят равным нулю. Для открытых территорий конечный запас углерода биомассы определен по данным среднего запаса углерода газонной травы (многолетние сеянные травы), включая надземную и подземную биомассу. При этом, в надземной биомассе рассматривается только стерня, т.к. газоны постоянно подвергаются кошению. Используя регрессионные зависимости по оценке количества биомассы от урожайности (Левин, 1977) рассчитали средние запасы стерни и корней.

Средняя урожайность многолетних трав определена по статистическим данным (многолетние посевные травы на сено, ц/га) за период 1990-2013 (Росстат, [www.gks.ru](http://www.gks.ru)). Эта величина соответствует 16,8 ц/га. Соответственно, используя уравнения таблицы 5.18 и содержание углерода 0,45, определены средние запасы углерода в корнях и стерне – 10,962 и 4,203 ц С/га соответственно. Суммарные запасы равны 1,5165 тонн С/га.

Учитывая среднее соотношение закрытых и открытых зон на землях поселений (44% и 56% соответственно – см. ниже), определен средний коэффициент запаса углерода биомассы на землях поселений 0,8492 тонн С/га. Это значение было использовано в расчетах. Результаты приведены в таблице 6.78 выше.

Изменения запасов углерода в мертвом органическом веществе пахотных земель, переустроенных в земли поселений. Учитывая, что до и после конверсии резервуар мертвого органического вещества на рассматриваемых землях отсутствует (см. разделы 6.4.2.1.2 и 6.4.5.1.2) в соответствующих ячейках таблиц ОФД использован стандартный указатель «не применимо» («NA»).

Изменения запасов углерода в почвах пахотных земель, переустроенных в земли поселений. Для резервуара почвенного органического углерода были выполнены соответствующие оценки. Соотношение городских и сельских населенных пунктов в России в среднем составляет 40,6%:59,4%. 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 6.4.3.2.1), 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 (0-25см) 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 урбо-дерново-подзолистые 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 6.40 – 6.42).

$$C_{balance} = C_{accum} - C_{losses}, \text{ где} \quad (6.40)$$

$$C_{accum} = Annual\ Area \cdot 0,56 \cdot (71,67-55,65); \quad (6.41)$$

$$C_{losses} = AnnualArea \cdot 0,44 \cdot 55,65. \quad (6.42)$$

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 6.78 выше.

Выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества на пахотных землях, переведенных в земли поселений. Оценка выбросов  $N_2O$  от почв при конверсии пахотных земель в земли поселений выполнялась в соответствии с уравнением 11.8 (Руководящие принципы..., 2006). На основе данных баланса углерода в почвах пахотных земель, переве-

денных в земли поселений (см. выше) и соотношения C/N, принятым равным 10 по умолчанию (Руководящие принципы..., 2006) было рассчитано количество минерализованного азота  $F_{SOM}$  и оценены соответствующие прямые выбросы.

Коэффициент прямого выброса  $N_2O$  принят равным по умолчанию и составляет 0,01 кг  $N_2O$ -N/кг N в соответствии с таблицей 11.1 (Руководящие принципы..., 2006).

Для оценки соответствующего косвенного выброса закиси азота при вымывании минерализованного азота использована фракция вымывания по умолчанию (30%) и коэффициент косвенного выброса  $N_2O$  при вымывании соединений азота из почв по умолчанию (0,0075 кг  $N_2O$ -N/кг N) в соответствии с таблицей 11.3 (Руководящие принципы..., 2006).

Результаты расчета прямого и косвенного выброса  $N_2O$  при конверсии пахотных земель в земли поселений приведены в таблице 6.79 выше.

В таблицах ОФД выбросы  $N_2O$  от всех типов земель, переведенных в земли поселений, суммированы и приведены в подкатегории 4(III) Прямые выбросы  $N_2O$  от минерализации/иммобилизации азота (Direct  $N_2O$  emission from N mineralization/immobilization) раздела 4.Е.2. Косвенные выбросы  $N_2O$ , в сумме по всем типам земель приведены в категории ОФД 4(IV) Косвенные выбросы  $N_2O$  от управляемых земель.

#### **6.4.5.2.2.3 Неопределенность и последовательность временных рядов**

Оценка неопределенности расчетов изменений запасов углерода 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 6.4.5.2.2.2), 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»  $\pm 11,99\%$ .

Для определения средних запасов углерода биомассы земель поселений применены регрессионные уравнения Левина, неопределенность оценки по которым равна  $\pm 10\%$  (см. главу 5 настоящего доклада). Совокупная неопределенность среднего коэффициента по запасам углерода биомассы рассчитана по уровню 1 МГЭИК  $\pm 24,04\%$ .

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 2009 г., т.к. в 2010 – 2013 гг. перевода земель не происходило, которая равна  $\pm 143,55\%$ .

Неопределенность оценки прямого и косвенного выброса  $N_2O$  оценивалась в соответствии с диапазонами неопределенностей всех использованных по умолчанию параметров и коэффициентов расчета (см. таблицы 11.1 и 11.3 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006)). Объединенная неопределенность соответствует величине  $\pm 182,72\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

#### **6.4.5.2.2.4 Обеспечение и контроль качества**

К данной подкатегории применяются стандартные методы обеспечения и контроля качества национального кадастра. Методика и результаты оценок выбросов и поглощения пар-

никовых газов по данной категории были доложены на VI Всероссийской научной конференции с международным участием «Гуминовые вещества в биосфере» (Романовская, 2014).

#### 6.4.5.2.2.5 Перерасчеты и планируемые усовершенствования

В результате проведения процедур контроля качества матрицы земель была обнаружена неточность в площади переведенных пахотных земель в земли поселений в 2009 г. В настоящем кадастре эта ошибка исправлена, что привело к пересчетам изменений запасов углерода за 2009 год.

Категория выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества оценена в настоящем кадастре впервые.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### 6.4.5.2.3 Другие земли, переустроенные в поселения (раздел 4.Е.2 ОФД)

##### 6.4.5.2.3.1 Характеристика подкатегории

В кадастре выполнены оценки изменения запасов углерода при переводе других земель в земли поселений. Результаты приведены в таблице 6.80.

Таблица 6.80

Площади других земель, переустроенных в земли поселений и изменения запасов углерода на них

Годы	Площади других земель, переустроенных в земли поселений, тыс. га		Почвенный органический углерод, тыс. тонн С в год			Углерод биомассы, тыс. тонн С в год
	Кумулятивная оценка	Ежегодное изменение	Потери	Накопление	Баланс	
<b>1990-2009</b>	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00
<b>2010</b>	138,517	138,517	0,0	5523,23	5523,23	117,63
<b>2011</b>	138,517	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00
<b>2012</b>	158,131	19,614	0,0	782,09	782,09	16,66
<b>2013</b>	186,368	28,237	0,0	1125,92	1125,92	23,98

##### 6.4.5.2.3.2 Методология сбора данных и расчетов

Изменения запасов углерода в биомассе растений на других землях, переустроенных в земли поселений. Для резервуара углерода живой биомассы было принято, что перевод земель категории «Другие земли» выполняется в земли под застройками, строениями, дорогами, зелеными зонами. Для консервативной оценки принято, что формирование городских лесов на переведенных территориях не производится.

Используемая методология соответствует Уровню 1 (Руководящие принципы..., 2006) и заключается в оценке разницы средних запасов биомассы надземной и подземной частей до и после конверсии. Период конверсии принят равным 1 году, т.к. в течение первого года конверсии формируется покрытие данной территории: строительство и «запечатка» грунта или формирование зеленой зоны, покрытие газоном и высадка культурных растений (см. раздел 6.4.5.2.2.2).



Запасы углерода в резервуаре биомассы до конверсии принятыми равными нулю. Согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых растительность отсутствует.

Запасы углерода в резервуаре биомассы после конверсии рассчитаны по среднему соотношению «закрытых» и открытых территорий на землях поселений (см. раздел 6.4.5.2.2.2). Для запечатанных территорий конечный запас углерода биомассы принят равным нулю. Для открытых территорий конечный запас углерода биомассы определен по данным среднего запаса углерода газонной травы (многолетние сеянные травы), включая надземную и подземную биомассу. При этом, в надземной биомассе рассматривается только стерня, т.к. газоны постоянно подвергаются кошению. Используя регрессионные зависимости по оценке количества биомассы от урожайности (Левин, 1977) рассчитали средние запасы стерни и корней.

Средняя урожайность многолетних трав определена по статистическим данным (многолетние посевные травы на сено, ц/га) за период 1990-2013 (Росстат, [www.gks.ru](http://www.gks.ru)). Эта величина соответствует 16,8 ц/га. Соответственно, используя уравнения таблицы 6.15 и содержание углерода 0,45, определены средние запасы углерода в корнях и стерне – 10,962 и 4,203 ц С/га соответственно. Суммарные запасы равны 1,5165 тонн С/га.

Учитывая среднее соотношение закрытых и открытых зон на землях поселений (44% и 56% соответственно – см. раздел 6.4.5.2.2.2 выше), определен средний коэффициент запаса углерода биомассы на землях поселений 0,8492 тонн С/га. Это значение было использовано в расчетах. Результаты приведены в таблице 6.80.

Изменения запасов углерода в мертвом органическом веществе других земель, переустроенных в земли поселений. Учитывая, что до и после конверсии резервуар мертвого органического вещества на рассматриваемых землях отсутствует (см. разделы 6.2.6.2.1.2 и 6.2.5.1.2) в соответствующих ячейках таблиц ОФД использован стандартный указатель «не применимо» («NA»).

Изменения запасов углерода в почвах других земель, переустроенных в земли поселений. Оценки изменения запасов углерода в почвах других земель, переустроенных в земли поселений, выполнено в соответствии с методикой и коэффициентами, разработанными для категории пахотных земель, переустроенных в земли поселений (см. раздел 6.4.5.2.2.2). Принято, что запасы углерода почв до конверсии были равны нулю, т.к. согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых гумусовый горизонт почв отсутствует.

Конечный запас углерода почв поселений после конверсии оценивается по соотношению закрытых зон поселений (с нулевым запасом углерода в почвах) и открытых зон (средний запас углерода почв равен 71,67 тонн С/га для слоя 0-25 см): 44% и 56%, соответственно.

Период конверсии принят равным одному году (см. раздел 6.4.5.2.2.2).

Результаты расчета приведены в таблице 6.80.

Выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества на Других землях, переведенных в земли поселений. Оценка выбросов  $N_2O$  от почв при конверсии Других земель в земли поселений не производилась, т.к. минерализации почвенного органического вещества (т.е. потерь) при данной конверсии не происходит.

#### **6.4.5.2.3.3 Неопределенность и последовательность временных рядов**

В кадастре выполнена оценка неопределенности при оценке изменений запасов углерода биомассы и почвы при конверсии других земель в земли поселений. Для этого использованы полученные ранее параметры по среднему запасу углерода биомассы поселений с неопределенностью  $\pm 24,04\%$  и среднего запаса углерода почв поселений с неопределенностью  $\pm 41,54\%$  (см. раздел 6.4.5.2.2.3 выше). В соответствии с уровнем 1 МГЭИК объединенная неопределенность оценки по резервуару биомассы составляет  $\pm 26,04\%$  и по резервуару почв  $\pm 47,99\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

#### 6.4.5.2.3.4 Обеспечение и контроль качества

К данной подкатегории применяются стандартные методы обеспечения и контроля качества национального кадастра. Методика и результаты оценок выбросов и поглощения парниковых газов по данной категории были доложены на VI Всероссийской научной конференции с международным участием «Гуминовые вещества в биосфере» (Романовская, 2014).

#### 6.4.5.2.3.5 Перерасчеты и планируемые усовершенствования

В результате проведения процедур контроля качества матрицы земель была обнаружена неточность в площади переведенных других земель в земли поселений в 2010 – 2012 гг. В настоящем кадастре эти ошибки исправлены, что привело к соответствующим пересчетам изменений запасов углерода за 2010-2012 годы.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### 6.4.5.3 Сжигание биомассы на землях поселений (раздел 4.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 происходит» («NO»).

#### 6.4.6 Другие земли (раздел 4.F ОФД)

##### 6.4.6.1 Другие земли, остающиеся другими землями (раздел 4.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.

##### 6.4.6.2 Земли, преобразованные в категорию другие земли (раздел 4.F.2 ОФД)

###### 6.4.6.2.1 Пахотные земли, преобразованные в категорию другие земли

###### 6.4.6.2.1.1 Характеристика подкатегории

В кадастре выполнены оценки изменения запасов углерода при переводе пахотных земель в категорию другие земли. Результаты приведены в таблице 6.81.

Прямые и косвенные выбросы закиси азота при минерализации почвенного органического вещества на землях пахотных угодий, переведенных в другие земли, приведены в таблице 6.82.

Таблица 6.81

Площади пахотных земель, переустроенных в другие земли и изменения запасов углерода на них

Годы	Площади пахотных земель, переустроенных в другие земли, тыс. га		Почвенный органический углерод, тыс. тонн С в год		
	Кумулятивная оценка	Ежегодное изменение	Потери	Накопление	Баланс
<b>1990</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1991</b>	91,393	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>1992</b>	182,787	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>1993</b>	274,180	91,393	5086,445	0,0	-5086,44

Продолжение таблицы 6.81

<b>1994</b>	365,573	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>1995</b>	456,967	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>1996</b>	548,360	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>1997</b>	639,754	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>1998</b>	731,147	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>1999</b>	822,540	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2000</b>	913,934	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2001</b>	1005,327	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2002</b>	1096,720	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2003</b>	1188,114	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2004</b>	1279,507	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2005</b>	1370,901	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2006</b>	1462,294	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2007</b>	1553,687	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2008</b>	1645,081	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2009</b>	1736,474	91,393	5086,445	0,0	-5086,44
<b>2010</b>	1736,474	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>2011</b>	1736,474	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>2012</b>	1736,474	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>2013</b>	1736,474	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 6.82

Выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества на пахотных землях, переустроенных в другие земли

Годы	Прямой выброс	Косвенный выброс	Всего
<b>1990</b>	0,00	0,00	0,00
<b>1991</b>	7,99	1,80	9,79
<b>1992</b>	7,99	1,80	9,79
<b>1993</b>	7,99	1,80	9,79
<b>1994</b>	7,99	1,80	9,79
<b>1995</b>	7,99	1,80	9,79
<b>1996</b>	7,99	1,80	9,79
<b>1997</b>	7,99	1,80	9,79
<b>1998</b>	7,99	1,80	9,79
<b>1999</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2000</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2001</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2002</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2003</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2004</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2005</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2006</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2007</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2008</b>	7,99	1,80	9,79

<b>2009</b>	7,99	1,80	9,79
<b>2010</b>	0,00	0,00	0,00
<b>2011</b>	0,00	0,00	0,00
<b>2012</b>	0,00	0,00	0,00
<b>2013</b>	0,00	0,00	0,00

#### 6.4.6.2.1.2 Методология сбора данных и расчетов

Изменения запасов углерода в биомассе пахотных земель, переустроенных в другие земли. Запасы углерода в резервуаре биомассы до конверсии принятыми равными нулю. Принято, что перевод земель выполняется на пахотных угодьях, используемых под однолетними культурами, таким образом, начальные запасы углерода биомассы равны нулю. Запасы углерода в резервуаре биомассы после конверсии также принятыми равными нулю. Согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых растительность отсутствует.

Учитывая, что до и после конверсии резервуар углерода биомассы на рассматриваемых землях отсутствует в соответствующих ячейках таблиц ОФД использован стандартный указатель «не применимо» («NA»).

Изменения запасов углерода в мертвом органическом веществе пахотных земель, переустроенных в другие земли. Как указано в разделе 6.2.2.1.2, исследование методов ведения хозяйства на пахотных землях в Российской Федерации подтверждает допущение о невозможности формирования многолетнего пула мертвого органического вещества: на посевных площадях однолетних культур мертвое органическое вещество не накапливается вследствие ежегодной вспашки; на площадях под многолетними культурами проводится ежегодная обработка, включая сбор опада, вспашку междурядий и рыхление почвы. Очевидно, что перевод земель выполняется на пахотных угодьях, используемых под однолетними культурами, таким образом, начальные запасы углерода мертвого органического вещества равны нулю.

После конверсии запасы углерода в мертвом органическом веществе также равны нулю: согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых растительность отсутствует.

Учитывая, что до и после конверсии резервуар мертвого органического вещества на рассматриваемых землях отсутствует в соответствующих ячейках таблиц ОФД использован стандартный указатель «не применимо» («NA»).

Изменения запасов углерода в почвах пахотных земель, переустроенных в другие земли. Оценки изменения запасов углерода в почвах пахотных земель, переустроенных в другие земли, выполнено в соответствии с методикой и коэффициентами, разработанными для категории пахотных земель, переустроенных в земли поселений (см. раздел 6.2.5.2.2.3).

Запасы углерода почв до конверсии были определены по данным 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 (0-25см) соответствует величине 55,65 тонн С/га. Эта величина была использована в качестве начального состояния почв перед конверсией.

Конечный запас углерода почв других земель после конверсии оценивается равным нулю, т.к. согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых гумусовый горизонт почв отсутствует. Бывшие пахотные угодья переводятся в другие земли в случае сильной деградации или нарушений почвенного покрова.

Период конверсии принят равным одному году. Результаты расчета приведены в таблице 6.81.

Выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества на пахотных землях, преобразованных в другие земли. Оценка выбросов  $N_2O$  от почв при конверсии пахотных земель в другие земли выполнялась в соответствии с уравнением 11.8 (Руководящие прин-

ципы..., 2006). На основе данных баланса углерода в почвах пахотных земель, переведенных в другие земли (см. выше) и соотношения C/N, принятым равным 10 по умолчанию (Руководящие принципы..., 2006) было рассчитано количество минерализованного азота  $F_{SOM}$  и оценены соответствующие прямые выбросы.

Коэффициент прямого выброса  $N_2O$  принят равным по умолчанию и составляет 0,01 кг  $N_2O-N/kg N$  в соответствии с таблицей 11.1 (Руководящие принципы..., 2006).

Для оценки соответствующего косвенного выброса закиси азота при вымывании минерализованного азота использована фракция вымывания по умолчанию (30%) и коэффициент косвенного выброса  $N_2O$  при вымывании соединений азота из почв по умолчанию (0,0075 кг  $N_2O-N/kg N$ ) в соответствии с таблицей 11.3 (Руководящие принципы..., 2006).

Результаты расчета прямого и косвенного выброса  $N_2O$  при конверсии пахотных земель в другие земли приведены в таблице 6.82 выше.

В таблицах ОФД выбросы  $N_2O$  от всех типов земель, переведенных в земли поселений, суммированы и приведены в подкатегории 4(III) Прямые выбросы  $N_2O$  от минерализации/иммобилизации азота (Direct  $N_2O$  emission from N mineralization/immobilization) раздела 4.F.2. Косвенные выбросы  $N_2O$ , в сумме по всем типам земель приведены в категории ОФД 4(IV) Косвенные выбросы  $N_2O$  от управляемых земель.

#### **6.4.6.2.1.3 Неопределенность и последовательность временных рядов**

В кадастре выполнена оценка неопределенности изменений запасов углерода при конверсии пахотных земель в другие земли. Площади переведенных земель в другие земли получены на основе составленной матрицы конверсии земель. Поэтому неопределенность площадей принята равной в два раза больше, чем официальные статистические данные ( $\pm 10\%$ ).

Объединенная неопределенность потерь углерода почв при конверсии пахотных земель в другие земли рассчитана равной  $\pm 22,36\%$ .

Неопределенность оценки прямого и косвенного выброса  $N_2O$  оценивалась в соответствии с диапазонами неопределенностей всех использованных по умолчанию параметров и коэффициентов расчета (см. таблицы 11.1 и 11.3 главы 11 тома 4 (Руководящие принципы..., 2006)). Объединенная неопределенность соответствует величине  $\pm 182,72\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

#### **6.4.6.2.1.4 Обеспечение и контроль качества**

К данной подкатегории применяются стандартные методы обеспечения и контроля качества национального кадастра. И использованные методические подходы прошли независимое рецензирование в результате публикации соответствующей научной статьи (Романовская и соавт., 2014).

#### **6.4.6.2.1.5 Перерасчеты и планируемые усовершенствования**

В результате проведения процедур контроля качества матрицы земель была обнаружена неточность в площади переведенных пахотных земель в другие земли в 2010 – 2012 гг. В настоящем кадастре эти ошибки исправлены, что привело к соответствующим пересчетам изменений запасов углерода за 2010-2012 годы.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### **6.4.6.2.2 Неуправляемые луговые земли, переустроенные в другие земли (раздел 4.F.2 ОФД)**

##### **6.4.6.2.2.1 Характеристика подкатегории**

Впервые в кадастре 2015 г. выполнены оценки изменений запасов углерода при конверсии земель из категории «Неуправляемые луговые угодья» в другие земли. Согласно матрице земель, такой перевод земель зафиксирован только для 2013 года. Результаты расчета по резервуарам почвы, биомассы и мертвого органического вещества приведены в таблице 6.83.

Прямые и косвенные выбросы закиси азота при минерализации почвенного органического вещества на землях неуправляемых луговых угодий, переведенных в другие земли, приведены в таблице 6.84.

Таблица 6.83

*Площади неуправляемых луговых угодий, переустроенных в другие земли и изменения запасов углерода на них*

Годы	Площади неуправляемых луговых угодий, переустроенных в другие земли, тыс. га		Почвенный органический углерод, тыс. тонн С в год			Углерод биомассы, тыс. т С в год	Углерод мертвого органического вещества, тыс. т С в год
	Кумулятивная оценка	Ежегодное изменение	Потери	Накопление	Баланс		
<b>1990-2012</b>	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
<b>2013</b>	17,502	17,502	1547,32	0,0	-1547,32	-125,23	-103,61

Таблица 6.84

*Выбросы N<sub>2</sub>O при минерализации почвенного органического вещества на луговых землях, переустроенных в другие земли*

Годы	Прямой выброс	Косвенный выброс	Всего
<b>1990 -2012</b>	0,00	0,00	0,00
<b>2013</b>	1,62	0,36	1,98

#### 6.4.6.2.2 Методология сбора данных и расчетов

Изменения запасов углерода в биомассе растений на неуправляемых луговых угодьях, переустроенных в другие земли. Используемая методология соответствует Уровню 1 (Руководящие принципы..., 2006) и заключается в оценке разницы средних запасов биомассы надземной и подземной частей до и после конверсии. Период конверсии принят равным 1 году (см. раздел 6.4.6.2.1).

Запасы углерода в резервуаре биомассы до конверсии определены в соответствии с данными таблицы 6.63 выше. Запасы углерода в резервуаре биомассы после конверсии равны нулю. Поэтому нами были рассчитаны полные потери запасов биомассы луговых угодий при их конверсии. Результаты приведены в таблице 6.83.

Изменения запасов углерода в мертвом органическом веществе неуправляемых луговых угодий, переустроенных в другие земли. Запасы углерода в резервуаре мортмассы до конверсии определены в соответствии с данными таблицы 6.63 выше.

Учитывая, что после конверсии резервуар мертвого органического вещества на рассматриваемых землях отсутствует нами определены полные потери углерода из данного резервуара. Результаты расчетов приведены в таблице 6.83.

Изменения запасов углерода в почвах неуправляемых луговых угодий, переустроенных в другие земли. Оценки изменения запасов углерода в почвах неуправляемых луговых угодий, переустроенных в другие земли, выполнено в соответствии с методикой Уровня 1 (Руководящие принципы..., 2006).

дящие принципы..., 2006) по оценке разницы средних запасов углерода почв до и после конверсии.

Принято, что запасы углерода почв после конверсии были равны нулю, т.к. согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых гумусовый горизонт почв отсутствует.

Начальный запас углерода почв неуправляемых луговых угодий до конверсии был определен по данным литературы. Так по данным (Честных и соавт., 2004) на исследованных луговых угодьях РФ авторами были определены следующие запасы органического углерода почв в слое 0-30 см:  $93 \pm 9$  т С/га,  $119 \pm 14$ ,  $77 \pm 5$ ,  $108 \pm 10$  и  $156 \pm 23$  т С/га; в слое 0-50 см. эти запасы соответствовали:  $127 \pm 13$ ,  $173 \pm 28$ ,  $105 \pm 7$ ,  $139 \pm 14$  и  $205 \pm 33$  т С/га. В исследовании (Титлянова и Тесаржова, 1991) получены запасы почвенного углерода в слое 0-50 см: сухая степь 1 – 40,6 т С/га; сухая степь 2 – 53,2; настоящая степь 3 – 78,9; настоящая степь 4 – 36,5; луговая степь 5 – 134,6; луговая степь 6 – 136,9; остепненный луг 7 – 137,2; и мезофитный луг 8 – 190,1 т С/га. Используя среднее соотношение по запасам углерода в слоях 30 и 50 см верхнего горизонта почв, полученные по данным (Честных и соавт., 2004) (73,8%), можно рассчитать запасы органического углерода в слое 0-30 см, исследованных в (Титлянова и Тесаржова, 1991): 1 – 30,0; 2 – 39,3; 3 – 58,2; 4 – 27,0; 5 – 99,3; 6 – 101,0; 7 – 101,3 и 8 – 140,3 т С/га. На основании всех имеющихся данных было рассчитано среднее значение запасов углерода почв неуправляемых луговых угодий, которое равно  $88,4 \pm 45,82$  т С/га. Эта величина была использована в качестве начального запаса углерода почв до конверсии.

Период конверсии принят равным одному году (см. раздел 6.4.6.2.1). Результаты расчета приведены в таблице 6.83.

Выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества на неуправляемых луговых угодьях, преобразованных в другие земли. Оценка выбросов  $N_2O$  от почв при конверсии неуправляемых луговых земель в другие земли выполнялась в соответствии с уравнением 11.8 (Руководящие принципы..., 2006). На основе данных баланса углерода в почвах луговых земель, переведенных в другие земли (см. выше) и соотношения C/N, принятым равным 15 по умолчанию (Руководящие принципы..., 2006) было рассчитано количество минерализованного азота  $F_{SOM}$  и оценены соответствующие прямые выбросы.

Коэффициент прямого выброса  $N_2O$  принят равным по умолчанию и составляет 0,01 кг  $N_2O$ -N/кг N в соответствии с таблицей 11.1 (Руководящие принципы..., 2006).

Для оценки соответствующего косвенного выброса закиси азота при вымывании минерализованного азота использована фракция вымывания по умолчанию (30%) и коэффициент косвенного выброса  $N_2O$  при вымывании соединений азота из почв по умолчанию (0,0075 кг  $N_2O$ -N/кг N) в соответствии с таблицей 11.3 (Руководящие принципы..., 2006).

Результаты расчета прямого и косвенного выброса  $N_2O$  при конверсии луговых земель в другие земли приведены в таблице 6.84 выше.

В таблицах ОФД выбросы  $N_2O$  от всех типов земель, переведенных в земли поселений, суммированы и приведены в подкатегории 4(III) Прямые выбросы  $N_2O$  от минерализации/иммобилизации азота (Direct  $N_2O$  emission from N mineralization/immobilization) раздела 4.F.2. Косвенные выбросы  $N_2O$ , в сумме по всем типам земель приведены в категории ОФД 4(IV) Косвенные выбросы  $N_2O$  от управляемых земель.

#### **6.4.6.2.2.3 Неопределенность и последовательность временных рядов**

См. раздел 6.4.6.2.1.3. Площади переведенных земель в другие земли получены на основе составленной матрицы конверсии земель. Поэтому неопределенность площадей принята равной в два раза больше, чем официальные статистические данные ( $\pm 10\%$ ).

Оценка изменения запасов углерода биомассы, мортмассы и почвы при конверсии неуправляемых луговых угодий в другие земли выполнена на основании полученных ранее

параметров по среднему запасу углерода биомассы лугов с неопределенностью  $\pm 43,83\%$  (см. табл. 6.63), среднему запасу углерода мертвого органического вещества с неопределенностью  $\pm 44,08\%$  (см. табл. 6.63) и среднего запаса углерода почв луговых земель с неопределенностью  $\pm 45,82\%$  (см. раздел 6.4.6.2.2.2).

Неопределенность расчета прямых и косвенных выбросов закиси азота при минерализации почвенного органического вещества в результате изменения землепользования приняты равными неопределенностям, определенным в секторе сельского хозяйства (см. раздел 5.11 настоящего доклада):  $\pm 141,2\%$  для прямого выброса и  $\pm 46,5\%$  для косвенного выброса при вымывании соединений азота. Суммарный выброс  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества, таким образом, оценивается с неопределенностью  $\pm 182,7\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

#### 6.4.6.2.2.4 Обеспечение и контроль качества

К данной подкатегории применяются стандартные методы обеспечения и контроля качества национального кадастра.

#### 6.4.6.2.2.5 Перерасчеты и планируемые усовершенствования

Категория оценена в настоящем кадастре впервые.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### 6.4.6.2.3 Водно-болотные угодья, преобразованные в категорию другие земли

##### 6.4.6.2.3.1 Характеристика подкатегории

В кадастре выполнены оценки изменения запасов углерода в биомассе, мортмассе и почвах водно-болотных угодий, переустроенных в категорию другие земли. оценены также выбросы метана и закиси азота, происходящие в результате осушения органогенных почв. Результаты приведены в таблице 6.85.

Таблица 6.85

Площади водно-болотных угодий, переустроенных в другие земли, изменения запасов углерода и выбросы парниковых газов от них

Годы	Площади водно-болотных угодий, переустроенных в другие земли, тыс. га		Почвы			Углерод биомассы, тыс. т С в год	Углерод мертвого органического вещества, тыс. т С в год
	Кумулятивная оценка	Ежегодное изменение	Потери углерода, тыс. т С	Выбросы $CH_4$ , тыс. т $CH_4$	Выбросы $N_2O$ , тыс. т $N-N_2O$		
1990 – 2009	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	1,800	1,800	10,476	0,079	0,017	-23,231	-39,744
2011	1,800	0,0	10,476	0,079	0,017	0,00	0,00
2012	4,000	2,200	23,280	0,175	0,038	-28,394	-48,576
2013	30,200	26,200	176,76	1,318	0,451	-338,145	-578,492



**6.4.6.2.3.2 Методология сбора данных и расчетов**

Изменения запасов углерода в биомассе водно-болотных угодий, переустроенных в другие земли. Для оценки изменений запаса углерода в биомассе водно-болотных земель, преобразованных в другие земли использовали методологию Уровня 1 (Руководящие принципы..., 2006) по разнице средних запасов биомассы надземной и подземной частей до и после конверсии. Период конверсии принят равным 1 году.

Запасы углерода в резервуаре биомассы после конверсии приняты равными нулю. Согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых растительность отсутствует.

Средние запасы углерода до конверсии в надземной и подземной биомассы болот были определены по национальным данным экспериментального исследования запасов фитомассы разных типов болот в разных биоклиматических зонах России (Базилевич, 1993). В данной работе приводятся результаты исследования болот полярной зоны (15 ценозов), бореальной зоны (115 ценозов), суббореальной зоны (18 ценозов) и северной пустыни (3 ценоза). Экспериментальные данные были усреднены по каждой из зон и определены их неопределенности (см. табл. 6.86). Для перевода количества сухого вещества фитомассы в запасы углерода использован стандартный переводной коэффициент 0,45 (Левин, 1977).

Таблица 6.86

*Средние запасы биомассы и мортмассы болотных ценозов РФ  
(по данным Базилевич, 1993)*

Показатели	Полярная зона	Бореальная зона	Суббореальная зона	Зона северных пустынь	среднее
Запасы общей биомассы, тонн сух. в-ва/га	22,9	41,2	17,9	32,7	<b>28,7</b>
Запасы углерода биомассы, тонн С/га	10,3	18,5	8,1	14,7	<b>12,9</b>
Неопределенность запаса углерода биомассы, $\pm\sigma$ %	$\pm 39,6$	$\pm 108,6$	$\pm 45,2$	$\pm 12,9$	<b><math>\pm 40,6</math></b>
Запасы мортмассы, тонн сух. в-ва/га	68,3	78,2	18,4	10,3	<b>55,2</b>
Запасы углерода мортмассы, тонн С/га	27,3	31,3	25,6	4,1	<b>22,1</b>
Неопределенность запаса углерода мортмассы, $\pm\sigma$ %	$\pm 29,5$	$\pm 4,2$	$\pm 30,5$	$\pm 26,1$	<b><math>\pm 12,9</math></b>

Результаты расчета приведены в таблице 6.85.

Изменения запасов углерода в мертвом органическом веществе водно-болотных угодий, переустроенных в другие земли. Для оценки изменений запаса углерода в мертвом органическом веществе водно-болотных земель, преобразованных в другие земли использовали методологию Уровня 1 (Руководящие принципы..., 2006) по разнице средних запасов мортмассы надземной и подземной частей до и после конверсии. Период конверсии принят равным 1 году.

Запасы углерода в резервуаре мертвого органического вещества после конверсии приняты равными нулю. Согласно определению категория «другие земли» включает пески, овраги, нарушенные земли, на которых растительность и мертвое органическое вещество отсутствуют.

Средние запасы углерода надземной и подземной мортмассы водно-болотных угодий были определены по национальным данным экспериментального исследования запасов мортмассы болотных ценозов в разных биоклиматических зонах России (Базилевич, 1993). В

данной работе приводятся исследования болот полярной зоны (15 ценозов), бореальной зоны (115 ценозов), суббореальной зоны (18 ценозов) и северной пустыни (3 ценоза). Экспериментальные данные были усреднены по каждой из зон и определены их неопределенности (см. табл. 6.86). Для перевода количества сухого вещества мортмассы в запасы углерода использован стандартный переводной коэффициент 0,40 (стр. 6.40, глава 6, том 4 (Руководящие принципы..., 2006)). Результаты расчета приведены в таблице 6.85 выше.

Изменения запасов углерода в почвах водно-болотных угодий, переустроенных в другие земли. Оценки выброса CO<sub>2</sub> при конверсии водно-болотных угодий в другие земли выполнена в соответствии с методикой уровня 1 и коэффициентами по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014). Согласно рекомендациям, содержащимся в главе 2, раздел 2.2.1., выбросы CO<sub>2</sub> от осушенных почв происходят непосредственно на территории осушения (EF\_CO<sub>2</sub>\_on-site) и, дополнительно, при вымывании органического материала (растворенное органическое вещество) (EF\_CO<sub>2</sub>\_DOC). Эти коэффициенты соответствуют:

- EF\_CO<sub>2</sub>\_on-site (= 5,7 тонн C/га/год) – табл. 2.1, раздел 2.2.1.1., стр. 2.9-2.11 для луговых ценозов бореальной зоны;
- EF\_CO<sub>2</sub>\_DOC (= 0,12 тонн C/га/год) – табл. 2.2, раздел 2.2.1.2., стр. 2.16 для бореальной зоны.

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 5,82 тонн C/га/год, который и был использован в расчетах. Результаты расчета потерь углерода при конверсии водно-болотных земель приведены в таблице 6.85 выше.

Выбросы иных, кроме CO<sub>2</sub>, парниковых газов при переустройстве водно-болотных угодий в другие земли. Для водно-болотных угодий, преобразованных в другие земли оценены также выбросы метана и закиси азота в соответствии с методикой и рекомендуемыми коэффициентами по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014).

Расчеты выброса CH<sub>4</sub> проведены в соответствии с уравнением 2.6, стр. 2.18, глава 2 (Wetlands supplement, 2014). Коэффициенты соответствуют:

- F<sub>rac\_ditch</sub> (= 0,05) – табл. 2.4, раздел 2.2.2.1, стр. 2.25 для луговых ценозов глубокого и мелкого осушения бореальной/умеренной зон;
- EF\_land (= 1,4 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1, стр. 2.21 для луговых ценозов бореальной зоны.

Предполагается, что конверсия происходит как в стадию мелкого осушения (50%), так и глубокого осушения (50%). Поэтому EF\_ditch была рассчитана как среднее между двумя коэффициентами по умолчанию:

- EF\_ditch (= 1165 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1, стр. 2.21 для пахотных земель и глубоко осушенных луговых ценозов бореальной/умеренной зон;
- EF\_ditch (= 527 CH<sub>4</sub> кг/га/год) – табл. 2.3, раздел 2.2.2.1, стр. 2.21 для мелко осушенных луговых ценозов бореальной/умеренной зон;

Таким образом, полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 43,63 CH<sub>4</sub> кг/га/год, который и был использован в расчетах.

Расчет выброса закиси азота при конверсии водно-болотных земель в другие земли выполнен в соответствии с коэффициентом по умолчанию для осушенных луговых ценозов бореальной зоны 9,5 кг N-N<sub>2</sub>O/га/год, приведенном в таблице 2.5, раздел 2.2.2.2, стр. 2.28-2.29 (Wetlands supplement, 2014).

Результаты расчета выброса CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O приведены в таблице 6.85 выше. Для отчетности в таблицах ОФД выбросы закиси азота при конверсии водно-болотных земель в другие земли приведены в сумме с другими прямыми и косвенными выбросами N<sub>2</sub>O при минерализации почвенного органического вещества от всех земель, переведенных в другие земли, в подкатегории 4(III) Прямые выбросы N<sub>2</sub>O от минерализации/иммобилизации азота (Direct N<sub>2</sub>O emission from N mineralization/immobilization) раздела 4.F.2.

Выбросы метана в таблицах ОФД от конверсии водно-болотных земель в другие земли приведены в категории 4.D Водно-болотные угодья (“Wetlands”), в подкатегории 4.П Выбросы и поглощение при осушении, обводнении и ином управлении («Emissions and remov-

als from drainage and rewetting and other management») в подкатегории «другие водно-болотные угодья» («Other Wetlands»).

#### **6.4.6.2.3.3 Неопределенность и последовательность временных рядов**

Площади переведенных земель в другие земли получены на основе составленной матрицы конверсии земель. Поэтому неопределенность площадей принята равной в два раза больше, чем официальные статистические данные ( $\pm 10\%$ ).

Средние запасы углерода биомассы и мортмассы болотных угодий определены по данным (Базилевич, 1993). Соответствующие коэффициенты и их неопределенность приведены в таблице 6.86. Объединенная неопределенность расчетов по данным категориям составляет  $\pm 41,79\%$  и  $\pm 16,28\%$  соответственно для резервуаров биомассы и мортмассы бывших болотных угодий (в соответствии с уровнем 1 МГЭИК).

Потери углерода почв и выбросы метана и закиси азота при осушении водно-болотных угодий при конверсии в другие земли определены с помощью коэффициентов выбросов по умолчанию из дополнительного руководства МГЭИК по водно-болотным угодьям (Wetlands supplement, 2014). Неопределенность всех использованных параметров и коэффициентов приведена в соответствующих таблицах руководства: 2.1, 2.2, 2.3 и 2.5 из главы 2 (Wetlands supplement, 2014). Совокупная неопределенность расчетов в соответствии с уровнем 1 МГЭИК определена равной для выброса  $\text{CO}_2$   $\pm 49,99\%$ , для  $\text{CH}_4$   $\pm 70,23\%$  и для  $\text{N}_2\text{O}$   $\pm 50,47\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одного источника статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

#### **6.4.6.2.3.4 Обеспечение и контроль качества**

К данной подкатегории применяются стандартные методы обеспечения и контроля качества национального кадастра.

#### **6.4.6.2.3.5 Перерасчеты и планируемые усовершенствования**

В настоящем кадастре 2015 г. пересчеты не выполнялись.

Специфичных для данной категории усовершенствований не запланировано. К данной категории следует относить общие принципы дальнейшего совершенствования оценок, описанные в разделе 6.8.

#### **6.4.6.3 Сжигание биомассы на других землях (раздел 4.V ОФД)**

Учитывая, что согласно определению к категории «другие земли» относятся типично неуправляемые земли, на которых не производится антропогенная деятельность, процессы горения на этих землях являются также не антропогенного происхождения. Кроме того, вероятность возникновения пожаров на других землях крайне низка, т.к. ни растительности, ни мертвого органического вещества на них не формируется. Соответственно, в таблицах ОФД было использовано стандартное обозначение «не применимо» («NA»).

### **6.4.7 Заготовленные лесоматериалы (раздел 4.G ОФД)**

#### **6.4.7.1. Характеристика категории**

В данной категории рассматриваются все вывезенные с места заготовки лесоматериалы, являющиеся антропогенным резервуаром долговременного хранения углерода в связи с длительным сроком их использования. В категории рассматриваются ежегодные изменения общего пула заготовленных лесоматериалов при их производстве, экспорте из РФ, импорте в РФ и утилизации вышедших из употребления лесоматериалов на свалках бытовых отходов.

На основании полученных оценок экспорта, импорта и утилизации продуктов лесозаготовки была проведена оценка общего ежегодного изменения запасов углерода в пуле продукции лесозаготовки за период 1961-2013 гг. (рис. 6.20). Положительные величины показывают увеличение пула продуктов лесозаготовок, а отрицательные – его уменьшение.

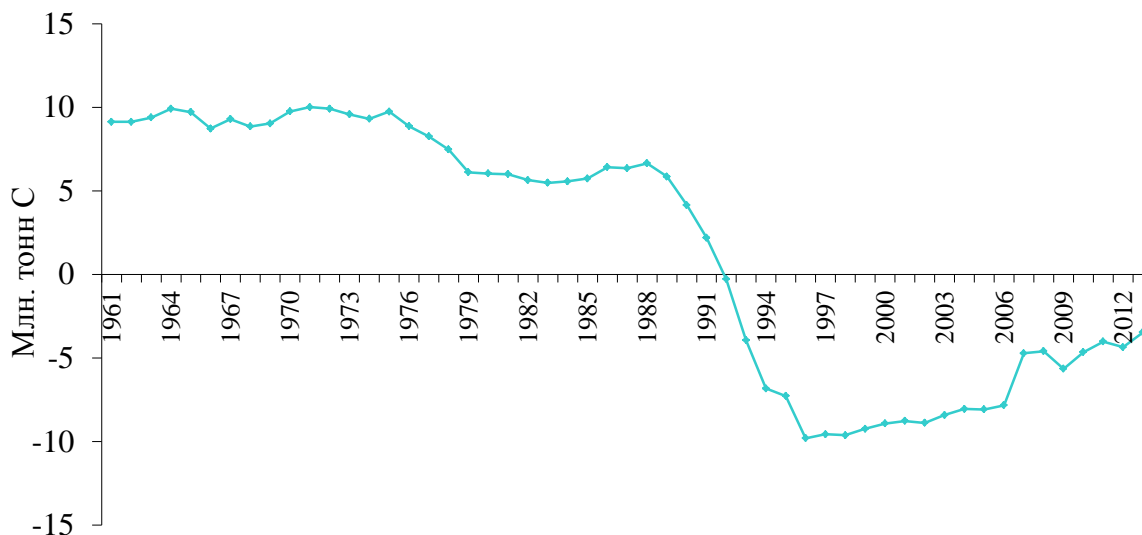


Рисунок 6.20 – Изменение запасов углерода в продукции лесозаготовки

Как видно из приведенной диаграммы в динамике изменения запасов углерода в продукции лесопереработке наблюдаются два периода: 1961-1991 гг. и 1992 г. – по настоящее время. В период с 1961 г. по 1991 г. происходило накопление углерода в пуле продуктов лесозаготовки. В дальнейшем, в период с 1991 по 2013 гг. происходило постоянное уменьшение пула углерода в продукции лесозаготовок, в связи со снижением вывозки древесины, сокращением объемов производства, уменьшением импорта и увеличением экспорта древесины и продуктов ее переработки. В последние годы (2008-2013 гг.) наметилось снижение темпов уменьшения пула углерода в продуктах переработки древесины, которое связано в первую очередь с уменьшением экспорта необработанной древесины и пиломатериалов.

#### 6.4.7.2. Методология сбора данных и расчетов

Оценка изменения запасов углерода в заготовленных лесоматериалах была выполнена согласно методологии Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и основывается на балансовых оценках эмиссии и поглощения парниковых газов. Расчет выбросов и поглощения парниковых газов проведен на основе данных характеризующих хозяйственную деятельность лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, данных о производстве, экспорте и импорте круглого леса, пиломатериалов, фанеры, древесно-стружечные плит (ДСП), древесноволокнистых плит (ДВП) и целлюлозы за период с 1961-2013 гг. и соответствующих коэффициентов перевода и эмиссии согласно Руководящих указаний для эффективной практики (2006).

Экспорт и импорт. Данные по импорту и экспорту за 1961-1990 гг. были взяты из ежегодных статистических сборников «Внешняя торговля СССР» (Внешние экономические связи..., 1994; Внешняя торговля СССР, 1967-1989), за 1990-1993 гг. – из статистических ежегодников Росстата (Российская Федерация в 1992 году, 1993; Российский статистический ежегодник, 1994), за 1994 – 2013 гг. – использованы данные Федеральной таможенной службы (Таможенная статистика внешней торговли РФ, 1994 – 2014). Данные за 2014 г. необходимые для расчетов были взяты как среднеарифметическое за период 2009 – 2014 гг.

Для нахождения данных о деятельности и переводных коэффициентов, необходимых для выполнения расчетов, были изучены данные о внешнеторговой деятельности. Массивы данных по внешнеэкономической деятельности имели разные номенклатурные характеристики. Поэтому была сопоставлена таможенная номенклатура СССР и Российской Федерации (РФ) и выделены идентичные виды продукции для последующего их обобщения и использования в расчетах. Результаты сопоставлений приведены в табл.6.87.

Таблица 6.87

## Номенклатура внешнеэкономической деятельности СССР и РФ

Древесная продукция	Таможенная статистика СССР	Таможенная статистика РФ
Круглый лес	500	44.03
Пиломатериалы	501	44.04; 44.06; 44.07; 44.08; 44.09
Древесные плиты	41202; 41203; 502	44.10; 44.11; 44.12; 44.13
Целлюлоза	505	47.01; 47.02; 47.03; 47.04; 47.05; 47.06; 47.07

Таблица 6.88

## Вывозка древесины в РСФСР и СССР

Год	Вывозка древесины в СССР, млн.пл.м <sup>3</sup> *	Вывозка древесины в РСФСР, млн.пл.м <sup>3</sup> *
1961	351,0	317,9
1962	352,7	321,1
1963	369,6	338,5
1964	385,2	352,7
1965	378,1	345,3
1966	373,5	341,3
1967	383,0	352,6
1968	380,4	349,1
1969	374,2	343,4
1970	385,0	354,0
1971	384,7	352,7
1972	382,9	353,2
1973	387,8	359,0
1974	388,5	360,7
1975	395,0	366,9
1976	384,7	356,5
1977	376,8	348,7
1978	361,8	333,8
1979	354,0	325,4
1980	356,6	328,3
1981	358,2	329,0
1982	355,9	326,6
1983	355,7	325,3
1984	367,8	337,3
1985	368,0	337,3
1986	377,1	345,3
1987	389,2	357,0
1988	386,4	354,3
1989	369,5	338,4
1990	332,1	303,8

\* – Оценки ФГБУ "ИГКЭ Росгидромета и РАН

В статистических сборниках «Внешняя торговля СССР» данные по экспортно-импортным операциям основных лесных товаров за 1961-1990 гг. предоставлены только для СССР в целом. Для получения сведений о внешнеторговых операциях, осуществлявшихся Российской Федерацией отдельно от СССР за 1961-1990 гг., были проанализированы данные о вывозке древесины в РСФСР и СССР за рассматриваемый период, которые представлены в табл.6.88.

Установленный средний коэффициент соотношения вывозки РСФСР к СССР, равный 0,92, был использован для оценки экспорта и импорта лесной продукции в РСФСР.

Оценку статистических данных по тоннажу экспортированных и импортированных шпал в м<sup>3</sup> производили на основе их средней плотности 0,414 т с.в. м<sup>3</sup>. Данные по производству шпал из отдельных древесных пород не были доступны, поэтому в равных долях были использованы средние величины плотностей сосны (0,480 т • м<sup>-3</sup>), кедра (0,405 т • м<sup>-3</sup>), ели (0,420 т • м<sup>-3</sup>) и пихты (0,350 т • м<sup>-3</sup>) (Древесиноведение, 2005). Указанные породы являются основными для производства шпал (ГОСТ78-2004).

Динамика лесного экспорта и импорта продукции лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности с 1961 по 2013 гг. представлена в табл. 6.89.

Таблица 6.89

*Экспорт и импорт продукции лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности Российской Федерации за период 1961-2013 гг.\**

Год	Круглый лес, тыс, м <sup>3</sup> *		Пиломатериалы, тыс, м <sup>3</sup> *		Древесные плиты, тыс, м <sup>3</sup> *		Целлюлоза, тыс, т*	
	импорт	экспорт	импорт	экспорт	импорт	экспорт	импорт	экспорт
1961	163,48	5202,32	461,12	4787,04	95,68	117,02	98,81	244,54
1962	163,76	6830,17	413,88	5516,60	86,30	137,17	99,64	245,36
1963	3,59	7401,86	347,69	6003,46	92,18	182,11	77,74	225,68
1964	19,23	8663,64	313,42	7061,55	108,93	246,93	113,62	241,41
1965	17,85	10247,33	267,19	7361,10	103,79	285,20	181,06	240,95
1966	19,32	11727,52	253,61	7351,63	119,48	311,38	239,66	271,95
1967	46,37	11372,67	276,00	6847,56	101,42	358,21	230,09	340,22
1968	49,86	11735,06	262,53	7291,37	97,53	437,96	150,79	358,43
1969	88,23	12512,00	245,57	7268,00	110,89	459,54	252,91	391,92
1970	86,57	14076,00	265,27	7360,00	119,40	525,89	264,32	412,07
1971	104,97	13432,00	279,67	7268,00	124,19	491,65	244,17	429,27
1972	152,17	13708,00	289,48	7360,00	106,97	532,04	203,32	460,64
1973	207,09	17204,00	261,87	7544,00	175,81	612,76	217,86	477,66
1974	248,40	16744,00	305,15	7268,00	105,16	698,06	182,25	451,81
1975	263,30	15548,00	300,09	7199,92	111,60	746,25	224,30	473,80
1976	216,02	16468,00	315,03	7912,00	176,92	784,78	180,78	581,44
1977	243,06	16376,00	323,40	7636,00	131,28	849,53	184,18	625,60
1978	206,54	16008,00	331,41	7452,00	134,32	873,04	178,94	713,92
1979	191,27	13984,00	322,43	6992,00	175,44	832,71	154,74	625,88
1980	234,60	12788,00	335,76	6532,00	342,98	868,17	202,86	755,60
1981	290,35	12575,48	365,41	6348,00	242,79	915,23	251,07	776,20
1982	214,78	12100,76	293,75	6654,60	201,45	865,43	204,46	817,00
1983	200,41	13898,44	303,50	6749,48	195,51	839,60	222,27	931,03
1984	228,84	14349,24	325,77	6647,14	232,07	844,21	177,00	928,99
1985	227,42	14213,08	287,95	7145,64	220,82	865,56	155,45	892,63
1986	182,45	16696,16	244,03	7433,60	227,67	971,61	169,04	1016,76
1987	186,97	17797,40	206,57	7261,56	202,36	1107,34	206,56	1000,75
1988	180,82	18847,12	189,48	7572,52	161,06	1057,20	232,92	970,62
1989	171,22	17467,12	156,12	7196,24	286,07	1058,46	217,86	938,81

Продолжение таблицы 6.89

Год	Круглый лес, тыс, м <sup>3</sup> *		Пиломатериалы, тыс, м <sup>3</sup> *		Древесные плиты, тыс, м <sup>3</sup> *		Целлюлоза, тыс, т*	
	импорт	экспорт	импорт	экспорт	импорт	экспорт	импорт	экспорт
1990	135,98	19193,96	93,34	6453,80	241,00	818,11	137,40	678,52
1991	41,39	13641,02	100,24	4580,00	212,96	390,94	71,10	324,14
1992	65,70	12356,00	73,62	327,47	163,97	327,47	4,79	398,57
1993	100,00	11539,00	46,99	389,76	114,97	525,10	6,20	857,59
1994	328,88	14850,32	2,99	133,72	66,56	631,91	8,30	934,31
1995	975,59	18445,97	0,58	324,29	54,19	670,50	22,14	1331,83
1996	474,64	15914,72	44,78	5595,26	108,94	1028,25	35,10	1078,50
1997	327,22	17845,49	114,68	5762,00	1023,51	967,91	49,22	985,12
1998	227,93	19971,70	85,91	5611,51	304,91	1039,23	31,01	1028,60
1999	153,00	27608,71	34,90	7531,72	136,26	1298,19	57,87	1349,99
2000	225,63	30828,88	20,00	9040,27	197,31	1423,19	65,37	1712,65
2001	625,19	31692,88	44,39	9136,95	441,25	1392,77	44,72	1789,26
2002	222,35	36761,51	30,74	10433,88	349,78	1547,19	55,15	1921,25
2003	202,82	44899,18	186,35	11846,91	559,36	1637,84	55,21	1969,07
2004	140,56	41470,86	12,57	12469,63	571,89	1901,86	26,48	1931,22
2005	74,26	47932,27	19,71	14741,50	659,04	2055,62	31,39	2050,46
2006	54,09	51111,86	19,40	15843,07	904,41	2199,15	63,71	2017,20
2007	35,74	49330,96	25,07	5789,85	990,72	2281,44	101,04	2066,29
2008	23,24	36738,33	33,91	4823,64	1061,89	574,12	81,53	2221,90
2009	1,55	21649,51	22,01	4945,58	560,95	2087,93	59,53	1888,88
2010	0,87	21239,24	25,07	5410,11	760,33	2213,38	83,73	2070,60
2011	1,25	20921,83	257,99	5853,06	1054,44	2101,41	122,61	2327,33
2012	11,54	17468,45	67,14	6191,56	1396,68	2085,21	149,09	2622,10
2013	30,55	18834,92	80,81	6809,95	4871,18	2281,59	172,63	2305,24

\* – по данным ФТС РФ

Древесина и продукты ее переработки по-прежнему остаются в числе приоритетных экспортных товаров России (Лесное хозяйство ..., 2003). В целом, для экспорта продуктов лесопереработки характерна высокая доля круглого леса, которая в последние годы начала снижаться, уступая место продуктам более глубокой переработки. Анализ динамики объемов экспорта лесных товаров из Российской Федерации (табл. 6.80) показывает, что за исключением периода с 1993 по 1998 гг. показатели вывоза круглого леса, пиломатериалов, древесных плит и целлюлозы в целом проявляли тенденцию устойчивого роста вплоть до 2006 года. В дальнейшем наблюдалось падение экспорта круглой древесины и пиломатериалов. В экспорте древесных плит в 2008 году наблюдался резкий спад экспорта, однако в следующие годы экспорт восстановился. Экспорт целлюлозы демонстрировал рост вплоть до 2012 года.

Основными импортируемыми товарами являются дорогостоящие сорта бумаги, картона и изделий из них, которые в настоящее время в России не производятся, строительные материалы (оконные и дверные блоки, паркет и др.), древесные плиты и мебель. Сильное влияние имеет и экономическая конъюнктура: по круглому лесу и пиломатериалам наблюдаются большие межгодовые колебания. Импорт древесных плит демонстрировал в целом рост сначала 2000-х, целлюлоза – с начала 90-х, после сильного падения в конце 80-х.

Производство. Данные по производству основных видов лесной продукции в 1961-1989 гг. были взяты из статистических ежегодников «Народное хозяйство РСФСР», а для

1990-2013 гг. – из «Российских статистических ежегодников» (1991-2014). Данные за 2014 г. необходимые для расчетов были взяты как среднеарифметическое за период 2009 – 2014 гг.

Пересчет статистических данных из тонн произведенных, экспортированных и импортированных пиломатериалов в м<sup>3</sup> за 1994-2013 гг. осуществляли по средневзвешенной плотности заготовленных лесоматериалов за период с 1990 по 2004 гг. (0, 522 т с.в. • м<sup>-3</sup>), полученной расчетным путем в работе (Грабар, 2008).

Пересчет статистических данных по общей площади изготовленных, экспортированных и импортированных древесноволокнистых плит в кубические метры осуществляли на основе их средней толщины 0,0032 м, полученной расчетным путем (Грабар, 2008). Среднюю толщину ДВП была вычислена на основе данных об объеме и площади экспортированных ДВП в 2002 году.

Объемы производства основных видов лесоматериалов в Российской Федерации за 1961-2013 гг. приведены в табл. 6.90.

Таблица 6.90

*Динамика объемов производства продукции лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности в России*

Год	Круглый лес, млн, м <sup>3*</sup>	Пиломатериалы, млн, м <sup>3**</sup>	Древесные плиты, млн, м <sup>3</sup>	Целлюлоза, млн, тонн***
1961	318,00	82,80	1,35	2,21
1962	321,00	84,00	1,48	2,39
1963	339,00	86,30	1,60	2,54
1964	353,00	89,60	1,82	2,70
1965	346,00	89,90	2,10	2,94
1966	341,00	85,70	2,32	3,28
1967	353,00	88,00	2,61	3,69
1968	349,00	87,30	2,77	3,99
1969	343,00	88,40	3,01	4,26
1970	354,00	91,80	3,35	4,74
1971	353,00	93,40	3,62	5,03
1972	353,00	93,80	3,93	5,29
1973	359,00	92,70	4,33	5,67
1974	361,00	91,70	4,79	5,91
1975	367,00	93,50	5,21	6,41
1976	357,00	91,10	5,37	6,80
1977	349,00	88,80	5,68	7,02
1978	334,00	86,20	5,73	7,16
1979	325,00	81,40	5,60	6,69
1980	328,00	80,30	6,19	6,77
1981	329,00	80,30	6,21	6,95
1982	327,00	79,50	6,37	7,06
1983	325,00	78,60	6,60	7,50
1984	337,00	78,70	7,03	7,72
1985	337,00	79,50	7,72	7,95
1986	345,00	83,10	8,07	8,24
1987	357,00	83,30	8,38	8,23
1988	354,00	84,90	8,82	8,35
1989	338,00	81,90	8,98	8,11
1990	304,00	75,00	8,71	7,53
1991	269,00	65,80	8,45	6,40
1992	238,00	53,40	7,16	5,68



Продолжение таблицы 6.90

Год	Круглый лес, млн, м <sup>3*</sup>	Пиломатериалы, млн, м <sup>3**</sup>	Древесные плиты, млн, м <sup>3</sup>	Целлюлоза, млн, тонн***
1993	175,00	40,90	6,14	4,40
1994	119,00	30,70	4,28	3,31
1995	116,00	26,50	3,89	4,20
1996	96,80	21,90	3,03	3,08
1997	85,40	19,60	3,06	3,16
1998	78,20	18,50	3,29	3,21
1999	90,10	19,20	4,09	4,23
2000	94,80	20,00	4,71	4,96
2001	96,20	19,00	5,04	5,27
2002	97,00	18,60	5,56	5,58
2003	105,00	20,20	6,22	5,76
2004	112,00	21,20	7,00	5,92
2005	113,00	22,00	7,81	6,00
2006	118,00	22,20	8,74	6,01
2007	134,00	24,30	9,82	5,97
2008	108,00	21,60	9,88	5,91
2009	100,70	19,00	7,92	7,23
2010	117,30	21,90	9,46	7,51
2011	122,70	22,60	11,08	7,66
2012	120,40	21,20	11,48	7,66
2013	114,40	21,70	11,33	7,21

\* – по 2009 г. – вывозка древесины; с 2010 г. – древесина необработанная;

\*\* – по 2009 г. – пиломатериалы; с 2010 г. – пиломатериалы, включая шпалы;

\*\*\* – по 2009 г. – целлюлоза; с 2010 г. – целлюлоза, включая древесную массу.

Как видно из табл. 6.90, с 1961 по 1975 гг. происходило увеличение объемов производства круглого леса, пиломатериалов, древесных плит, целлюлозы. Далее рост производства древесных плит и целлюлозы продолжился и достиг в 1989 г. 8,98 млн. м<sup>3</sup> и 8,11 млн. т соответственно, а круглого леса и пиломатериалов – даже несколько снизился в этот период.

Общее ухудшение экономической ситуации в стране в начале 90-х гг. повлекло за собой снижение производства всех позиций продуктов лесозаготовки. К 1998 году, по сравнению с 1989 годом, производство круглой древесины снизилось в 4,5 раза, пиломатериалов – 4,6 раза, древесных плит – 2,7 раза, целлюлозы – 2,6 раза.

Начиная с 1999 г. экономическая ситуация в целом по стране и в лесопромышленном секторе изменилась (Лесное хозяйство ..., 2003), увеличился выпуск всех видов лесоматериалов. При этом рост объемов производства был неравномерен. Выпуск круглого леса и пиломатериалов увеличился в 2013 году по сравнению с 1998 годом в 1,5 и 1,2 раза соответственно. Выпуск древесных плит в этот период показал максимальный рост – 3,4 раза. Объемы производства целлюлозы за это же время выросли в 2,2 раза.

Утилизация продуктов лесозаготовки. Исходные данные и методика оценки выбросов углекислого газа от утилизации продуктов лесозаготовки аналогичны таковым для метана из раздела 8.2 «Выбросы метана от захоронения твердых отходов».

Полученные результаты (рис. 6.21) показали, что весь период оценки, с 1961 г., происходит увеличение эмиссии CO<sub>2</sub> от захоронения продуктов лесозаготовки выходящих из оборота на свалках бытовых отходов. В 2013 г. величина эмиссии от продуктов лесозаготовки на свалках бытовых отходов составила 4422,4 тыс. т CO<sub>2</sub>.

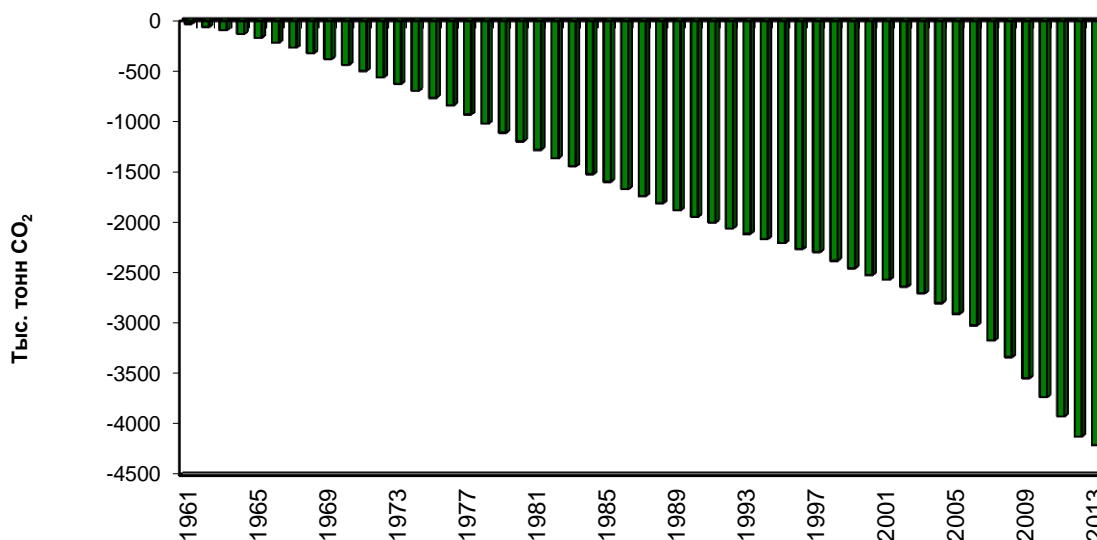


Рисунок 6.21 – Выбросы  $CO_2$  от захоронения продуктов лесозаготовки выходящих из оборота на свалках бытовых отходов.

#### 6.4.7.3 Неопределенность и согласованность временных рядов

В кадастре 2015 года впервые выполнена оценка изменений запаса углерода в резервуаре продукции лесозаготовки. Неопределенность исходных данных оценивается не более чем  $\pm 5,0\%$ . Погрешность перевода статистических данных по тоннажу экспортированных и импортированных шпал в кубические метры оценивается в  $\pm 12,9\%$ .

Расчет погрешности пересчета статистических данных из тонн произведенных, экспортированных и импортированных пиломатериалов в  $m^3$  был выполнен пошагово в соответствии с уровнем 1 МГЭИК. Погрешности статистических данных, использованных в расчетах, составляют  $\pm 5,0\%$ . Общая погрешность средневзвешенной оценки объемов заготовки лесоматериалов по различным типам хозяйств с 1990 по 2004 гг. составила  $\pm 8,7\%$ . Погрешность расчета средней плотности основных древесных пород составила для хвойных –  $\pm 21,7\%$ , для мягколиственных –  $\pm 20,2\%$ . Общая погрешность расчета средней плотности основных древесных пород составила  $\pm 9,5\%$ . Общая погрешность пересчета статистических данных из тонн произведенных, экспортированных и импортированных пиломатериалов в  $m^3$  составила  $\pm 12,9\%$ .

Погрешность пересчета статистических данных по общей площади изготовленных, экспортированных и импортированных древесноволокнистых плит в кубические метры была оценена в  $\pm 10,0\%$ .

Общая итоговая оценка изменений запаса углерода в резервуаре продукции лесозаготовки оценивается в  $\pm 21,4\%$ .

Учитывая, что исходные данные в течение всех лет рассматриваемого периода взяты из одних и тех же источников статистической информации, а также то, что одинаковые методы оценки применены для всего периода, можно заключить, что временные ряды выбросов согласованы.

#### 6.4.7.4 Обеспечение и контроль качества

Для обеспечения качества оценки ежегодного изменения содержания углерода в пуле заготовленных лесоматериалов производится проверка сбора и электронного ввода данных о производстве, экспорте, импорте и утилизации заготовленных лесоматериалов. Результаты расчетов сравниваются по годам и отдельным категориям источников для анализа согласованности временных рядов. Указанные меры позволяют выявить ошибки при вводе данных и расчете выбросов и стоков парниковых газов. Такие мероприятия проводятся регулярно и выполняются в несколько этапов по мере подготовки кадастра.

#### 6.4.7.5 Пересчеты и планируемые усовершенствования

В связи с тем, что оценка изменений запасов углерода в заготовленных лесоматериалах проводится в данном кадастре впервые, пересчетов не проводилось.

В дальнейшем планируется усовершенствовать в первую очередь оценку эмиссии углерода в ходе утилизации лесоматериалов на свалках ТБО.

### 6.5 Неопределенность оценок по сектору ЗИЗЛХ

Оценка неопределенности включает пошаговую оценку каждого используемого параметра и допущения, использованного в расчетах, в соответствии с методикой МГЭИК, уровень 1. Учитывая, что матрица земель для 2013 г. основана на ежегодных статистических данных, а не на допущениях (которые использованы только для формирования матрицы 1990-2009 гг.), неопределенность этих допущений не учитывалась при оценке неопределенности в секторе ЗИЗЛХ за 2013 г., как это рекомендовано группой экспертов по проверке кадастра в 2012 г.

Расчет неопределенности инвентаризации в сельскохозяйственном секторе выполнялся по подходу 1 (Руководящие принципы..., 2006). Результаты представлены в таблицах 6.91 и 6.92.

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 5%). Переводные коэффициенты по умолчанию, использованные в расчетах, были взяты из методики МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006). Для пересчетных коэффициентов и параметров по умолчанию были использованы рекомендованные в методиках 95% доверительные интервалы. Более точная информация приведена в соответствующих подразделах данной главы.

Общая неопределенность инвентаризации в секторе ЗИЗЛХ рассчитана на основании уравнения 3.2 подхода 1 (Руководящие принципы..., 2006).

В таблицах 6.91 и 6.92 для величины суммарных выбросов от сектора ЗИЗЛХ приведен 95% доверительный интервал, который составляет для 1990 г.  $\pm 151\,197,2$  тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв. или 75,4% и для 2013 г.  $\pm 232\,539,1$  тыс. тонн  $\text{CO}_2$ -экв. или 51,9%. Таким образом, можно заключить, что неопределенность полученных оценок по инвентаризации выбросов парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ в 2013 году составляет 52%. Значительная неопределенность величины суммарных выбросов от сектора ЗИЗЛ в 1990 г. связана со значительной долей выбросов от пожаров с высоким уровнем неопределенности.

Увеличение общей неопределенности в секторе сельского хозяйства по сравнению с оценками, приведенными в кадастре предыдущего года (33%), объясняются применением новых методических руководств МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006), а также включением новых подкатегорий в сектор ЗИЗЛХ с высокой степенью неопределенности, в частности, расчета прямого и косвенного выброса  $\text{N}_2\text{O}$  при минерализации почвенного органического вещества.

Таблица 6.91

Оценка неопределенности кадастра потоков парниковых газов  
в землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве России в 1990 г.

Категория источника/поглотителя	Выброс парниковых газов, $\text{CO}_2$ - экв., Гг <sup>1)</sup>	Неопределенность	
		%	$\text{CO}_2$ -экв., Гг
<b>4.А Лесные земли</b>	<b>-168030,19</b>	<b>83,9</b>	<b>140966,4</b>
<b>4.А.1 Лесные земли, остающиеся лесными</b>	<b>-176369,63</b>	<b>79,9</b>	<b>140937,3</b>
Фитомасса	-328781,87	32,0	105261,6
Мертвая древесина	-1146,09	37,7	432,5
Подстилка	-9628,52	62,8	6046,8

Категория источника/поглотителя	Выброс парнико- вых газов, CO <sub>2</sub> - экв., Гг <sup>(1)</sup>	Неопределенность	
		%	CO <sub>2</sub> -экв., Гг
Минеральные почвы	-22141,99	65,8	14561,6
Органогенные почвы	6093,36	48,7	2970,0
Мгновенная эмиссия CO <sub>2</sub> от по- жаров	159396,82	57,6	91788,2
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от по- жаров	11960,33	72,8	8707,2
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от по- жаров	7878,33	63,2	4982,7
<b>4.A.2 Земли, переведенные в лесные земли</b>	<b>-202,37</b>	<b>55,4</b>	<b>112,1</b>
Фитомасса	-0,58	25,5	0,1
Мертвая древесина	0,00	32,4	0,0
Подстилка	-33,55	62,2	20,9
Минеральные почвы	-169,01	65,2	110,2
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от по- жаров	0,46	72,8	0,3
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от по- жаров	0,31	63,2	0,2
<b>4 (II) Эмиссии от осушения почв</b>	<b>8541,82</b>	<b>33,5</b>	<b>2861,2</b>
Эмиссия CO <sub>2</sub> от осушения органиче- ских почв	6093,36	44,7	2725,6
Эмиссия N <sub>2</sub> O от осушения органиче- ских почв	1874,28	39,5	740,7
Эмиссия CH <sub>4</sub> от осушения органи- ческих почв	574,18	79,6	457,2
<b>4.B.1 Пахотные земли</b>	<b>320785,84</b>	<b>16,9</b>	<b>54064,5</b>
Живая биомасса	-4870,25	129,6	6311,5
- накопление углерода	-7850,15	75,2	0,0
- потери углерода	2979,90	75,2	0,0
Минеральные почвы	237264,90	22,2	52719,9
Органогенные почвы, CO <sub>2</sub>	82837,33	39,6	8950,2
Органогенные почвы, CH <sub>4</sub>	5553,86	87,5	4862,0
<b>4.C.1 Постоянные кормовые уго- дья</b>	<b>45007,37</b>	<b>16,1</b>	<b>7229,3</b>
Минеральные почвы	-9284,53	12,7	1174,5
- поступление углерода	-978594,95	23,3	228326,2
- вынос углерода	969310,42	9,7	94006,2
Органогенные почвы, CO <sub>2</sub>	51304,99	49,2	6889,0
Органогенные почвы, CH <sub>4</sub>	2622,35	69,7	1827,8
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от по- жаров	174,57	109,8	191,7
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от по- жаров	189,99	113,8	216,2
<b>4.C.2 Земли, переведенные в кор- мовые угодья из пахотных земель</b>	<b>-2457,56</b>	<b>38,9</b>	<b>955,2</b>
Биомасса	-1531,60	44,4	679,8
Мертвое орган. в-во	-1267,24	44,6	565,6
Минеральные почвы	-412,38	14,9	61,4
Органогенные почвы, CO <sub>2</sub>	717,01	49,5	354,8
Органогенные почвы, CH <sub>4</sub>	36,65	69,9	25,6
<b>4.D.1 Постоянные водно-болотные угодья (управляемые земли)</b>	<b>3694,57</b>	<b>67,3</b>	<b>2485,3</b>
Выбросы CO <sub>2</sub>	3389,73	73,0	2472,9
Выбросы CH <sub>4</sub>	260,36	94,5	245,9
Выбросы N <sub>2</sub> O	44,48	79,4	35,3

Категория источника/поглотителя	Выброс парнико- вых газов, CO <sub>2</sub> - экв., Гг <sup>1)</sup>	Неопределенность	
		%	CO <sub>2</sub> -экв., Гг
<b>4.Е.1 Поселения, остающиеся по- селениями</b>	<b>-832,16</b>	<b>32,0</b>	<b>266,4</b>
Фитомасса поступление	-832,16	32,0	266,4
<b>4.Е.2 Земли, переведенные в земли поселений</b>	<b>17611,80</b>	<b>11,6</b>	<b>2048,4</b>
Из лесных земель	17228,56	11,2	1922,9
Фитомасса потери	8935,29	16,4	1465,5
Мертвая древесина	1771,87	16,4	290,6
Подстилка	1583,74	24,2	382,7
Минеральные почвы	4937,66	23,3	1148,5
Выбросы N <sub>2</sub> O при минерализации почвенного органического вещества	383,24	184,2	705,9
<b>4.Г Заготовленные лесоматериалы</b>	<b>-15242,89</b>	<b>21,4</b>	<b>3262,3</b>
4(IV) Непрямые выбросы N <sub>2</sub> O от управляемых почв	86,23	204,7	176,5
<b>ВСЕГО</b>	<b>200623,01</b>	<b>75,4</b>	<b>151197,2</b>

<sup>1)</sup> Положительные величины показывают выброс, отрицательные – поглощение.

<sup>2)</sup> Процентная величина относится к модулю балансовой оценки.

Таблица 6.92

Оценка неопределенности кадастра потоков парниковых газов  
в землепользовании, изменении землепользования и лесном хозяйстве России в 2013 г.

Категория источника/поглотителя	Выброс парнико- вых газов, CO <sub>2</sub> - экв., Гг <sup>1)</sup>	Неопределенность	
		%	CO <sub>2</sub> -экв., Гг
<b>4А Лесные земли</b>	<b>-540920,00</b>	<b>42,7</b>	<b>230771,3</b>
<b>4.А.1 Лесные земли, остающиеся лесными землями</b>	<b>-542998,58</b>	<b>42,5</b>	<b>230756,3</b>
Фитомасса	-612637,95	32,0	196139,8
Мертвая древесина	-61182,59	37,7	23087,8
Подстилка	-18382,32	62,8	11544,3
Минеральные почвы	-78878,32	65,8	51874,1
Органогенные почвы	5077,02	48,7	2474,7
Мгновенная эмиссия CO <sub>2</sub> от по- жаров	182326,35	57,6	104992,1
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от по- жаров	13657,16	72,8	9942,6
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от по- жаров	27022,07	63,2	17090,3
<b>4.А.2 Земли, переведенные в лесные земли</b>	<b>-5038,51</b>	<b>22,0</b>	<b>1108,8</b>
Фитомасса	-3317,84	25,5	845,9
Мертвая древесина	-674,58	32,4	218,5
Подстилка	-97,41	62,2	60,6
Минеральные почвы	-1040,79	65,2	678,5
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от по- жаров	55,51	72,8	40,4
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от по- жаров	36,61	63,2	23,2
<b>4 (II) Эмиссии от осушения почв</b>	<b>7117,09</b>	<b>33,5</b>	<b>2384,0</b>
Эмиссия CO <sub>2</sub> от осушения органиче- ских почв	5077,02	44,7	2271,0
Эмиссия N <sub>2</sub> O от осушения органиче- ских почв	1561,66	39,5	617,1

Эмиссия CH <sub>4</sub> от осушения органических почв	478,41	79,6	380,9
<b>4.B.1 Пахотные земли</b>	<b>126305,96</b>	<b>13,9</b>	<b>17601,7</b>
Живая биомасса	-3384,74	99,2	3358,9
- накопление углерода	-4360,73	75,2	0,0
- потери углерода	975,99	75,2	0,0
Минеральные почвы	71712,04	22,2	15934,3
Органогенные почвы, CO <sub>2</sub>	54335,70	39,6	5870,7
Органогенные почвы, CH <sub>4</sub>	3642,95	87,5	3189,1
<b>4.C.1 Постоянные кормовые угодья</b>	<b>34976,01</b>	<b>15,1</b>	<b>5264,7</b>
Минеральные почвы	-4839,94	12,7	612,3
- поступление углерода	-841493,62	23,3	196337,6
- вынос углерода	836653,67	9,7	81140,8
Органогенные почвы, CO <sub>2</sub>	37603,21	49,2	5049,2
Органогенные почвы, CH <sub>4</sub>	1922,01	69,7	1339,6
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от пожаров	139,22	109,8	152,9
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от пожаров	151,52	113,8	172,4
<b>4.C.2 Земли, переведенные в кормовые угодья</b>	<b>-92242,55</b>	<b>23,3</b>	<b>21496,4</b>
Из пахотных земель			
Биомасса	-31133,52	44,4	13818,8
Мертвое орган. в-во	-25759,67	44,6	11497,1
Минеральные почвы	-53689,25	14,9	7998,1
Органогенные почвы, CO <sub>2</sub>	17456,95	49,5	8637,3
Органогенные почвы, CH <sub>4</sub>	882,93	69,9	616,9
<b>4.D.1 Постоянные водно-болотные угодья (управляемые земли)</b>	<b>2338,01</b>	<b>66,5</b>	<b>1554,0</b>
Выбросы CO <sub>2</sub>	2114,88	73,0	1542,8
Выбросы CH <sub>4</sub>	195,38	94,5	184,5
Выбросы N <sub>2</sub> O	27,75	79,4	22,0
<b>4.E.1 Поселения, остающиеся поселениями</b>			
Фитомасса поступление	-3006,47	32,0	962,5
<b>4.E.2 Земли, переведенные в земли поселений</b>	<b>676,35</b>	<b>342,0</b>	<b>2313,0</b>
Из лесных земель	5279,94	11,1	583,6
Фитомасса потери	2909,87	16,4	477,3
Мертвая древесина	606,44	16,4	99,5
Подстилка	475,53	24,2	114,9
Минеральные почвы	1288,10	23,3	299,6
Из прочих земель	-4734,67	47,0	2225,1
Биомасса	-98,74	26,0	25,7
Почвы	-4635,94	48,0	2225,0
Выбросы N <sub>2</sub> O при минерализации почвенного органического вещества	131,09	184,2	241,5
<b>4.F.2 Земли, переведенные в другие земли</b>	<b>11135,49</b>	<b>26,9</b>	<b>2999,8</b>
Из водно-болотных угодий	4005,47	17,5	701,0
Биомасса	1239,87	41,8	518,1
Мертвое орган. в-во	2121,14	16,3	345,3
Почвы, CO <sub>2</sub>	644,47	50,0	322,2
Из луговых угодий	6512,60	41,1	2674,1
Биомасса	459,17	45,0	206,4
Мертвое орган. в-во	379,91	45,2	171,7
Почвы	5673,52	46,9	2660,5

Продолжение таблицы 6.92

Выбросы N <sub>2</sub> O при минерализации почвенного органического вещества	617,41	188,6	1164,7
<b>4.G Заготовленные лесоматериалы</b>	<b>12692,05</b>	<b>21,4</b>	<b>2716,4</b>
<b>4(IV) Непрямые выбросы N<sub>2</sub>O от управляемых почв</b>	<b>132,77</b>	<b>204,7</b>	<b>271,8</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>-447912,38</b>	<b>51,9</b>	<b>232539,1</b>

<sup>1)</sup> Положительные величины показывают выброс, отрицательные – поглощение.

<sup>2)</sup> Процентная величина относится к модулю балансовой оценки.

## 6.6 Обеспечение и контроль качества

Обеспечение качества кадастра в секторе ЗИЗЛХ выполняется в результате независимого рецензирования соответствующих материалов. Независимым экспертным оценкам методик, данных и результатов кадастра в секторе ЗИЗЛХ способствует их публикация в научных изданиях. Конкретные ссылки приведены в соответствующих разделах по каждой подкатегории выше. Также ежегодно проводится независимая проверка кадастра сектора специалистами соответствующих министерств и ведомств, в частности Рослесхозом, 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 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 лесному хозяйству. Поступающие от них предложения учитываются при подготовке кадастра по сектору в следующем году.

Контроль правильности расчетов и заполнения таблиц ОФД в секторе при подготовке настоящего кадастра включает дополнительную пошаговую проверку исходных данных, расчетов и конечных форм экспертами ФГБУ ИГКЭ, не участвующими напрямую в расчетах.

Для проверки качества разработанной матрицы земель выполняется проверка данных по соотношению суммы площадей всех угодий с общей площадью страны. Контроль качества соотношения категорий земель МГЭИК и земельных угодий и принятых допущений выполняется на ежегодной основе в результате межведомственного рассмотрения Национального доклада о кадастре, которое включает рецензирование Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии.

## 6.7 Перерасчеты и усовершенствования

В настоящем кадастре выполнены следующие перерасчеты и усовершенствования:

1. Применена методология МГЭИК 2006 г. (Руководящие принципы..., 2006).
2. Пересмотрены площади осушенных органогенных почв обрабатываемых земель за 1990-2005 гг. и, соответственно, пересчитаны выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>.
3. При оценке потерь почвенного углерода минеральных почв постоянных пахотных земель величина эрозии и дефляции за 2012 г. была пересмотрена на основе уточненных данных. Это привело к незначительным пересчетам общего баланса углерода в минеральных почвах пахотных земель.
4. В соответствии с решением 24/CP.19 Конференции Сторон РКИК ООН, выбросы CO<sub>2</sub> при известковании обрабатываемых земель теперь приводятся в секторе сельского хозяйства.
5. В связи с применением новых методических руководств МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006), поступление углерода с навозом пастбищных животных на постоянных землях кормовых угодий было пересчитано для всех лет периода 1990-2012.
6. При оценке потерь почвенного углерода минеральных почв на постоянных землях кормовых угодий величина эрозии и дефляции за 2012 г. была пересмотрена на осно-

ве уточненных данных. Это привело к незначительным пересчетам общего баланса углерода в минеральных почвах кормовых угодий.

7. В соответствии с решением 24/СР.19 Конференции Сторон РКИК ООН, выбросы  $N_2O$  от осушенных органических почв кормовых угодий теперь представлены в секторе сельского хозяйства.
8. В настоящем кадастре впервые выполнены оценки выбросов парниковых газов от осушенных органических почв бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья. Расчеты выполнены для всех лет периода с 1990 по 2013 годы.
9. В настоящем кадастре впервые выполнены оценки изменений запасов углерода при конверсии других земель в луговые угодья в результате рекультивации. Расчеты выполнены для всех лет периода с 1990 по 2013 годы.
10. При оценке изменений запасов углерода почв лесных земель, переведенных в земли поселений, усовершенствована методика расчетов, выполнены соответствующие пересчеты для всех лет.
11. В результате проведения процедур контроля качества матрицы земель были пересмотрены площади земель, переустроенных в земли поселений (из пахотных земель; из других земель) и другие земли (из пахотных земель...) за 2009-2012 гг. Впервые оценены выбросы и поглощение парниковых газов при конверсии неуправляемых луговых угодий в другие земли. Уточнение матрицы привело к исчезновению площадей земель поселений, переведенных в другие земли.
12. Категория выбросы  $N_2O$  при минерализации почвенного органического вещества оценена в настоящем кадастре впервые.
13. Впервые выполнены оценки изменения запасов углерода в резервуаре заготовленных лесоматериалов.

Выполненные пересчеты привели к следующим изменениям оценок поглощения  $CO_2$  и выбросов  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$ , выполненных в 2015 г. для 2012 года, по сравнению с кадастром 2014 года:

- для категории «4.А Лесные земли» выбросы  $CO_2$  в 2012 году увеличились на 12,8% (на 86 581 тыс. тонн  $CO_2$ ), выбросы  $CH_4$  и  $N_2O$  увеличились соответственно на 19,1% (на 2 524 тыс. тонн  $CO_2$  экв.) и на 118,6% (на 14 363 тыс. тонн  $CO_2$  экв.);
- для категории «4.В Возделываемые земли» выброс  $CO_2$  в 2012 году сократился на 0,2% (на 345 тыс. тонн  $CO_2$ );
- для категории «4.С Сенокосы и пастбища» поглощение  $CO_2$  в 2012 году увеличилось на 1,9% (на 1 503 тыс. тонн  $CO_2$ );
- для категории «4.Д Водно-болотные угодья» выбросы  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$  при торфоразработках не изменились;
- для категории «4.Е Поселения» выбросы  $CO_2$  сократились 95,2% (на 9 125 тыс. тонн  $CO_2$ );
- для категории «4.Ф Другие земли» выбросы  $CO_2$  не изменились;
- в целом по сектору ЗИЗЛХ перерасчеты привели к сокращению выбросов парниковых газов в 2012 году на 1,1% (на 5 998 тыс. тонн  $CO_2$ -экв.).

В настоящем кадастре также выполнены усовершенствования представления информации в таблицах ОФД и главе 6 НДК, которые включают:

- применение нового формата таблиц ОФД;
- пересмотр структуры главы 6 в настоящем докладе в соответствии с решением 24/СР.19 Конференции Сторон РКИК ООН.

**В ответ на замечания экспертов** в настоящем кадастре выполнено:

- изменена структура методического раздела по лесным землям, остающимся лесными землями (отдельно рассмотрена методика по пулам биомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы);
- в таблицах ОФД отдельно приведены оценки выбросов  $CO_2$  от деструктивных лесных пожаров;
- улучшение полноты отчетности (включены оценки от ранее не оцениваемых категорий землепользования и изменений в землепользовании);



- улучшены региональные оценки по категории лесных земель, переведенных в земли поселений;
- применены процедуры контроля качества введенных данных и рассчитанных трендов выбросов и поглощения парниковых газов в секторе, а также согласованности между информацией в НДК и ОФД;
- улучшены объяснения причин трендов выбросов и поглощения парниковых газов в секторе;
- рекомендация по изменению уровня сложности расчетов по резервуару биомассы на постоянных пахотных землях не была применена, учитывая, что данная подкатегория не является ключевой;
- уточнены площади органических почв на постоянных пахотных землях за период с 1990 по 2005 гг.;
- исправлена ошибка в таблице 6.63 (табл. 7.61 в НДК 2014) по запасам углерода в мертвом органическом веществе на луговых угодьях;
- изменения запасов углерода на органогенных почвах бывших пахотных земель, переведенных в кормовые угодья приведены и рассчитаны отдельно от минеральных почв;
- рекомендация по отдельной отчетности выбросов  $N_2O$  при внесении минеральных азотных удобрений в лесные земли не применена, учитывая, что эти выбросы уже включены в отчетность сектора сельского хозяйства, а также в связи с тем, что специального коэффициента выбросов  $N_2O$  для лесных почв не рекомендовано в (Руководящие принципы..., 2006).

## 6.8 Планируемые усовершенствования

В соответствии с планом усовершенствований Российского национального кадастра парниковых газов, в секторе ЗИЗЛХ 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.

Дальнейшее усовершенствование существующих методологий расчетов, уточнение пересчетных коэффициентов и исходных данных по деятельности при расчете выбросов парниковых газов в секторе землепользования, изменения в землепользовании и лесного хозяйства России будет выполняться в соответствии с получением необходимой статистической информации и новых научных данных в данной области исследований.

## 7. ОТХОДЫ (Сектор 5 ОФД)

### 7.1 Обзор по сектору

Учитываемые парниковые газы в секторе «Отходы» включают выбросы:

- $\text{CH}_4$  от захоронения твердых отходов на свалках и полигонах;
- $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от биологической обработки отходов;
- $\text{CH}_4$  от очистки коммунально-бытовых и промышленных сточных вод;
- косвенные выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  от бытовых стоков.

Выбросы от сжигания твердых бытовых отходов и ила, а так же от сжигания биогаза на сооружениях очистки сточных вод отнесены к сектору «Энергетика» так как сопровождаются утилизацией выделяющейся энергии и тепла.

Суммарный выброс парниковых газов по сектору составил в 2013 г. 106 007 Гг  $\text{CO}_2$ -экв., что соответствует 3,8% совокупного выброса парниковых газов в Российской Федерации без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства (рис. 7.1). Начиная с 1997 года, в секторе отмечается устойчивый 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 некоторых отраслях промышленности, повлекшим за собой рост объемов очистки сточных вод. В 2013 г. выброс парниковых газов в секторе «Отходы» увеличился на 3,2% по сравнению с 2012 г.

Прирост выбросов ПГ по сектору в 2013 г. по сравнению с 1990 годом составил 35,8%. При этом прирост выбросов от захоронения твердых бытовых отходов в 2013 г. по сравнению с 1990 годом составил 70%. Данный источник вносит наибольший вклад в общий выброс парниковых газов от сектора «Отходы» (69% в 2013 г.).

Выбросы  $\text{CH}_4$  от захоронения промышленных отходов дают небольшой вклад в общий объем выбросов (до 4,6% в 2013 году) по сектору, при этом демонстрируя небольшой постоянный рост с 2001 года. В 2013 г. Такие выбросы были на 23,3% выше уровня 1990 г., что связано с увеличением экономической активности промышленных производств и накоплением отходов от их деятельности.

Выбросы от других источников либо уменьшились по сравнению с 1990 годом (выбросы метана от очистки коммунально-бытовых сточных вод), либо остались практически на том же уровне.

Выбросы  $\text{CH}_4$  от процессов очистки коммунально-бытовых сточных вод являются следующим по величине вкладом, составив в 2013 году 14,8% всех выбросов от сектора «Отходы». При этом такие выбросы в 2013 г. были на 14,3% ниже уровня 1990 г., с незначительным трендом к снижению практически весь период. Что связано с уменьшением численности населения и его доли, проживающего в не канализованных районах.

Выброс метана от очистки промышленных сточных вод в 2013 г. был на 5,6% ниже соответствующего уровня 1990 г. Выбросы этой категории источников сильно зависят от изменений в уровне экономического развития различных секторов промышленности, и отличаются разнонаправленными трендами в разные периоды. Так, начиная с 1997 года, снижение выбросов сменяется их устойчивым ростом до 2008 года, последние годы характеризуются неустойчивой динамикой. В этот период возрастает и ее вклад в общий выброс парниковых газов по сектору (до 8,7% в 2013 г.). В 2013 г. рост выбросов метана, связанных с очисткой промышленных сточных вод, по сравнению с 2012 годом был незначителен, составляя 1,4%.

Косвенный выброс  $\text{N}_2\text{O}$  от бытовых стоков в 2013 г. был несколько (на 0,5%) больше выброса 1990 г., что продолжило тенденцию устойчивого их роста после 2001 года. Этот подъем связан с увеличением потребления населением белковой пищи, начавшиеся после 2000 года. При этом изменения объема выбросов по сравнению с предыдущим годом практически отсутствовали (менее 0,2%).

Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$  от биологической обработки твердых бытовых отходов оцениваются как незначительные, за весь период расчета не превышая 57 Гг  $\text{CO}_2$ -экв. (для метана) и 51 –

для  $N_2O$ . Изменение количества выбросов связано с деятельностью нескольких функционирующих в России заводов по компостированию отходов.

Тренды выбросов парниковых газов в секторе «Отходы» представлены в таблице 7.1 и на рисунке 7.2, соотношения объемов выбросов разных газов от различных источников – на рисунке 7.1.

В связи с использованием в последних расчетах новых методологий МГЭИК для расчетов выбросов парниковых газов (МГЭИК, 2006), а так же внесением изменений в ряды данных о деятельности, был произведен пересчет значений выбросов для всего временного ряда. При этом выбросы 1990 года увеличились на 27,3%, а выбросы 2012 года – на 22,3%.

Таблица 7.1

Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы», Гг CO<sub>2</sub>-экв.<sup>1)</sup>

Год	Захоронение твердых отходов			Биологическая обработка отходов			Очистка сточных вод				Итого
	Выброс CH <sub>4</sub> от ТБО	Выброс CH <sub>4</sub> от ТПО	Итого	Выброс CH <sub>4</sub> от компостирования отходов	Выброс N <sub>2</sub> O от компостирования отходов	Итого	Выброс CH <sub>4</sub> от сточных вод ЖКХ	Выброс CH <sub>4</sub> от промышленных сточных вод	Выброс N <sub>2</sub> O от фекальных сточных вод	Итого	
<b>1990</b>	42980	3985	46964	24	21	45	18273	9749	3038	31060	78070
<b>1995</b>	47405	4351	51756	36	32	68	17754	4448	2716	24918	76742
<b>2000</b>	50157	4199	54356	43	38	81	16954	5323	2567	24843	79280
<b>2004</b>	53807	4264	58071	43	38	81	16383	7162	2677	26222	84373
<b>2005</b>	55256	4315	59571	43	38	81	16310	7588	2772	26670	86321
<b>2006</b>	56730	4375	61105	43	38	81	16262	7972	2797	27031	88217
<b>2007</b>	58503	4449	62952	43	38	81	15886	8570	2890	27346	90379
<b>2008</b>	60490	4539	65029	43	38	81	15696	8536	2924	27156	92266
<b>2009</b>	62549	4628	67177	43	39	82	15654	8236	2941	26831	94090
<b>2010</b>	64875	4644	69519	57	51	107	15604	8280	2972	26856	96482
<b>2011</b>	67342	4735	72077	42	38	80	15703	8823	2979	27505	99661
<b>2012</b>	69944	4865	74810	49	44	92	15669	9080	3047	27796	102698
<b>2013</b>	73068	4912	77980	55	49	103	15665	9204	3054	27923	106007

<sup>1)</sup> С округлением

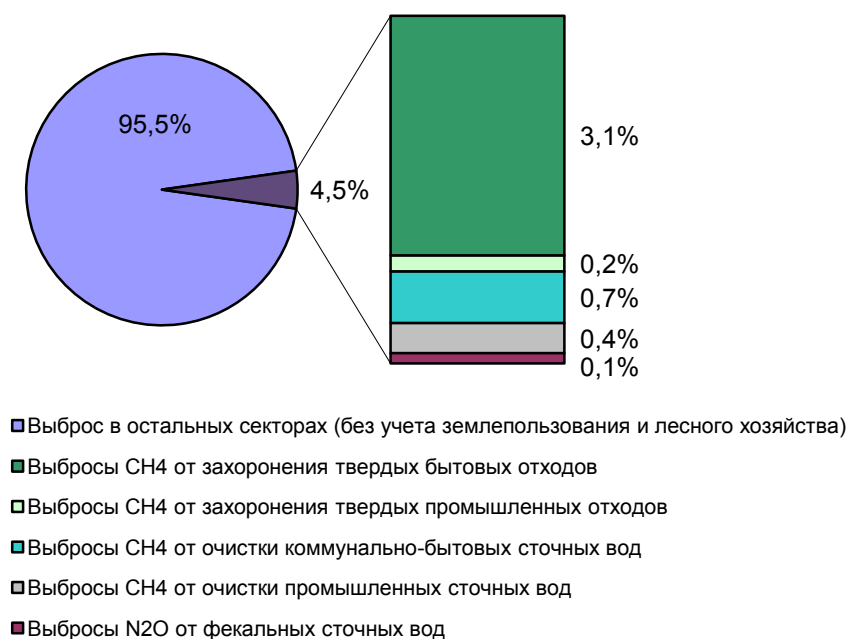


Рисунок 7.1 – Доля сектора «Отходы» в суммарном выбросе парниковых газов в 2013 г.  
(прим. Выбросы парниковых газов от биологической обработки отходов не показаны ввиду их незначительности)

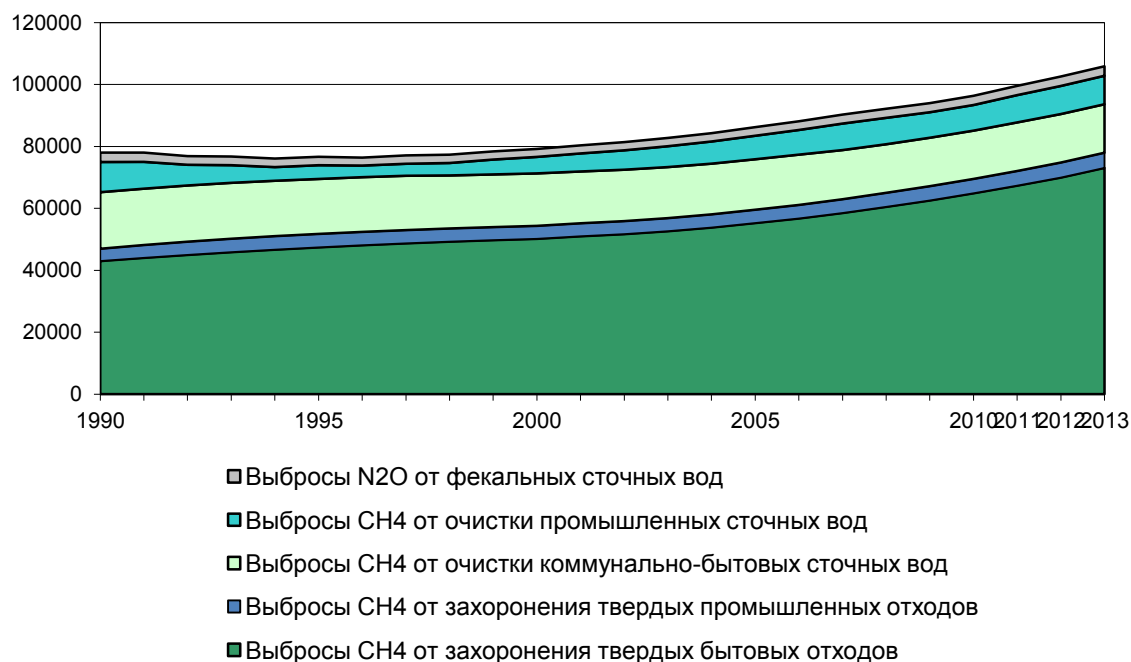


Рисунок 7.2 – Выбросы парниковых газов в секторе «Отходы» в 1990-2013 гг., Гг CO<sub>2</sub>-экв.  
(прим. Выбросы парниковых газов от биологической обработки отходов не показаны ввиду их незначительности)

## 7.2 Захоронение твердых отходов на свалках и полигонах (5.А)

### 7.2.1 Описание источников выбросов парниковых газов

Отходами являются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Одним из способов утилизации отходов в России является их размещение (захоронение) на специально оборудованных площадках, предназначенных для изоляции и обезвреживания отходов. Некоторая часть отходов размещается на несанкционированных объектах – свалках.

В расчет выбросов включены следующие отдельные категории отходов:

- твердые бытовые отходы (ТБО);
- твердые промышленные (в т.ч. от сельского хозяйства, за исключением навоза) отходы (ТПО).

Выбросы от обращения с навозом рассмотрены в секторе «Сельское хозяйство». Выбросы от осадка и активного ила сточных вод рассматриваются совместно с выбросами от сточных вод в разделах 7.4 и 7.5 и исключены из раздела 7.2.

К твердым (коммунальным) бытовым отходам в России относят отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, объектах бытового обслуживания и торговли, отходы от отопительных устройств местного отопления, смет с дворовых территорий и крупногабаритные отходы. В крупных населенных пунктах сбор таких отходов обычно организуется централизованно муниципалитетами или другими органами местного самоуправления.

К промышленным отходам отнесены отходы, образующиеся в результате производственной деятельности предприятий, в том числе сельскохозяйственных.

Твердые бытовые и промышленные отходы (за исключением отходов горнорудной промышленности) чаще всего захораниваются специально оборудованных площадках – полигонах, где производится их размещение в грунте или специальных картах, а также уплотнение и покрытие изоляционным материалом. (СП 2.1.7.1038-01, СанПиН 2.1.7.1322-03)

Захоронение промышленных отходов осуществляется в зависимости от их опасности, как на специализированных полигонах, так и на полигонах для бытовых отходов. На полигоны ТБО принимаются отходы жилищно-коммунального сектора и некоторые виды твердых промышленных отходов 3-4 класса опасности. Бытовые отходы, собираемые населением самостоятельно обычно размещаются на некропных полигонах (свалках), в том числе могут несанкционированно размещаться в окружающей среде.

Большая часть отходов в стране размещаются на крупных и очень крупных контролируемых полигонах (Е. П. Волынкина, 2010). Значимые для расчетов проекты по извлечению метана из мест захоронения отходов за исследуемый период в России отсутствуют.

Результаты оценки выбросов за период 1990-2013 гг. представлены в таблице 7.2. Как видно из таблицы, величина выбросов возрастает в течении всего периода, что связано, главным образом, с ростом объемов образования и захоронения ТБО, происходящим, несмотря на уменьшение численности населения страны.

### 7.2.2 Методика оценки выбросов

Для выполнения расчетной оценки выбросов метана использовался метод затухания первого порядка с использованием национальных параметров, соответствующий уровню 2 МГЭИК (формулы 3.4 и 3.5 (МГЭИК, 2006).

В данную категорию включены выбросы  $\text{CH}_4$  от контролируемых анаэробных (5.А.1.а) полигонов и неконтролируемых (5.А.2) свалок твердых отходов.

Оценка выбросов метана от объектов захоронения отходов выполнена как сумма рассчитанных по отдельности оценок выбросов от захоронения централизованно вывозимых на контролируемые полигоны ТБО и ТПО; а так же от неглубоких неконтролируемых свалок, на которые население нецентрализованно размещает свои отходы.

Таблица 7.2

Выбросы  $CH_4$  от захоронения твердых отходов на свалках и полигонах, Гг<sup>1)</sup>

Год	Категории отходов		Из них:		Итого
	ТБО	ТПО	Контролируемые	Неконтролируемые	
1990	1719	159	1681	198	1879
1995	1896	174	1874	196	2070
2000	2006	168	1984	190	2174
2004	2152	171	2134	189	2323
2005	2210	173	2193	189	2383
2006	2269	175	2254	190	2444
2007	2340	178	2326	192	2518
2008	2420	182	2407	194	2601
2009	2502	185	2491	196	2687
2010	2595	186	2582	199	2781
2011	2694	189	2681	202	2883
2012	2798	195	2788	205	2992
2013	2923	196	2910	209	3119

<sup>1)</sup> С округлением

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 и экономическому развитию России, в расчетах был использован временной ряд с 1960 года.

#### Коэффициент конверсии метана (MCF)

Все свалки и полигоны, на которые централизованно вывозятся ТБО из населенных пунктов, в соответствии с определением МГЭИК, считались контролируемыми анаэробными, и для них принимался MCF, равный 1 (МГЭИК, 2006). Свалки и полигоны, отходы на которые поступают нецентрализованно, считались неконтролируемыми неглубокими свалками, и для них принимался MCF, равный 0,4 (МГЭИК, 2006). Все полигоны, на которые вывозятся ТПО, считались контролируемыми анаэробными свалками, и для них принимался коэффициент MCF, равный 1 (МГЭИК, 2006).

#### Содержание органического углерода

Содержание в твердых бытовых отходах органического углерода (DOC) оценивалось по многолетним результатам изучения состава ТБО СССР и России (Справочник, Мирный А.Н., 1990; Справочник, В. Г. Систер, 2001; Справочник, А. Н. Мирный, 1985; Справочник, Мирный А.Н., 2005; Справочник, Мирный А.Н., 2010), данные приведены в таблице 7.3. Средневзвешенное содержание биоразлагаемого органического углерода DOC(x) в ТБО для периода 1990-2013 годов рассчитывалось с учетом имеющихся данных по эволюции его фракционного состава и национальных данных о содержании DOC в этих компонентах (МГЭИК, 2006; Методические указания, 1989; Справочник, Мирный А.Н., 2010; экспертная оценка). Для 1980 года и более ранних лет было принято постоянное значение DOC равное 0,25, рассчитанное как среднее по нескольким источникам. Эти значения DOC(x) были приняты для расчетов эмиссии метана от захоронения ТБО как на контролируемых, так и на неконтролируемых полигонах (свалках).

Для оценки содержания DOC в промышленных отходах из общего списка отходов России, классифицированных по типам промышленности, были выбраны отрасли в соответствии с классификацией МГЭИК (таблица 2.5 МГЭИК 2006). Используемые для расчетов значения по умолчанию DOC в соответствующих отходах приведены в таблице 7.3. Изменение состава отходов во времени не учитывалось.

#### Постоянная реакции (k)

Постоянные реакции k для расчетов как ТБО, так и промышленных отходов рассчитаны как среднее из рекомендованных МГЭИК 2006 значений для сухих и влажных отходов при их разложении в арктической и умеренной климатической зоне.

При проведении расчетов выбросы от всех фракций ТБО оценивались совместно (с использованием подхода «крупногабаритных отходов», МГЭИК, 2006), а для промышленных отходов отдельно по отходам от разных типов промышленности. Используемые значения  $k$  приведены в таблицах 7.3 (для ТБО) и 7.4 (для ТПО).

Доля органического углерода, подвергшегося распаду: доли метана в свалочном газе и коэффициент окисления метана

Значения доли органического углерода, подвергшегося распаду ( $DOC_F=0,55$ ) и доли метана в свалочном газе ( $F=0,5$ ) и приняты по умолчанию (МГЭИК, 2006). Коэффициент окисления метана принимался равным нулю (МГЭИК, 2006). Эти значения использованы во всех расчетах выбросов.

Таблица 7.3

*Усредненный морфологический состав основных органических компонентов ТБО ( % по сырой массе), содержание DOC (%) и постоянная реакции  $k$*

Компонент/год	DOC	1980	1990	2000	2004	2008	2012
Бумага	27	27,2	24,7	30,0	32,5	41,5	43,5
Текстиль	32	5,3	5,7	4,3	4,3	4	4
Кости	41	1,9	1,9	1,5	1,5	1,5	1,5
Пищевые отходы	13	36,2	35,3	40,0	35,2	29,5	28
Дерево	41	2,1	2,3	2,2	2,2	1,5	1,5
Отсев	70	13,8	11,3	6,0	6,0	6	6
DOC (средневзвешенный)		25,0	22,7	20,4	20,4	21,8	22,1
Постоянная реакции $k$	-0,07	среднее МГЭИК 2006 для сухих и влажных крупногабаритных отходов					

Таблица 7.4

*Содержание DOC в отходах разных типов промышленности России (%) и постоянная реакции  $k$  для них*

Тип промышленности	DOC	$k$
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	15,0	-0,13
Текстильное и швейное производство	24,0	-0,05
Обработка древесины и производство изделий из дерева Лесное хозяйство и предоставление услуг в этой области	43,0	-0,025
Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	40,0	-0,05
Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях Рыболовство, рыбоводство	20,0	-0,075
Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	40,0	-0,05
Строительство	4,0	-0,025

Рекуперация метана

Рекуперация и утилизация свалочного метана на свалках в России проводилась только на полигонах ТБО и в весьма ограниченных масштабах. Ввиду незначительности количества извлеченного метана, его сбор и утилизация в оценках эмиссии  $CH_4$  от захоронения твердых отходов не учитывается.



Исходные данные для ТБО

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 2005-2012 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 1975 г. Суммарная годовая установленная мощность мусоросжигающих заводов в 1975-2002 гг. определялась по данным работ (Мирный, 1997, Зайцев, 2004, Сперанская, 2004). Коэффициент использования мощности мусоросжигающих заводов принят равным 0,7 на основании анализа данных, приведенных в работе (Сперанская, 2004). Начиная с 2003 г. использовались также фактические данные о количестве сжигаемых на заводах отходов, публикуемые в ежегодных докладах Роспотребнадзора и докладах об охране окружающей среды, издаваемых в регионах России, а так же в официальных отчетах заводов. Утилизация ТБО с производством компоста применяется с 1971 г. Суммарная годовая мощность мусороперерабатывающих предприятий по производству компоста в 1971-2009 гг. определялась на основании данных, приведенных в работах (Мирный, 1997, Зайцев, 2004, Сперанская, 2004). Общее количество ТБО, направляемых на сжигание и переработку на компост, относительно невелико и в период после 1990 г. составляет около 2,0-3,5% от всех централизованно вывозимых твердых бытовых отходов. Сводные данные о вывозе, сжигании, переработке и захоронении твердых бытовых отходов приводятся в таблице 7.5.

Таблица 7.5

*Централизованный вывоз ТБО для захоронения, сжигания и переработки на компост,*  
млн. т

Год	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2004	2005
Централизованный вывоз ТБО	3,0	6,8	10,7	16,2	22,0	24,8	26,4	28,5	31,8	38,5	39,1
Сжигание ТБО	–	–	–	0,05	0,15	0,50	0,55	0,42	2,03	0,59	0,61
Переработка на компост	–	–	–	0,31	0,31	0,31	0,24	0,36	0,43	0,43	0,43
Захоронение на свалках и полигонах	3,0	6,8	10,7	15,84	21,54	23,99	25,61	27,75	31,01	37,48	38,14
Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
Централизованный вывоз ТБО	42,0	44,0	45,8	48,0	49,4	50,6	55,8	56,4			
Сжигание ТБО	0,72	0,70	1,07	1,03	0,99	1,019	0,980	1,103			
Переработка на компост	0,427	0,427	0,427	0,433	0,57	0,42	0,49	0,55			
Захоронение на свалках и полигонах	40,83	43,06	44,31	46,50	47,88	49,20	54,24	55,04			

Для расчета количества ТБО, вывозимых и захораниваемых нецентрализованно (неконтролируемые неглубокие свалки), были использованы экспертные оценки, основанные на имеющихся современных данных по отдельным регионам Российской Федерации о проценте населения, охваченного системой централизованного вывоза отходов.

Для расчетов было сделано допущение, что только население, проживающее в сельских населенных пунктах, использует нецентрализованных вывоз отходов, а в 1960 году все сель-

ское население страны не было охвачено системой централизованного вывоза ТБО. Недостающие данные были рассчитаны путем интерполяции.

Таким образом, количество отходов, ежегодно захораниваемых на неконтролируемых свалках рассчитывалось как количество жителей, не охваченных системой централизованного вывоза, умноженное на удельное образование отходов. При этом количество отходов, образуемых на одного жителя, оценивалось исходя из ежегодных данных по централизованному вывозу. Все нецентрализованно собираемые отходы считаются размещаемыми на свалках. Итоговые данные представлены в таблице 7.6.

Таблица 7.6

*Численность городского и сельского населения, нецентрализованный вывоз ТБО*

Год	Численность населения на начало года, млн. чел,		Нецентрализованный вывоз ТБО, млн. тонн
	городского	сельского	
1960	63,7	55,3	2,6
1965	73,2	53,1	4,5
1970	80,6	49,3	5,5
1975	88,9	44,8	6,4
1980	96,2	42,0	7,1
1985	102,4	40,2	6,6
1990	108,8	38,9	5,97
1995	108,3	40,2	6,08
2000	107,4	39,5	6,12
2004	106,0	38,3	6,72
2005	105,2	38,6	6,78
2006	104,8	38,4	7,11
2007	104,7	38,1	7,28
2008	104,9	37,9	7,33
2009	104,9	37,8	7,50
2010	105,0	37,8	7,53
2011	105,4	37,5	7,64
2012	105,7	37,3	8,37
2013	106,1	37,2	8,42

Исходные данные для ТПО

Данные статистической отчетности по объемам захоронения ТПО за 2009-2013 гг. (по типам промышленности) были предоставлены Росприроднадзором. В состав данных включены все виды отходов производства и потребления, включая вещества, полученные в процессе очистки отходящих газов и сточных вод, кроме радиоактивных веществ. Для проведения расчетов были выделены те типы промышленности, которые содержат органический углерод и образуют отходы, соответствующие таблице 2.5 МГЭИК (МГЭИК, 2006).

Поскольку надежных статистических данных по объемам захоронения отходов по типам промышленности до 2006 г. не имеется, объемы захоронения, начиная с 1960 года, определялись с помощью драйверов, в качестве которых были выбраны индекс промышленного производства и индекс производства продукции сельского хозяйства России (Народное хозяйство РСФСР, 1965-1990). При этом, межгодовое изменение объема захоронения ТПО считалось пропорциональным межгодовым изменениям индексов. Итоговые значения приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7

Индексы промышленного производства и производства продукции сельского хозяйства и масса захороненных промышленных отходов

Год	Индексы, % к 2000 году		Захоронение на полигонах отходов, образованные в отраслях производства, т.						
	Промыш- ленного про- изводства	Производ- ства продук- ции сельско- го хозяйства	Целлюлозно- бумажного, изда- тельного и поли- графического	Текстильного и швейного	Древесины и изделий из дерева, лес- ного хозяй- ства	Кожы, изделий из кожи	Строительства	Производства пищевых продуктов	Сельского хо- зяйство и охо- ты, рыболов- ства и рыбо- водства
1960	38	99,5	318450,1	18365,2	24527,1	36,8	70205,3	10863,2	128229,1
1965	55	108,2	464677,2	26798,2	35789,6	53,6	102442,5	15851,4	139769,7
1970	81	134,5	684667,7	39485,2	52733,3	79,0	150941,5	23355,8	173109,3
1975	115	134,3	972863,5	56105,7	74930,3	112,3	214477,0	33186,9	172615,7
1980	141	139,5	1191389,4	68708,2	91761,2	137,5	262653,1	40641,4	179287,4
1985	167	154,4	1408104,5	81206,3	108452,7	162,6	310430,0	48034,1	198696,3
1990	191	164,7	1607653,0	92714,4	123822,0	185,6	354422,4	54841,3	212605,0
1995	95	110,3	797395,9	45986,3	61415,7	92,1	175793,5	27201,3	142374,9
2000	100	100	914754,5	52754,5	70454,7	105,6	201666,3	31204,7	133460,3
2004	125	110,4	1141380,0	65824,1	87909,5	131,8	251628,1	38935,5	147260,5
2005	131	112,2	1199590,4	69181,2	92392,9	138,5	264461,1	40921,2	149616,7
2006	139	115,6	1275164,5	73539,6	98213,6	147,2	281122,1	43499,2	154105,2

Год	Индексы, % к 2000 году		Захоронение на полигонах отходов, образованные в отраслях производства, т.						
	Промыш- ленного про- изводства	Производ- ства продук- ции сельско- го хозяйства	Целлюлозно- бумажного, изда- тельского и поли- графического	Текстильного и швейного	Древесины и изделий из дерева, лес- ного хозяй- ства	Кожи, изделий из кожи	Строительства	Производства пищевых продуктов	Сельского хо- зяйство и охо- ты, рыболов- ства и рыбо- водства
2007	149	119,4	1361875,7	78540,3	104892,1	157,2	300238,4	46457,2	159190,6
2008	150	132,3	1370047,0	79011,5	105521,5	158,2	302039,9	46735,9	176383,2
2009	134	134,2	890519,1*	189857,5*	94230,7	380,8*	353301,4*	69945,0*	178852,6
2010	144	119,0	1508416,7*	224,3*	91440,5*	144,9*	207399,4*	57213,1*	131982,6*
2011	151	146,4	1477284,4*	85,5*	109390,4*	159,1	215588,2*	61841,4*	485184,4*
2012	156	139,4	1172292,9*	31,8*	102051,9*	133,2*	445092,3*	22127,7*	304617,4*
2013	156	147,5	1758436,2*	190199,0*	235372,4*	88,9*	267369,7*	13481,1*	90482,8*

\* – данные, полученные из статистической отчетности Росприроднадзора

### 7.2.3. Перерасчеты

В связи с изменением методики расчета как для бытовых, так и промышленных отходов, был произведен пересчет выбросов метана для всего временного ряда. При этом выбросы 1990 года увеличились на 66.5%, а выбросы в 2012 году – на 39.8%.

### 7.2.4. Планируемые усовершенствования

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.

## 7.3 Биологическая обработка твердых отходов (5.В.)

### 7.3.1 Описание источников выбросов парниковых газов

Оценка выбросов парниковых газов от биологической обработки твердых отходов включает оценку выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  от компостирования ТБО.

Утилизация ТБО по технологии аэробного биотермического компостирования применяется в России с 1971 года на специализированных мусороперерабатывающих заводах. Анаэробная переработка бытовых отходов и биологическая обработка промышленных отходов в расчетах не учитывается, так как сведения о такой деятельности отсутствуют. Выбросы от осадка и активного ила сточных вод рассматриваются совместно с выбросами от сточных вод в разделах 7.4 и 7.5 и исключены из раздела 7.3.

К твердым (коммунальным) бытовым отходам в России относят отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, объектах бытового обслуживания и торговли, отходы от отопительных устройств местного отопления, смет с дворовых территорий и крупногабаритные отходы.

Образующиеся при биологической обработке конечные продукты чаще всего удаляются на полигоны (свалки) отходов, либо (в редких случаях) используют в ландшафтном планировании территорий.

### 7.3.2 Методика оценки выбросов

Выбросы  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  при биологической обработке рассчитаны с помощью метода по умолчанию, указанного в уравнениях 4.1 и 4.2. (МГЭИК, 2006). Полученные результаты приведены в таблице 7.8.

#### Коэффициенты выбросов

При оценке выбросов парниковых газов от компостирования ТБО использованы факторы по умолчанию для выбросов  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  при биологической обработке (таблица 4.1 МГЭИК, 2006).

#### Исходные данные для ТБО

Утилизация ТБО с производством компоста применяется в России с 1971 г. Для периода 1990-2009 годов были использованы данные о суммарной годовой мощности мусороперерабатывающих предприятий по производству компоста, которая определялась на основании данных, приведенных в литературных источниках (Мирный, 1997, Зайцев, 2004, Сперанская, 2004). Для более поздних лет были использованы данные, полученные непосредственно от заводов. Данные о биологической переработке ТБО приводятся в таблице 7.5, при этом общее количество компостируемых отходов, относительно всех образующихся ТБО, очень невелико. Проекты по рекуперации образующегося биогаза в России не производились.

Таблица 7.8

Выбросы парниковых газов от биологической обработки отходов, Гг

Год	Выброс $\text{CH}_4$	Выброс $\text{N}_2\text{O}$
1990	1,0	0,1
2000	1,4	0,1
2004	1,7	0,1
2005	1,7	0,1
2006	1,7	0,1
2007	1,7	0,1
2008	1,7	0,1
2009	1,7	0,1
2010	1,7	0,1
2011	2,3	0,2
2012	1,7	0,1
2013	2,0	0,1

### 7.3.3 Планируемые усовершенствования

В дальнейшем планируется уточнение количества отходов, подвергаемой биологической переработке, а так же применяемых технологий.

## 7.4 Выбросы от сжигания отходов (5.C)

### 7.4.1 Описание источников

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  $\text{CO}_2$  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, 2006) выбросы от сжигания отходов заводах отнесены к сектору «Энергетика». Выбросы от сжигания ископаемой части отходов учитывались как выбросы от твердого топлива, от сжигания биогенной части отходов – как выбросы от биомассы.

Специализированные заводы по сжиганию ТБО действуют в России с 1975 года. Отходы перед сжиганием практически не сортируются и все фракции обрабатываются совместно (Абрамов, 1991; Справочник, Мирный А.Н., 2010). Часть осадка, образуемого при обработке сточных вод ЖКХ сжигается на специализированных заводах в г.Санкт-Петербурге (Васильев, Григорьева, 2006).

### 7.4.2 Методика оценки выбросов

Для выполнения расчетной оценки выбросов  $\text{CO}_2$  использовалась методика уровня 2 МГЭИК (уравнение 5.2, МГЭИК, 2006), отдельно для выбросов от биогенного и ископаемого углерода. 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.

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).

Количество сожженного ТБО пересчитывалось в энергетические единицы (ТДж) исходя из низшей теплоты сгорания ТБО 5,78 МДж/кг (Пурим, 2002). Теплотворная способность влажного осадка была принята 19000 КДж/кг.

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 1990-2013 гг. находился в пределах 45,4-149,8 Гг, связанный с биогенной частью – в пределах 258,8-739,2 Гг. Выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$  в этот период не превышали 0,2 Гг.

Ввиду небольшого общего объема сжигания осадка, выбросы парниковых газов очень невелики: выброс  $\text{CO}_2$  на протяжении 1990-2012 гг. находился в пределах 36,9-144,8 Гг, выброс  $\text{N}_2\text{O}$  в этот период не превышали 0,1 Гг.

#### Доля ископаемого (FCF) и органического (DOC) углерода

В расчетах использованы национальные данные о компонентном составе ТБО, а так же об элементном составе этих компонентов, указанные в таблицах 7.3 и 7.9.

Содержание в твердых бытовых отходах ископаемого органического углерода (DOC) оценивалось по многолетним результатам изучения состава ТБО СССР и России (Справочник, Мирный А.Н., 1990; Справочник, В. Г. Систер, 2001; Справочник, Мирный А.Н., 2005; Справочник, Мирный А.Н., 2010). Средневзвешенное содержание DOC и Сиск в ТБО для периода 1990-2013 годов рассчитывалось с учетом имеющихся данных по эволюции его фракционного состава и национальных данных о содержании DOC в этих компонентах (МГЭИК, 2006; Методические указания, 1989; Справочник, Мирный А.Н., 2010; экспертная оценка).

Влажность сжигаемого осадка принята равной 74%, доля органического углерода – 0,38 (Васильев, Григорьева, 2006).

Таблица 7.9

*Усредненный морфологический состав основных содержащих Сиск компонентов ТБО ( % по сырой массе), и содержание Сиск (%)*

Компонент/год	С иск.	1990	2000	2004	2008	2012
Бумага	0,6	24,7	30,0	32,5	41,5	43,5
Текстиль	8,2	5,7	4,3	4,3	4	4
Резина	12,9	3,3	1,4	1,4	0,7	0,7
Пластик	55,2	2,8	3,8	5,5	5,5	5,0
Отсев	6,8	11,3	6,0	6,0	6	6
Прочие	2,7	1,7	2,4	2,2	8,2	1,5
Сиск. (средневзвешенный)		2,8	3,1	4,1	4,0	3,7

#### Коэффициент окисления углерода (OF)

В расчетах использовано значение OF по умолчанию МГЭИК (таблица 5.2 МГЭИК, 2006), равное 1.

#### Коэффициенты выбросов $\text{CH}_4$ (EF)

Использованный в расчете эмиссии от сжигания ТБО коэффициент выбросов  $\text{CH}_4$  основан на рекомендуемых МГЭИК значениях для печей для сжигания КТО полунепрерывного и периодического типа. Из соображений консервативности взят максимальный из рекомендованных МГЭИК (таблица 5.3 МГЭИК, 2006) для разных технологий коэффициентов, равный 237.

#### Коэффициенты выбросов $\text{N}_2\text{O}$ (EF)

Коэффициенты выбросов для расчетов основаны на рекомендуемых данных МГЭИК для EF полунепрерывной инсинерации (таблицы 5.5 и 5.4 МГЭИК, 2006): 60  $\text{N}_2\text{O}/\text{Гг}$  для ТБО и 900  $\text{N}_2\text{O}/\text{Гг}$  для осадков сточных вод (влажный вес).

#### Количество сожженных отходов (IW)

Данные об объеме сжигания ТБО на мусоросжигающих заводах получены путем умножения суммарной установленной мощности заводов (Мирный, 1997, Зайцев, 2004, Сперанская, 2004) на коэффициент использования установленной мощности (Сперанская, 2004). Начиная с 2003 г. использовались также фактические данные о количестве сжигаемых на заводах отходов, публикуемые в ежегодных докладах Роспотребнадзора и региональных докладах об охране окружающей среды, а так же отчетности отдельных заводов (см. раздел 7.2 Захоронение твердых отходов на свалках и полигонах). Данные о массе сжигаемых ТБО приводятся в таблице 7.5. ТБО сжигается на заводах без разделения на отдельные компоненты.

Выбросы от осадка и активного ила сточных вод рассматриваются совместно с выбросами от сточных вод в разделах 7.5 и 7.6, за исключением осадка сточных вод, сжигаемого в г. Санкт-Петербурге. Исходные данные для расчета по массе сжигаемого сухого ила (кека) получены по запросу от ГУП «Водоканал Санкт-Петербург» и приведены в таблице 7.10.

Все отходы сжигаются с утилизацией энергии и тепла.

Таблица 7.10

*Количество сжигаемого в г. Санкт-Петербурге осадка сточных вод*

Год	Количество сжигаемого осушенного осадка т/сут
1998	279,1
1999	359,6
2000	471,5
2001	496,3
2002	499,6
2003	450,2
2004	525,4
2005	541,5
2006	388,2
2007	363,5
2008	570,1
2009	950,1
2010	1041,1
2011	1095,1
2012	1008,4
2013	1008,4

### 7.4.3 Перерасчеты

В связи с изменением применяемых коэффициентов выбросов и некоторых параметров был произведен пересчет эмиссии парниковых газов для всего временного ряда, что привело к незначительным изменениям массы выбросов.

### 7.4.4 Планируемые усовершенствования

В дальнейшем планируется уточнение количества сжигаемых отходов разных типов и применяемых технологиях их сжигания.

## 7.5 Очистка бытовых сточных вод (5.D.1)



### 7.5.1 Описание источников выбросов парниковых газов

Оценка выбросов парниковых газов от обработки бытовых стоков включает оценку выбросов:

- $\text{CH}_4$  от различных систем обработки сточных вод;
- косвенных выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  от поверхностных водных объектов.

Результаты оценки выбросов представлены в таблице 7.11.

Таблица 7.11

*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	Косвенный выброс $\text{N}_2\text{O}$ от коммунально-бытовых стоков
1990	731	390	10
1995	710	178	9
2000	678	213	9
2004	655	286	9
2005	652	304	9
2006	650	319	9
2007	635	343	10
2008	628	341	10
2009	626	329	10
2010	624	331	10
2011	628	353	10
2012	627	363	10
2013	627	368	10

Под бытовыми сточными водами в России понимаются воды, образующиеся в результате хозяйственно-бытовой деятельности людей (сточные воды жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ)).

Для снижения вредного воздействия стоков на окружающую среду и здоровье человека, сточные воды собирают и пропускают через специальные системы очистки сточных вод. Состав таких сооружений может отличаться в разных регионах, а так же в сельских и городских населенных пунктах в зависимости от доступного технического оснащения и необходимого уровня очистки стоков. В отдельных случаях, возможен сброс (в том числе несанкционированный) стоков в водные объекты без очистки.

Наиболее распространенным методом очистки стоков ЖКХ в России является использование централизованных аэробных водоочистных сооружений и отстойников. Такие системы обычно организованы в населенных пунктах как комплекс инженерных и биологических сооружений для сбора, очистки и отведения бытовых сточных вод в водные объекты. В эту систему очистки могут приниматься и стоки промышленных предприятий, отвечающие по их физико-химическим характеристикам правилам их приема в системы канализации населенных пунктов.

Бытовые сточные воды от одного или нескольких домашних хозяйств так же могут очищаться на локальных системах септической очистки, состоящих из анаэробных подземных резервуаров и дренажной области для сточных вод из них.

Очищенные стоки могут быть переданы для вторичного использования или поступают в водные объекты, как поверхностные, так и подземные, а так же фильтруются в почву.

Для очистки сточных вод применяют 3 основных метода обработки: механический, биологический (основан на способности биологических организмов разлагать загрязняющие вещества) и химический (с применением реагентов), а так же их комбинации.

На всех этапах очистки сточных вод возможно образования осадка (отстоя) сточных вод. Его обычно подвергают дальнейшей обработке перед утилизацией, в том числе стабилизации, высушиванию и некоторым другим методам. Отстой, содержащий большое количество биологически разложимых веществ (образованный при вторичной и третичной обработке) подвергают анаэробному сбраживанию в метантенках либо анаэробному в реакторах перед его утилизацией.

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. 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).

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, 2006), выбросы  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , образующиеся в процессе сжигания биогаза в таких метантенках учтены в секторе «Энергетика».

В связи с введением в действие в 1998 году в г. Санкт-Петербурге заводов по сжиганию осадка сточных вод, осадки сточных вод, собираемые на части очистных сооружения города, сжигаются. В расчетах принято, что извлекаемый ил не поступает на биологическую обработку и не участвует в процессе выделения метана от сооружений очистки сточных вод (см. раздел 7.3 Сжигание отходов).

#### 7.5.2.1 Методика оценки выбросов метана

Оценка выбросов  $\text{CH}_4$ , происходящих в результате обезвреживания коммунально-бытовых стоков, проводилась по уровню 2 методики МГЭИК (уравнение 6.1 МГЭИК, 2006) с использованием национальных коэффициентов и параметров.

В России в широких масштабах применяются только аэробные методы очистки коммунально-бытовых стоков. По ряду причин, в том числе из-за более суровых, чем в большинстве стран мира, климатических условий, анаэробные пруды и подобные им емкостные сооружения с глубиной более 1,5-2 метров, где теоретически возможно значительное образование метана, почти не применяются. В системах очистки коммунально-бытовых стоков объектами, от которых возможна эмиссия метана, являются аэробные сооружения и сооружения по обработке осадков, входящие в комплекс городских очистных сооружений канализации. Метан образуется в процессе анаэробного сбраживания осадков в специальных сооружениях – метантенках (Гюнтер, 1996; СНиП 1.04.03-85, 1985; СП 32.13330.2012, 2012).

В связи с этим, выброс метана, связанный с очисткой коммунально-бытовых сточных вод, определялся как сумма выбросов от трех систем очистки:

- 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;
- систем с аэробной биологической очисткой стоков, не оборудованных метантенками (системы 2 типа);
- от всех прочих систем обращения с коммунально-бытовыми стоками; в дальнейшем (системы 3 типа – системы с обработкой на месте).

Выбросы метана от сточных вод и их отстоя в системах всех типов оценивались совместно. Осадки сточных вод, извлекаемые из систем очистки сточных вод в г. Санкт-Петербург для дальнейшего сжигания, считаются не участвующими в процессе выделения метана от сточных вод, так как большая их часть изымается до процесса биологической обработки стоков. Данные о количестве таких осадков приведены в разделе 7.3. «Сжигание отходов» и включены в раздел «Энергетика», так как илосжигательные установки используются для получения энергии и тепла.

#### Численность жителей по группам урбанизации

Основной косвенной характеристикой, отражающей пути очистки сточных вод в России, является обеспечение жилого фонда канализацией (водоотведением). Для расчетов выбросов метана была оценена численность жителей по группам урбанизации (U), как значение численности сельских и городских жителей региона, использующих различные системы очистки/сброса бытовых сточных вод.

Для определения численности населения, охваченного системами 1 типа, было принято допущение, что все жители городов с численностью более 100 тыс. чел. используют системы очистки сточных вод, оборудованные метантенками (СП 32.13330.2012, 2012). Данные о численности населения таких городов (таблица 7.12) получены из статистических сборников Росстата (Росстат, 1998; 2004) и базы данных Росстата.

В связи с введением в действие в 1998 году в г. Санкт-Петербурге заводов по сжиганию осадка сточных вод, эти значения скорректированы в сторону уменьшения с учетом численности жителей города и мощности заводов. В расчетах принято, что извлекаемый и сжигаемый осадок не поступает на биологическую обработку и не участвует в процессе выделения метана от сооружений очистки сточных вод.

Для оценки степени применения систем 2 типа было использовано значение доли площади жилого фонда (отдельно в общей площади городского и сельского фонда), оборудованного канализацией. На первом этапе расчета определялась численность населения, страны, охваченного системами канализации типа 1 и 2. Для этого численность городского населения РФ умножалась на долю городского жилищного фонда, оборудованного канализацией, доля сельского населения – на долю сельского жилищного фонда, оборудованного канализацией (таблицы 7.6, 7.12). Полученные результаты суммировались, затем из них вычиталась численность населения, использующая системы типа 1.

Население страны, не пользующееся канализацией, считалось охваченным системами 3 типа (таблица 7.12).

Данные о численности городского и сельского населения (табл. 7.6) получены из публикаций Росстата (Российский, 1998, 2004 и базы данных Росстата). Данные об обеспеченности городского и сельского жилого фонда канализацией (табл. 7.12) получены из сборников «Социальное положение и уровень жизни населения России» (Росстат, 2004-2010) и из базы данных Росстата.

#### Максимальная способность образования метана $W_0$

Для расчетов было принято значение  $W_0$  по умолчанию, равное 0,6 кг  $\text{CH}_4$ /кг БПК (МГЭИК, 2006).

#### Поправочный коэффициент для метана (MCF)

В расчетах использованы значения MCF для разных систем очистки сточных вод (приведены в таблице 7.13), основанные на данных МГЭИК по умолчанию (табл. 6.3 МГЭИК 2006).

#### Органическое загрязнение сточных вод

Образование органических загрязнений сточных вод в расчете на одного человека в день принято 60 г БПК<sub>5</sub>/чел\*сутки по отечественным данным (СП 32.13330.2012, 2012).

Все выбросы метана, выделяющиеся от разложения органических веществ в системе очистки бытовых сточных вод считались происходящими от сточных вод. В соответствии с рекомендациями МГЭИК, доля БПК, удаляемая с илистыми осадками, принимается равной 0.

Коэффициент для дополнительных сбросов БПК (I)

Для расчетов были использованы национальные и рекомендуемые МГЭИК значения I: для централизованно собранных сточных вод – 1,1, а для очищаемых локально – 1,0 (СП 32.13330.2012, 2012; МГЭИК, 2006).

Таблица 7.12

*Расчет численности населения России, пользующегося различными системами канализации сточных вод*

Год	Общая численность городов с более чем 100 тыс. жителей <sup>1)</sup> тыс. чел.	Удельный вес площади, оборудованной канализацией, в общей площади жилого фонда, %		Численность населения, охваченного системами разного типа, тыс. чел.		
		в городской местности	в сельской местности	1 типа	2 типа	3 типа
1990	67453 <sup>2)</sup>	78	14 <sup>1)</sup>	52693	37617	57390
2000	68367 <sup>2)</sup>	82	24	56116	42338	50046
2004	68004	84	29	55651	43411	45229
2005	68576	85	33	55359	44846	41563
2006	68457	86	34	56657	44351	40214
2007	68232	86	34	56683	43930	40030
2008	67936	86	35	54471	44196	39448
2009	68085	87	37	54961	45523	37498
2010	68275	87	38	55046	45804	37088
2011	70419	87	38	54424	46500	37077
2012	71030	87	39	56365	45055	36546
2013	71998	88	40	57173	45244	35630

<sup>1)</sup> На 1 января

<sup>2)</sup> Данные пересчитаны с учетом итогов Всероссийской переписи населения 2002г.

Таблица 7.13

*Значения MCF для разных систем очистки бытовых сточных вод*

Системы очистки/сброса	Примечания	Тип системы	MCF
Централизованные аэробные водоочистные сооружения, оборудованные метантенками	Без учета рекуперации CH <sub>4</sub>	Система 1	0,8
Централизованные аэробные водоочистные сооружения	Среднее из хорошо и плохо управляемых систем очистки	Система 2	0,15
Обработка стоков на месте	Септические системы и отхожие места	Система 3	0,5

Количество рекуперированного метана (R)

Доля метантенков, оборудованных системами сжигания биогаза, в их общем количестве принималась равной 0,5; доля времени их работы без сжигания (со сбросом биогаза в атмо-

сферу) 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.

#### Выбросы $\text{CO}_2$ , $\text{CH}_4$ и $\text{N}_2\text{O}$ , учитываемые в секторе «Энергетика»

При сжигании биогаза, образуемого в метантенках, выделяются выбросы парниковых газов –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , учитываемые в секторе «Энергетика». При проведении расчетов учитываемые в данном выбросы метана были пересчитаны в выбросы биогаза согласно его среднему составу (Воронов Ю. В., 2006). При оценке выбросов ПГ использованы коэффициенты по умолчанию МГЭИК из раздела «Энергетика» для сжигания биогаза из систем очистки сточных вод (МГЭИК, 2006).

При расчете выбросов  $\text{CO}_2$  использовано значение коэффициента эмиссии по умолчанию МГЭИК (МГЭИК, 2006) 54600 кг/ТДж.

При расчете выбросов  $\text{CH}_4$  использовано значение коэффициента эмиссии по умолчанию МГЭИК (МГЭИК, 2006) 5 кг/ТДж, для  $\text{N}_2\text{O}$  – 1 кг/ТДж.

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 7.4 «Сжигание отходов».

### **7.5.2.2 Методика оценки выбросов закиси азота**

Методика оценки выбросов и используемые коэффициенты соответствует методике МГЭИК (уравнения 6.7 и 6.8 МГЭИК, 2006), с использованием некоторых национальных параметров. Выбросы от водоочистных сооружений рассматриваются в методических рекомендациях как незначительный источник и их оценка не производится.

Удаление азота с отстоем не в расчете не учитывается. Данная методология не включает выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  из промышленных источников, за исключением их стоков, сбрасываемых в канализационную систему совместно с бытовыми сточными водами.

Рассчитанные величины выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  приведены в 7.14.

#### Масса удельного потребления протеина в пище на одного жителя

Исходные данные потребления протеинов на душу населения получены из базы данных ФАО (Faostat, 2012) для периода 1992-2011 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. 7.14).

#### Численность населения (P)

Исходные данные численности населения получены из базы данных ФАО (Faostat, 2015) для периода 1992-2011 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. 7.14).

#### Доля азота в протеине (FNPR), коэффициент для дополнительного протеина (FADD), коэффициент выбросов $\text{N}_2\text{O}$ , коэффициент для непотребленного протеина ( $F_{\text{NON-CON}}$ )

Использованные в расчете значения по умолчанию МГЭИК для FNPR,  $F_{\text{NON-CON}}$  и  $\text{EF}_{\text{СТОК}}$  (МГЭИК, 2006) и национальное значение для FADD (СП 32.13330.2012) приведены в таблице 7.15.

Таблица 7.14

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 <sup>1)</sup>	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	74,0	147,946	100,1	10
1995	148,460	61,0	148,699	88,9	9
2000	146,890	61,8	146,758	84,6	9
2004	144,334	66,6	144,307	91,3	9
2005	143,801	71,2	143,843	95,0	9
2006	143,236	70,7	143,510	96,0	9
2007	142,863	71,7	143,295	100,6	10
2008	142,748	72,8	143,163	99,3	10
2009	142,737	73,3	143,064	100,1	10
2010	142,833	76,6	143,161	104,6	10
2011	142,865	76,7	143,192	104,7	10
2012	143,056	77,5	143,735	102,2	10
2013	143,347	78,1	143,974	102,9	10

<sup>1)</sup> для 1990-1992 и 2010-2012 гг. – расчетные оценки<sup>2)</sup> в среднем, на одного члена домохозяйства в сутки (по итогам обследования бюджетов домохозяйств)

Таблица 7.15

Использованные параметры и коэффициенты для оценки выбросов N<sub>2</sub>O

Показатель	Значение	Размерность
F <sub>NPR</sub>	0,16	кг N/кг протеина
F <sub>NON-COM</sub>	1,2	коэффициент
F <sub>IND-COM</sub>	1,25	коэффициент
EF <sub>СТОК</sub>	0,005	кг N <sub>2</sub> O-N/кг N

### 7.5.3 Перерасчеты

В связи с некоторым изменением применяемой методики, а так же используемых коэффициентов и параметров, был проведен пересчет выбросов метана от очистки сточных вод для всего временного ряда. В результате проведенной переоценки выбросы в 1990 году увеличились на 60%, а в 2012 году – на 66,1%.

В связи с некоторым изменением методики расчета косвенных выбросов закиси азота и введением дополнительных параметров был проведен пересчет выбросов парниковых газов для всего временного ряда. В результате проведенной переоценки выбросы в 1990 году уменьшились на 28%, а в 2012 году – на 29,4%.

### 7.5.4 Планируемые усовершенствования

Будет продолжен сбор данных для уточнения технических особенностей работы систем очистки сточных вод в Российской Федерации, в том числе для корректировки соотношения использования различных систем очистки сточных вод, а также для уточнения доли метантенков, оборудованных системами сжигания выделяющегося биогаза в общем количестве метантенков.

Так же планируется уточнение количества как потребляемого населением протеина, так и дополнительного.

## 7.6 Очистка промышленных сточных вод (5.D.2)

### 7.6.1 Описание источников выбросов парниковых газов

Оценка выбросов парниковых газов от очистки промышленных стоков включает выбросы метана от различных систем обработки сточных вод. Результаты оценки выбросов представлены в таблице 7.11.

Под промышленными сточными водами в России понимаются воды, образующиеся в результате деятельности производств. Для снижения вредного воздействия стоков на окружающую среду и здоровье человека, сточные воды собирают и пропускают через специальные системы очистки. В отдельных случаях, возможен сброс (в том числе несанкционированный) стоков в водные объекты без очистки.

Промышленные предприятия могут как организовывать свою систему очистки стоков, так и передавать стоки в коммунальную систему очистки (с использованием централизованных аэробных водоочистных сооружений). Системы сбора, очистки и сброса сточных вод могут отличаться на отдельных предприятиях в зависимости от доступного технического оснащения и необходимого уровня очистки стоков.

Для очистки высоко загрязненных промышленных стоков используют специализированные установки (в том числе анаэробные) в зависимости от уровня и состава загрязнений. В систему очистки коммунальных стоков принимаются только стоки промышленных предприятий, отвечающие по их физико-химическим характеристикам правилам их приема в системы канализации соответствующих населенных пунктов.

Для очистки сточных вод применяют 3 основных метода обработки: механический, биологический (основан на способности биологических организмов разлагать загрязняющие вещества) и химический (с применением реагентов), а так же их комбинации.

Сточные воды, не загрязненные в процессе производства, используются в системах производственного водоснабжения предприятия или передаются другому потребителю. Очищенные стоки могут быть переданы для вторичного использования или поступают в водные объекты, как поверхностные, так и подземные, а так же фильтруются в почву.

На всех этапах очистки сточных вод возможно образования осадка (отстоя) сточных вод. Его обычно подвергают дальнейшей обработке перед утилизацией, в том числе стабилизации, высушиванию и некоторым другим методам.

Утилизация метана при очистке промышленных сточных вод в Российской Федерации не производится.

### 7.6.2 Методика оценки выбросов

Оценка эмиссии  $\text{CH}_4$  при обработке промышленных сточных вод проводилась по методу уровня 1 МГЭИК с использованием отдельных национальных параметров (уравнение 6.4 МГЭИК 2006). Выбросы метана от сточных вод и их отстоя в системах всех типов оценивались совместно.

В соответствии с методикой МГЭИК, для расчета были выбраны отдельные виды промышленного производства с высоким потенциалом выброса метана от сточных вод (МГЭИК, 2000; 2006), наиболее характерные для развитых в Российской Федерации отраслей промышленности.

Рекуперация метана в расчете не учитывалась в виду отсутствия информации о проектах по сбору и утилизации метана на сооружениях по очистке промышленных стоков.

Максимальная способность образования  $\text{CH}_4$  ( $B_0$ )

В расчетах использовано значение  $B_0$  по умолчанию 0,25 г  $\text{CH}_4$ / г ХПК (МГЭИК, 2006).

Поправочный коэффициент для метана (MCF)

В виду отсутствия данных о конкретных применяемых системах очистки сточных вод в расчетах используется экспертное значение MCF, основанное на данных по умолчанию МГЭИК (МГЭИК, 2006) равное 0,4.

#### Удельное образование сточных вод (WW)

Объем промышленных сточных вод, проходящих биологическую очистку, оценивался исходя из значений по умолчанию МГЭИК (МГЭИК, 2006) для удельного образования сточных вод от различных секторов промышленного производства. Используемые значения WW для выбранных для расчета отраслей промышленности приведены в таблице 7.16.

#### Содержание разлагаемых органических веществ в промышленных сточных водах (COD)

Содержание органических загрязнений в промышленных стоках рассчитывалось по химической потребности в кислороде (ХПК) сточных вод. Используемые в расчетах значения COD в промышленных стоках основаны на средних значениях по умолчанию МГЭИК (МГЭИК, 2006) (за исключением национальных данных для целлюлозно-бумажной промышленности) и приведены в таблице 7.16.

Все выбросы метана, выделяющиеся от разложения органических веществ в системе очистки промышленных сточных вод считались происходящими от сточных вод. В соответствии с рекомендациями МГЭИК, доля ХПК, удаляемая с илистыми осадками, принимается равной 0.

#### Данные о деятельности производств

При проведении расчетов выбросов парниковых газов, были использованы данные об объеме промышленного производства отдельных товаров в Российской Федерации. При этом, из всей учитываемой в России продукции были выбраны только соответствующие типам промышленного производства согласно методике МГЭИК (2000, 2006). Данные об объемах производства таких видов продукции получены из публикаций Росстата (Российский статистический ежегодник, 1998, 2004-2014) и базы данных Росстата, и представлены в таблице 7.17.

#### Количество рекуперированного метана (R)

Принимаемое значение R равно нулю.

### 7.6.3 Перерасчеты

В связи с изменением методики расчета, некоторых данных о деятельности и параметров, был произведен пересчет выбросов для всего временного ряда. В результате пересчета значения для 1990 года уменьшились на 43,6%, а для 2012 года – на 50,6%.

### 7.6.4 Планируемые усовершенствования

В дальнейшем планируется уточнение выбросов парниковых газов, после сбора более подробных данных о применяемых технологиях очистки сточных вод и данных о деятельности предприятий. Так же будет проведена работа по анализу и оценке применимости различных коэффициентов МГЭИК в расчетах выбросов от промышленных сточных вод.

Таблица 7.16

*Использованные параметры для расчета органического загрязнения промышленных сточных вод*

Тип производства	Образование сточных вод (м <sup>3</sup> /тонн)	ХПК (кг/м <sup>3</sup> )	Тип производства	Образование сточных вод (м <sup>3</sup> /тонн)	ХПК (кг/м <sup>3</sup> )
Перегонка спирта	24	11	Бумажная масса и бумага	162	1 <sup>1</sup>
Пиво и солодовые напитки	6,3	2,9	Мыло и моющие средства	3	0,8
Молочная продукция	7	2,7	Производство крахмала	9	10
Рыбопереработка	13	2,5	Рафинирование	11	3,2



			сахара		
Мясо и птица	13	4,1	Растительные масла	3,1	0,8
Органические химические вещества	67	3	Овощи, фрукты, соки	20	5,0
Нефтепереработка	0,6	1,0	Вино и уксус	23	1,5
Пластик и смола	0,6	3,7	Безалкогольные напитки	2	2
Текстиль	172	0,9			

<sup>1</sup> Национальные данные, большая часть органических загрязнений извлекается на предварительных этапах очистки (Методические указания, 1978; Отчет, 2012)

Таблица 7.17

## Объем отдельных видов промышленного производства

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>Производство крахмала</i>													
Крахмал сухой/крахмалы, кроме модифицированных (с 2010 г.), тыс. т	179,0	34,2	44,7	89,2	97,6	108,0	123,0	131,0	139,0	147,0	160,7	174,4	174,2
<i>Производство алкоголя</i>													
Спирт этиловый из пищевого сырья <sup>1)</sup> тыс. дкл (тыс. т)	77047	46026	62420	77922	71837	55398	56067	46410	44723	42420	38440	48338	46173
<i>Пивоварение</i>													
Пиво/ Пиво, кроме отходов пивоварения (с 2010 г.), млн. дкл	336	213	516	838	910	1001	1147	1140	1091	984	994	975 <sup>2)</sup>	889 <sup>2)</sup>
в пересчете на тыс.т	3360	2130	5160	8380	9100	10010	11470	11400	10910	9840	9940	9750	8890
<i>Молочная продукция</i>													
Цельномолочная продукция (в пересчете на молоко), млн. т	20,8	5,6	6,2	9,0	9,7	10,0	10,5	10,3	10,9	10,9	10,7	11,3	11,5
Сыры жирные (включая брынзу)/ Сыры и продукты сырные (с 2009 г.), тыс. т	458	218	221	348	378	421	437	430	442	437	432	451	435
Масло животное/ Масло сливочное и пасты масляные (с 2010 г.), тыс. т	833	421	267	276	254	268	272	272	230	212	219	216	227
Итого, в пересчете на тыс. т	22091	6239	6688	9624	10332	10689	11209	11002	11572	11549	11967	11967	12162
<i>Рыбопереработка</i>													
Товарная пищевая рыбная продукция, включая консервы рыбные/ Рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные (с 2010 г.), млн т	4,3	2,4	3,0	3,0	3,4	3,5	3,8	3,7	3,9	3,6	3,6	3,7	3,8
в пересчете на тыс. т	4300	2400	3000	3000	3400	3500	3800	3700	3900	3600	3628	3700	3788
<i>Переработка мяса и птицы</i>													
Мясо, включая субпродукты 1 категории/ Мясо и субпродукты	6484	2370	1194	1776	1857	2185	2561	2899	3380	3957	4350	4747	5321

Продолжение таблицы 7.17

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
пищевые убойных животных и домашней птицы (с 2010 г.), тыс. т													
Колбасные изделия/Изделия колбасные (с 2010 г.), тыс. т	2283	1293	1052	1865	2014	2198	2411	2454	2238	2439	2486	2521	2502
Мясные полуфабрикаты /Полуфабрикаты мясные (мясо-содержащие) охлажденные, подмороженные и замороженные (с 2010 г.), тыс. т	1075	268	244	772	987	1093	1254	1451	1538	1624	1934	2254	2504
Консервы мясные и мясорастительные /Консервы мясные (мясо-содержащие) и мясорастительные (с 2010 г.), млн. условных банок	545	348	508	523	674	648	675	718	732	671	652	690	693
Итого, в пересчете на тыс. т	10034	4054	2669	4598	5096	5705	6464	7057	7414	8257	9000	9757	10527
<i>Краски</i>													
Лакокрасочные материалы/ Материалы лакокрасочные и аналогичные для нанесения покрытий, краски и мастики полиграфические (с 2010 г.), тыс. т	2338	579	575	698	721	829	991	959	811	1076	1136	1188	1253
<i>Нефтепереработка</i>													
Первичная переработка нефти, млн.тонн/год	298	182	173	195	208	220	229	237	237	250	258	271	281
Итого, в пересчете на тыс. т	298000	182000	173000	195000	208000	220000	229000	237000	237000	250000	258000	271000	281000
<i>Пластмассы и смолы</i>													
Синтетические смолы и пластические массы/ Пластмассы в первичных формах (с 2010 г.), тыс. т	3258	1804	2576	3304	3418	3773	4464	4375	4649	4963	5436	5517	6435
<i>Целлюлоза и бумага</i>													
Бумага, тыс. т	5240	2773	3326	3903	4001	4038	4084	4004	3937	4688	4784	4769	4765
Картон, включая бумагу для гофрирования/ Картон (с 2010 г.), тыс. т	3085	1301	1985	2927	3125	3396	3498	3696	3458	2971	2847	3032	3022

Продолжение таблицы 7.17

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Итого, тыс. т	8325	4074	5311	6830	7126	7434	7582	7700	7395	7659	7631	7801	7787
<i>Прохладительные напитки</i>													
Безалкогольные напитки/ Напитки безалкогольные, не включенные в другие группировки и воды газированные, содержащие добавки (с 2010 г.), млн. дкл	288	84,7	214	415	484	549	598	571	548	570	532	519	524
в пересчете на тыс. тонн/год	2880	847	2140	4150	4840	5490	5980	5710	5480	5700	5320	5190	5250
<i>Очистка сахара</i>													
Сахар-песок/ Сахар белый свекловичный в твердом состоянии (с 2010 г.), тыс. т	3758	3155	6077	4828	5600	5833	6112	5873	5023	2782	4753	4877	4468
Сахар-рафинад/ Сахар белый тростниковый в твердом состоянии (с 2010 г.), тыс. т	1077	126	70,8	53,1	42,9	36,2	56,6	64,2	64,2	1969	2371	445	491
Итого, тыс. т	4835	3281	6148	4881	5643	5869	6169	5937	5087	4750	7124	5322	4959
<i>Текстиль (натуральный)</i>													
Ткани хлопчатобумажные, млн. кв.м	5624	1240	1822	2149	2225	2222	2108	1915	1477	1542	1237	1389	1311
Ткани шерстяные, млн. кв.м	466	72,2	54,6	36,0	30,3	29,0	28,7	23,9	18,1	20,7	19,3	14,1	12,8
Ткани льняные и пенькоджутовые/ ткани льняные (с 2010 г.), млн. кв.м	603	133	113	160	122	124	101	97,9	46,8	52,5	47,7	45,9	37,7
Итого, в пересчете на тыс. тонн	914,4	191,8	253,1	293,4	295,0	294,5	277,3	252,1	190,1	199,5	161,8	178,1	167,1
<i>Растительные масла</i>													
Масла растительные/ Масла растительные нерафинированные, включая кукурузное (с 2010 г.), тыс. т	1159	802	1375	1895	2200	2755	2735	2485	3271	3091	3073	4192	3940
<i>Овощи, фрукты и соки</i>													
Картофель переработанный и	0,25	3,72	7,85	23,23	22,46	67,85	93,22	109,06	106,26	119,00	133,00	163,00	187,00

Продолжение таблицы 7.17

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
консервированный (продукты из картофеля), тыс. т													
Овощи свежемороженые/ Флодоовощная продукция замороженная, тыс. т	3,30	0,60	1,10	12,76	11,61	8,67	17,42	14,00	20,26	24,10	38,42	40,20	45,30
Консервы плодoовощные (включая напитки, нектары и соки), млн.условных банок	4449	1014	1636	6207	7123	8704	10461	10353	9441	10285	9996	10089	10507
Итого, в пересчете на тыс. т	1574045	362265	586,5	2227,1	2548,5	3149,0	3803,4	3777,7	3459,2	2601,0	171,4	203,2	232,3
<i>Вина и уксус</i>													
Вина виноградные/Вина – всего (с 2010 г.), млн. дкл	75,7	15,2	24,1	39,1	31,7	47,4	51,3	50,3	50,1	79,1	73,6	64,7	67,8 <sup>3)</sup>
Вина плодовые/Вина плодовые специальные и столовые, кроме сидра (из вин – всего, с 2010 г.), млн. дкл	0,0	7,6	2,8	4,2	3,0	3,0	3,4	3,9	4,2	5,9	4,2	2,2	3,1 <sup>4)</sup>
Вина шампанские и игристые/Вина игристые и газированные (из вин – всего, с 2010 г.), млн. дкл	8,3	8,2	6,8	12,1	14,1	15,4	21,6	20,8	19,4	22,0	22,0	20,5	17,2
Итого, в пересчете на тыс. т	840000	310000	337000	554000	488000	658000	763000	750000	737000	791000	736000	647000	537000
<i>Мыла и моющие средства</i>													
Синтетические моющие средства/Средства моющие (с 2010 г.), тыс. тонн/год	876	334	436	639	714	839	807	892	844	1527	1560	1483	1534

<sup>1)</sup> С 2010г. – спирт этиловый ректифицированный из пищевого сырья

<sup>2)</sup> С 2012г. включая напитки, изготавливаемые на основе пива (пивные напитки)

<sup>3)</sup> С 2013г. – винодельческая продукция

<sup>4)</sup> С 2013г.- вина плодовые столовые, кроме сидра

## **8. Прочие (Сектор 6 ОФД)**

Выбросы, относящиеся к сектору 6 ОФД, в Российской Федерации не выявлены.

## 9. ПЕРЕСЧЕТЫ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

### 9.1 Объяснение и обоснование пересчетов

Наиболее существенные усовершенствования и пересчеты в кадастре обусловлены действием следующих факторов:

- Настоящий кадастр – первый, разработанный в соответствии с требованиями пересмотренных «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 парниковых газов» (РКИК ООН, 2014);
- Также впервые в качестве методической базы для оценок выбросов и абсорбции парниковых газов и построения кадастра были использованы «Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 года» (МГЭИК, 2006), содержащие серьезные методологические усовершенствования и предполагающие учет некоторых новых источников выбросов;
- В соответствии с требованиями Руководящих принципов (РКИК ООН, 2014), для пересчета выбросов парниковых газов, выраженных в единицах массы, в  $\text{CO}_2$ -эквивалент использовались новые значения ПГП.

Воздействие этих факторов привело к тому, что многие значения выбросов и абсорбции за 1990-2012 гг., включавшиеся в предыдущие кадастры, подверглись пересмотру или уточнению. Изменились также значения общего выброса/абсорбции по секторам и значения совокупных годовых выбросов. В некоторой степени изменились тенденции (тренды) выбросов и абсорбции за 1990-2012 гг., выраженные в  $\text{CO}_2$ -эквиваленте. Изменения коснулись также структуры НДК и ОФД, в частности, сектор «Использование растворителей и другой продукции» объединен с сектором «Промышленные процессы»; были введены новые, ранее отсутствовавшие, категории источников выбросов. Впервые был проведен анализ выбросов  $\text{NF}_3$ , показавший незначительность выбросов данного газа в Российской Федерации.

Кроме того, при разработке кадастра учитывались рекомендации Группы экспертов РКИК ООН, проводившей рассмотрение национального кадастра, представленного в 2014 г., и рекомендации, полученные в ходе независимой экспертизы кадастра. Некоторые из выполненных перерасчетов связаны с использованием более полных или уточненных данных об экономической и иной деятельности, приводящей к антропогенным выбросам или абсорбции парниковых газов.

Был исправлен ряд обнаруженных в процессе внутреннего и внешнего рецензирования кадастра ошибок в расчетах выбросов и абсорбции парниковых газов, в заполнении таблиц ОФД и в тексте НДК.

В зависимости от конкретной категории источников или поглотителей парниковых газов, пересчеты выполнялись для полного ряда, либо для отдельных его лет.

### 9.2 Влияние на уровни выбросов

Данные о влиянии произведенных пересчетов на уровни выбросов и абсорбции парниковых газов приведены в таблице 9.1. Влияние пересчетов оценивалось путем сравнения текущей версии кадастра (таблицы ОФД) с последней версией кадастра, представленного Российской Федерацией в РКИК ООН в предыдущем году. В целом, влияние пересчетов можно оценить как значительное.

Таблица 9.1

*Изменение величины выбросов парниковых газов  
в результате выполнения пересчетов (%)*

Парниковый газ	Год			
	1990		2012	
	Влияние на выброс без учета ЗИЗЛХ	Влияние на выброс с учетом ЗИЗЛХ	Влияние на выброс без учета ЗИЗЛХ	Влияние на выброс с учетом ЗИЗЛХ
CO <sub>2</sub>	3,2	4,6	4,2	15,0
CH <sub>4</sub>	88,0	86,7	102,6	99,9
N <sub>2</sub> O	-17,9	-20,9	-18,4	-11,0
Гидрофторуглероды (ГФУ)	26,5	26,5	55,4	55,4
Перфторуглероды (ПФУ)	29,5	29,5	34,8	34,8
Гексафторид серы (SF <sub>6</sub> )	-4,6	-4,6	-12,2	-12,2
Совокупный выброс всех парниковых газов	17,0	17,3	24,8	38,3

### 9.3 Влияние на тренды и согласованность временных рядов

Данные о влиянии произведенных пересчетов на тренды (тенденции) выбросов и абсорбции парниковых газов приведены в таблице 9.2. Влияние пересчетов оценивалось путем сравнения текущей версии кадастра (таблицы ОФД) с последней версией кадастра 2014 года. В целом, влияние пересчетов на общую величину тренда с учетом сектора ЗИЗЛХ можно оценить как умеренное, без учета ЗИЗЛХ – как незначительное. Влияния перерасчетов на согласованность временных рядов обнаружено не было.

Таблица 9.2

*Изменение величины тренда выбросов парниковых газов  
в результате выполнения пересчетов, (%)*

	Период
	1990-2012 гг.
Без учета ЗИЗЛХ	0,31
С учетом ЗИЗЛХ	-3,58

### 9.4 Планируемые усовершенствования

Общими задачами мероприятий по совершенствованию национального кадастра являются повышение точности, полноты и репрезентативности оценок выбросов, выполнение расчетов для ранее не оценивающихся категорий источников и поглотителей и анализ неопределенности полученных результатов. Выполнение запланированных мероприятий обеспечивается учетом рекомендаций Группы экспертов РКИК ООН, уточнением расчетов выбросов парниковых газов и снижением их неопределенности. Следует отметить, что выполнение пересчетов и усовершенствований, связанных с учетом рекомендаций Группы экспертов РКИК ООН, в некоторых случаях требует значительного времени и не может быть закончено в течение одного цикла подготовки кадастра. Учет таких рекомендаций и связанные с ним усовершенствования и пересчеты будут осуществляться при подготовке последующих национальных кадастров.

Детализированная по категориям источников и секторам информация о планируемых усовершенствованиях приведена в соответствующих разделах настоящего доклада.



## **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>23</sup> и российский реестр углеродных единиц<sup>24</sup>. Описание системы оценки содержится в разделе 1 настоящего доклада. Изменения в организации и функционировании российской системы в 2014г. не производились.

### **10.2 Информация о деятельности российского реестра углеродных единиц в 2014 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 2014 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 элек-

---

<sup>23</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. № 278-р.

<sup>24</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 215-р.

тронном формате. Заполненные таблицы с информацией о единицах в Реестре за 2014 год приведены в приложении 6 к настоящему докладу.

**10.2.1.2 Информация о любых расхождениях, выявленных с помощью регистрационного журнала операций, согласно пункту 43 приложения к решению 13/СМР.1 и пункту 54 приложения к решению 5/СМР.1**

В 2014 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 2014 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 2014 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 2014 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 2014 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 2014 году проблем, которые привели или могли бы привести к расхождениям.

**10.2.1.8 Общедоступная информация**

Общедоступная информация публикуется на сайте российского реестра углеродных единиц <http://www.carbonunitsregistry.ru>.

#### **10.2.1.9 Расчет резерва Российской Федерации на период действия обязательств, произведенный в соответствии с приложением к решению 18/CP.7**

Российская Федерация не приняла на себя обязательств по ограничению или сокращению выбросов, действие которых распространялось бы на второй период Киотского протокола (2013-2020гг.) Соответственно, Российская Федерация не имеет резерва на указанный период.

#### **10.2.2 Деятельность российского реестра углеродных единиц в 2014 году**

В 2014 году в российском реестре углеродных единиц проводилось регулярное тестирование программного обеспечения для целей ведения Реестра SeringasTM, разработанного государственным учреждением Франции «Депозитарная касса Франции».

В 2014 году в Реестре осуществлялись внутренние и международные переводы, успешно выполнялись транзакции по вводу в обращение, аннулированию и конвертации углеродных единиц в рамках первого периода обязательств.

В 2014 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 2014 году проводилась замена SSL- и VPN-сертификатов, 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	<a href="mailto:Klimanov@ecoinfo.ru">Klimanov@ecoinfo.ru</a>
Контактная персона	Уледова Надежда Владимировна
Тел.	+7 (495) 718-05-33
Факс	+7 (499) 125-55-59
E-mail	<a href="mailto:Uledova@ecoinfo.ru">Uledova@ecoinfo.ru</a>

##### **10.2.2.2 Названия других Сторон, с которыми данная Сторона сотрудничает в деле ведения их соответствующих национальных реестров в рамках единой системы**

Российская Федерация не сотрудничает с другими Сторонами в рамках ведения единого национального реестра.

#### **10.2.2.3 Описание структуры и емкости базы данных национального реестра**

В Российской Федерации функционирует программно-аппаратный комплекс российского реестра углеродных единиц, соответствующий требованиям, предусмотренным техническими стандартами, определенными в приложении к решению 24/CP.8 и одобренными решением 12/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/CP.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/CP.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. Он также может выполнять операции от имени пользователя Реестра по его письменному распоряжению.

Оператор реестра имеет ограниченные полномочия для проведения операций.

Все операции в Реестре проводятся с учетом минимизации риска возможных ошибок, что реализуется с использованием процедуры подтверждения Администратором Реестра выполнения операции, создаваемой оператором Реестра.

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 общественности к информации через сеть Интернет.

На сайте содержится полный объем общедоступной информации о реестре, целях его формирования, функциях, а также текущем состоянии российского реестра. Кроме того, на сайте размещена обязательная для публикации информация:

1. Информация для каждого номера счета в реестре (пункт 45 решения 13/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 (Киотский протокол, Федеральный Закон от 04.11.2004 № 128-ФЗ «О ратификации Киотского

протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата», распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.02.2006 № 215-р).

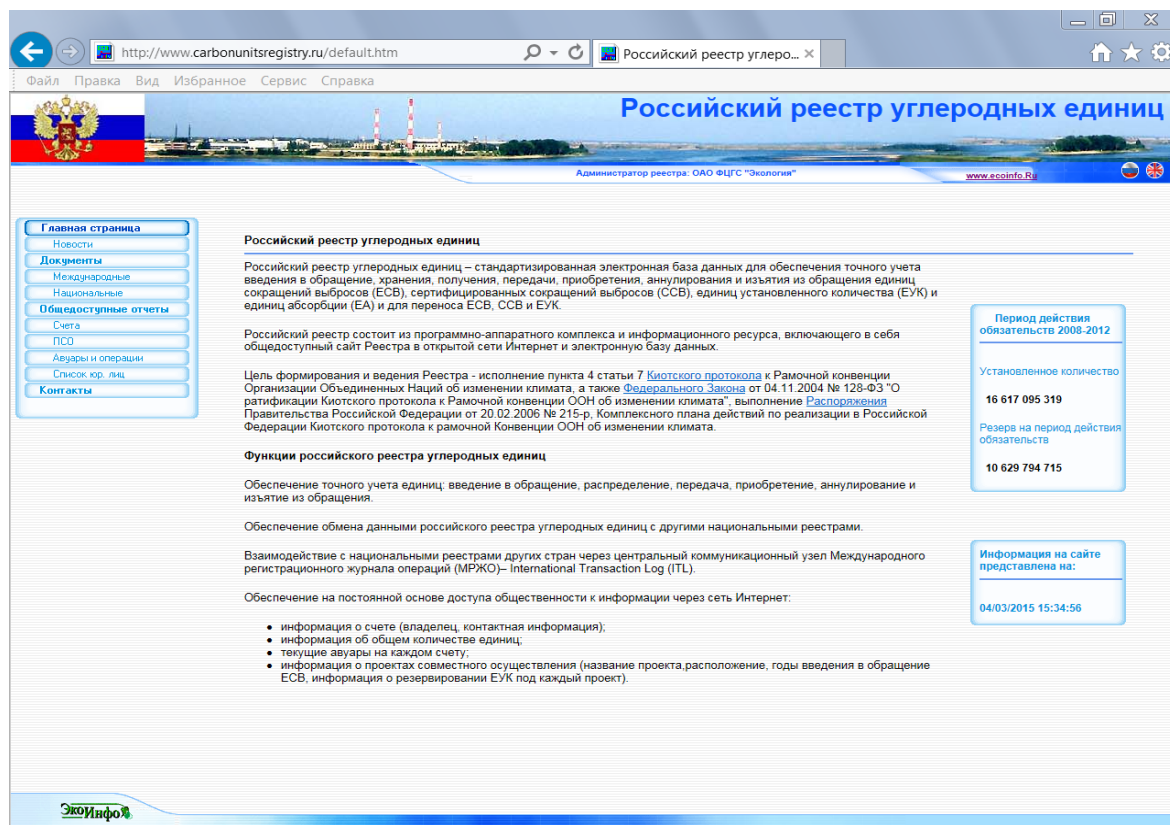


Рисунок 10.1 – Главная страница сайта Российского Реестра углеродных единиц

Раздел «Общедоступные отчеты» состоит из четырех подразделов «Счета», «ПСО», «Аварии 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;
- 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/CMP.1.

**Российский реестр углеродных единиц**

Администратор реестра: ОАО ФЦГС "Экология" [www.ecoinfo.ru](http://www.ecoinfo.ru)

**Счета**

В соответствии с пунктом 45 решения 13/CMP.1 Конференции 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 обязательств: период действия обязательств, в отношении которого осуществляется аннулирование или изъятие из обращения;
- d) идентификатор представителя: представитель владельца счета с использованием идентификатора Стороны (двухбуквенного кода страны, определяемого в соответствии с ISO 3166) и собственного номера этого представителя в реестре Стороны;
- e) имя представителя и контактная информация: полное имя, почтовый адрес, номер телефона, номер факса и адрес электронной почты представителя владельца счета.

[СКАЧАТЬ/ПОСМОТРЕТЬ](#) перечень правительственных счетов, открытых в российском реестре углеродных единиц.

[СКАЧАТЬ/ПОСМОТРЕТЬ](#) информацию о счетах в российском реестре углеродных единиц, открытых в 2013 году.

[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 обязательств
RU-100-2-0	Правительство РФ	Текущий счет РФ	1
RU-100-7-0	Правительство РФ Технический счет	Текущий счет РФ	1
RU-100-8-0	Правительство РФ Технический счет	Текущий счет РФ	1

Рисунок 10.2 – Подраздел «Счета»

**Российский реестр углеродных единиц**

Администратор реестра: ОАО ФЦГС "Экология" [www.ecoinfo.ru](http://www.ecoinfo.ru)

**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 поглотителями до экономических и технологически 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 7-й Конференции Сторон в 2001 г. в Марокко. В пакете решений из 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 9/CMP.1), которые были утверждены в Монреале в 2005 г.

В соответствии с пунктом 46 решения 13/CMP.1 РККИ 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 13/CMP.1 Конференции 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) документы: загружаемые электронным способом версии всех публично доступных документов, связанных с проектом, включая предложения, мониторинг, проверку и введение в обращение ЕСВ, когда это уместно, при условии соблюдения положений о конфиденциальности, содержащихся в решении 9/CMP.1.

**RU1000200**

- a) название проекта: "Проект совместного осуществления на Еты-Пуровском месторождении"
- b) место осуществления проекта: Еты-Пуровское нефтяное месторождение, Ямало-Ненецкий автономный округ.
- c) годы введения в обращение ЕСВ: 2011, 2012.
- d) документы: проектная документация; письмо одобрения Российской 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 - 31.12.2010 (на русском и английском языках); отчет о ходе реализации проекта; отчет по мониторингу сокращения выбросов парниковых газов

Рисунок 10.3 – Подраздел «ПСО»



Информация о проектах совместного осуществления публикуется на сайте российского реестра углеродных единиц после утверждения перечня проектов и направления Министерством экономического развития Российской Федерации в российский реестр углеродных единиц сведений о проектах, информацию о которых необходимо разместить на сайте российского реестра.

В подразделе «Авуары и операции» (рис. 10.4) публикуется информация об авуарах и операциях в рамках национального реестра с указанием серийных номеров за каждый календарный год (определяемый по среднегринвичскому времени):

- 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;
- і) общее количество других аннулированных ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА;
- ј) 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.

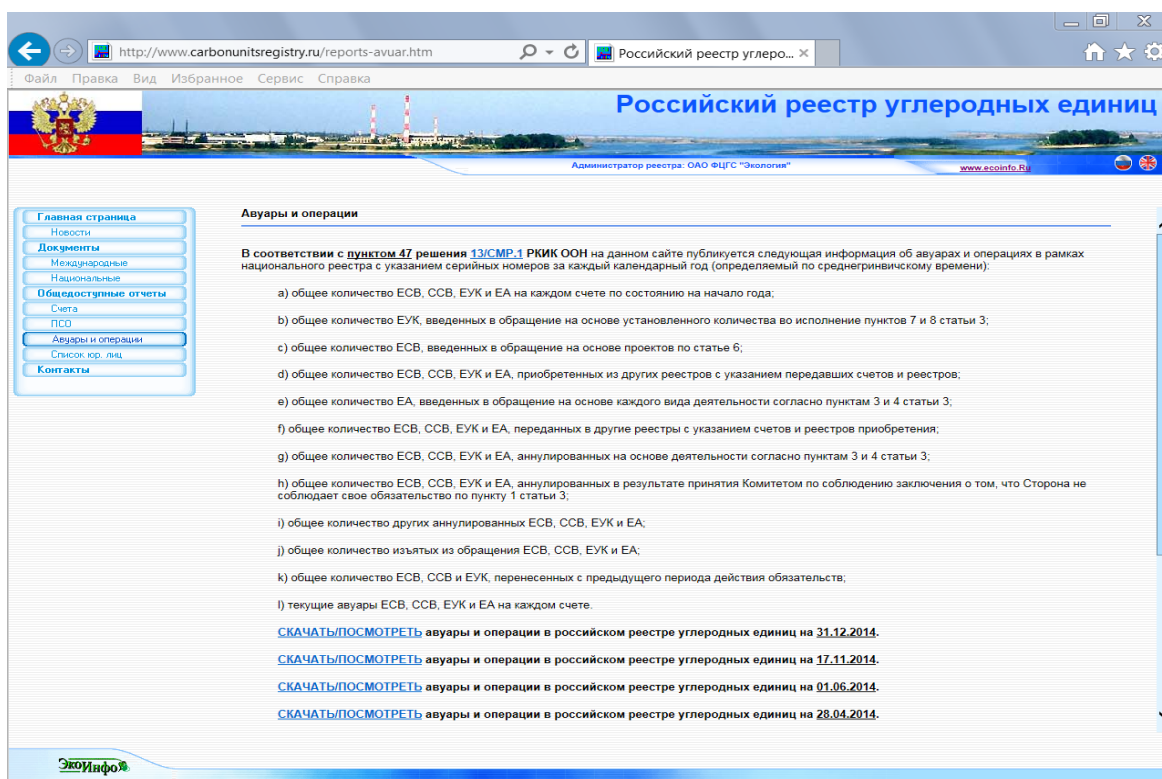


Рисунок 10.4 – Подраздел «Авуары и операции»

В подразделе «Список юр. лиц» (рис. 10.5) публикуется список юридических лиц, уполномоченных Стороной владеть ЕСВ, ССВ, ЕУК и/или ЕА под ее ответственность.

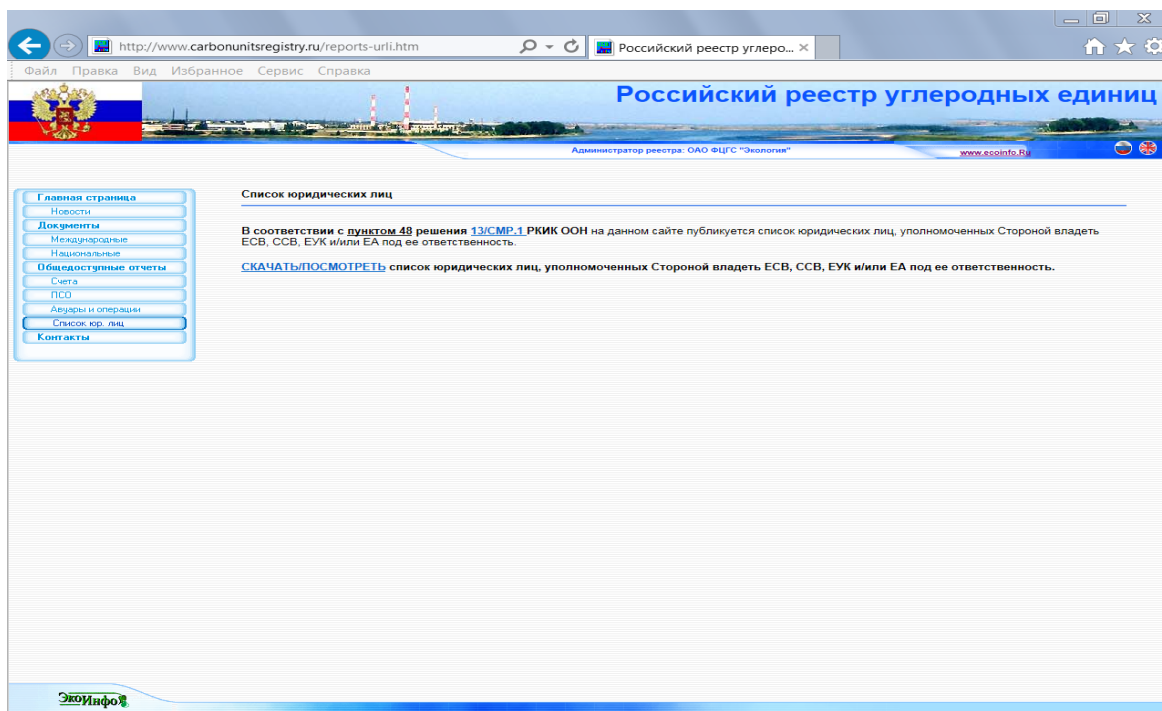


Рисунок 10.5 – Подраздел «Список юридических лиц»

#### 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.

Для обеспечения надежности функционирования Реестра осуществляется систематическое тестирование работоспособности подсистем Реестра с использованием критериев, гарантирующих круглосуточную работоспособность всех подсистем. Для этого в системе Реестра запускается специальная автоматическая служба систематического тестирования Реестра (далее – сервис тестирования), выполняющая периодическое (1 раз в 5 минут) тестирование физической работоспособности подсистем реестра.

В Реестре предусмотрено автоматическое ежедневное резервное копирование всех необходимых данных на кассеты с магнитной лентой и регулярное, по мере необходимости, создание носителей для аварийного восстановления.

Один раз в месяц производится архивирование всех журналов реестра.

Главным звеном запасной платформы реестра является два сервера типа Proliant DL380, идентичные серверам основной производственной платформы реестра.

#### 10.2.2.10 Результаты любых процедур проверки, которые могут существовать или разрабатываться с целью проверки эффективности, процедур и мер безопасности национального реестра в соответствии с положениями решения 19/CP.7, касающегося технических стандартов обмена данными между системами реестров

В 2014 году обновление (патчей) и установка новых версий программного обеспечения Seringas<sup>TM</sup> не проводилась. Вместе с тем на тестовой платформе осуществлялось тестирование работоспособности программного обеспечения по отдельным видам операций.

### 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.

В 2014 году в национальном реестре Российской Федерации не было никаких изменений. Вместе с тем в отчетный период осуществлялось наполнение сайта реестра общедоступной информацией, проведена плановая замена VPN и SSL сертификатов.

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 (см. п. 10.2.3.1)
b.	Названия других Сторон, с которыми данная Сторона сотрудничает в деле ведения их соответствующих национальных реестров в рамках единой системы	Изменений не было (см. п. 10.2.3.2)
c.	Описание структуры и емкости базы данных национального реестра	Изменений не было (см. п. 10.2.3.3)
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 (см. п. 10.2.3.4)
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 (см. п. 10.2.3.5)
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 (см. п. 10.2.3.6)
g.	Перечень общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра	Изменений не было (см. п. 10.2.3.7)
h.	Интернет-адрес интерфейса ее национального реестра	Изменений не было (см. п. 10.2.3.8)
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 (см. п. 10.2.3.9)
j.	Результаты любых процедур проверки, которые могут существовать или разрабатываться с целью проверки эффективности, процедур и мер безопасности национального реестра в соответствии с положениями решения 19/СР.7, касающегося технических стандартов обмена данными между системами реестров	Изменений не было (см. п. 10.2.3.10)

**10.2.3.1 Изменение имени/фамилии администратора реестра, назначенного Стороной для ведения национального реестра, и контактной информации в 2014 году по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений имени/фамилии администратора реестра, назначенного Стороной для ведения национального реестра, и контактной информации не произошло. Имя/фамилия администратора реестра, назначенного Стороной для ведения национального реестра, и контактная информация указаны в пункте 10.2.2.1.

**10.2.3.2 Изменение названий других Сторон, с которыми данная Страна сотрудничает в деле ведения их соответствующих национальных реестров в рамках единой системы в 2014 году по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений названий других Сторон, с которыми данная Страна сотрудничает в деле ведения их соответствующих национальных реестров в рамках единой системы не произошло.

Российская Федерация не сотрудничает с другими Страна́ми в рамках ведения единого национального реестра. Российский реестр углеродных единиц не включен в какую-либо консолидированную систему реестров. Соответствующая информация представлена в пункте 10.2.2.2.

**10.2.3.3 Изменение описания структуры и емкости базы данных национального реестра в 2014 году по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений описания структуры и емкости базы данных национального реестра не произошло. Описание структуры и емкости базы данных национального реестра представлено в пункте 10.2.2.3.

**10.2.3.4 Изменение описания того, как национальный реестр соблюдает технические стандарты для обмена данными между системами реестров для целей обеспечения точного, транспарентного и эффективного обмена данными между национальными реестрами, реестром механизма чистого развития и регистрационным журналом операций (пункт 1 решения 19/CP.7) в 2014 году, по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений описания того, как национальный реестр соблюдает технические стандарты для обмена данными между системами реестров для целей обеспечения точного, транспарентного и эффективного обмена данными между национальными реестрами, реестром механизма чистого развития и регистрационным журналом операций (пункт 1 решения 19/CP.7), не произошло. 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, представлено в пункте 10.2.2.4.

В 2014 году в российском реестре углеродных единиц была успешно проведена плановая замена VPN и SSL сертификатов. Согласно руководящему документу «Standard Independent Assessment Report Reporting Requirements and Guidance for Registries» к существенным изменениям, которые необходимо указать в качестве таковых в ежегодном представлении, относится апгрейд компонентов программного обеспечения, поддерживающего взаимодействие национального реестра с МРЖО. Плановая замена VPN и SSL сертификатов не рассматривается в качестве апгрейда и не декларируется как изменение.

**10.2.3.5 Изменение описания 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 в 2014 году, по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений описания 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 не произошло. 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, представлено в пункте 10.2.2.5.

**10.2.3.6 Изменение обзора 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 в 2014 году, по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений обзора 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, не произошло. Обзор мер безопасности, используемых в национальном реестре в целях предотвращения несанкционированных манипуляций и предотвращения ошибок оператора, а также информация о том, каким образом обеспечивается актуализация этих мер, представлены в пункте 10.2.2.6.

**10.2.3.7 Изменение перечня общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра в 2014 году, по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений перечня общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра, не произошло. Информация о перечне общедоступных элементов данных, которые можно получить через интерфейс пользователя национального реестра, представлена в пункте 10.2.2.7.

Вместе с тем в 2014 году осуществлялось наполнение сайта реестра общедоступной информацией.

**10.2.3.8 Изменение интернет-адреса интерфейса национального реестра в 2014 году, по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений интернет-адреса интерфейса ее национального реестра, по сравнению с информацией, сообщенной в ее последнем представлении, не произошло. Интернет-адрес интерфейса национального реестра указан в пункте 10.2.2.8.

**10.2.3.9 Изменение описания принятых мер по обеспечению защиты, ведения и восстановления данных с целью обеспечения целостности хранимых данных и восстановления сервисов реестра в случае аварии в 2014 году, по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений описания принятых мер по обеспечению защиты, ведения и восстановления данных с целью обеспечения целостности хранимых данных и восстановления сервисов реестра в случае аварии не произошло. Описание принятых мер по обеспечению защиты, ведения и восстановления данных с целью обеспечения целостности хранимых данных и восстановления сервисов реестра в случае аварии представлено в пункте 10.2.2.9.

#### **10.2.3.10 Изменение результатов 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 2014 году, по сравнению с информацией, сообщенной в последнем представлении**

В 2014 году изменений результатов 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, не произошло. Информация о результатах 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, представлена в пункте 10.2.2.10.

#### **10.2.4 Рекомендации, выданные реестру в рамках предыдущей оценки**

В рамках оценки российского реестра в 2014 году группой по рассмотрению Российской Федерации не было дано никаких рекомендаций.

### **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).

На основе этого определения представляются отчетные данные о выбросах парниковых газов 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 6 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**

Отчетность по пункту 4 статьи 3 Киотского протокола Российской Федерацией включает 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 2008-2012 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 принципами МГЭИК (Руководящие принципы..., 2006).

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 2013г. площадь управляемых лесных земель (без учета кустарников) составила 617,7 млн. га или 71,4% 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/СР.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 2013 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, 2012, 2013).

- все работы по облесению ведутся на бывших пахотных угодьях (по данным Рослесхоза);
- из отчетности по облесению и управлению лесным хозяйством исключается кустарниковая растительность, которая не соответствует определению леса.

На основании этих допущений составлены матрицы преобразования земель, представленные в таблице NIR-2 ОФД.

### **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, облесение 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 6.4.1.2.2 настоящего доклада.

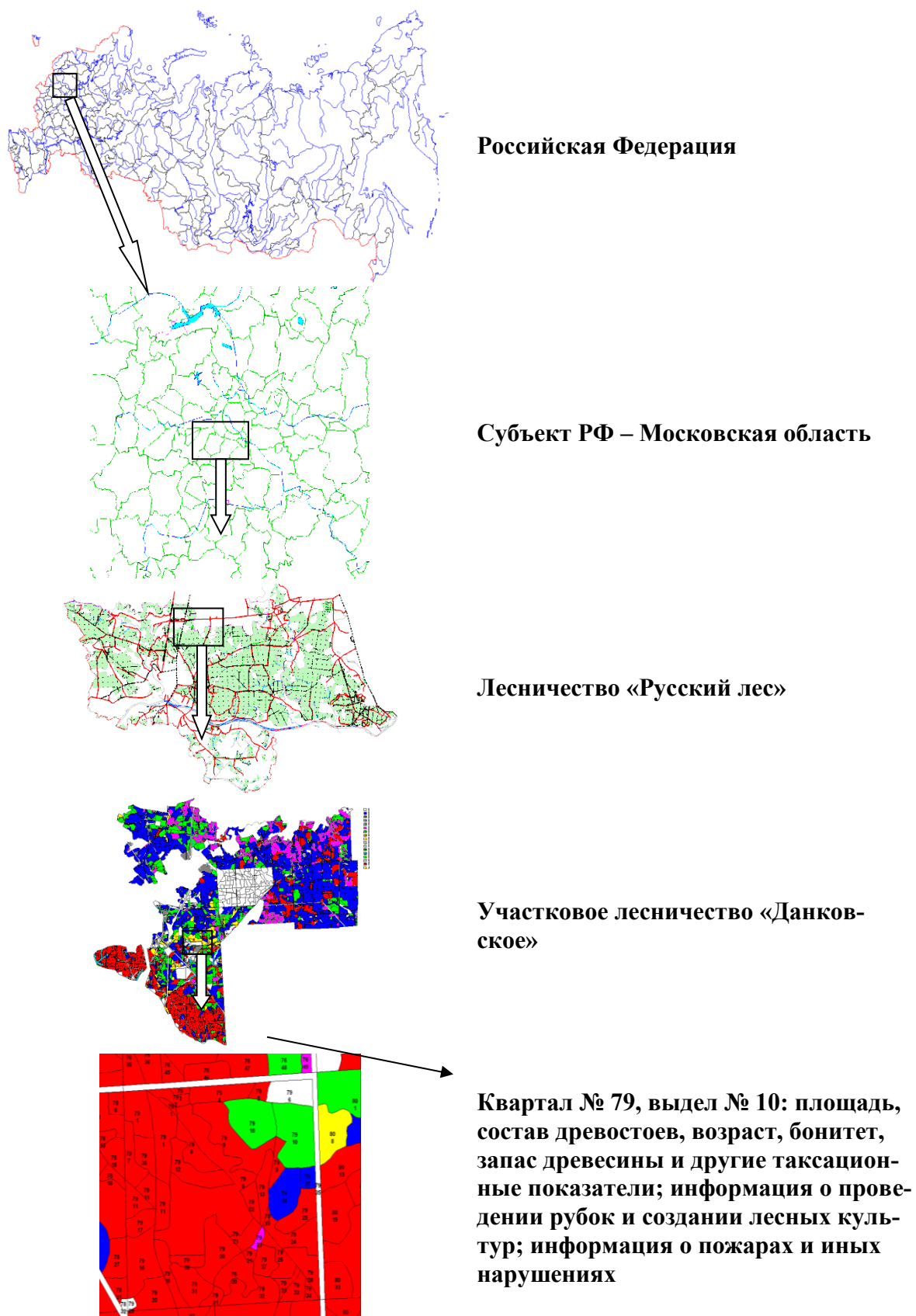
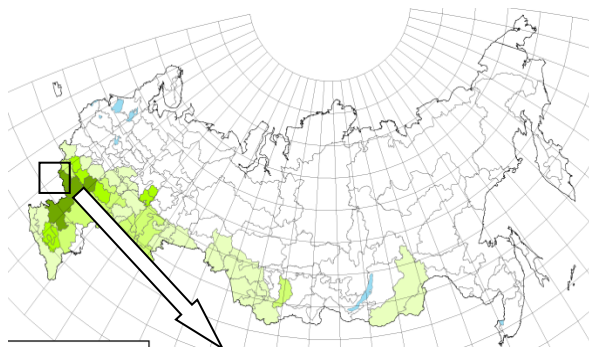
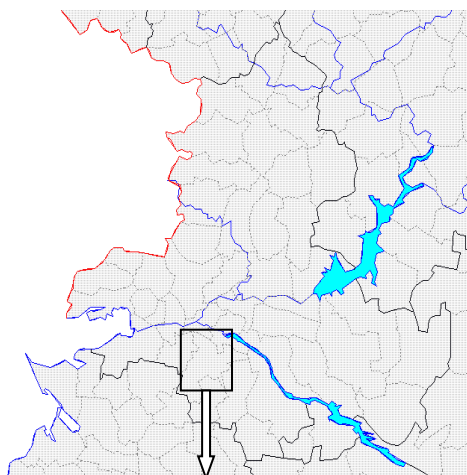


Рисунок 10.6 – Схема идентификации географического местоположения участка управляемых лесов



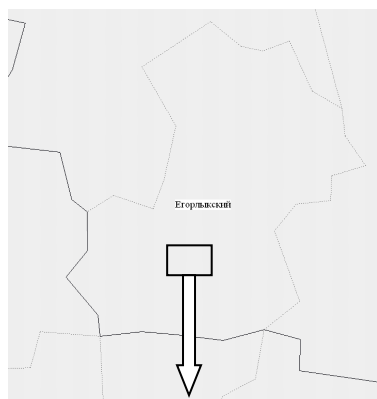
**Российская Федерация:**

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



**Егорлыкское сельское поселение, станция Егорлыкская:**

осуществление работ по созданию и уходу за полевосаженными лесными полосами

Рисунок 10.7 – Схема идентификации географического местоположения участка облесения (на примере полевосаженных 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 лесоправления, 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 6.4.5.2 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 6.75 и 6.76 (без учета кустарников), а также средние значения запасов углерода по пулам (таблица 6.77).

#### *10.3.3.1.4 Управление лесным хозяйством*

Методы расчета бюджета углерода управляемых лесов детально рассмотрены в разделе 6.4.1.1.2 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 лесоправления. 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)

Перерасчеты выбросов парниковых газов за период 2008-2012 гг. по статье 3.3 (облесение) и по статье 3.4 (лесоуправление) не проводились. Перерасчеты выбросов CO<sub>2</sub> от обезлесения связаны с усовершенствованием методики расчетов (см. раздел 6.4.5.2.1).

### 10.3.3.5 Оценки неопределенности

Неопределенность оценки бюджета углерода при облесении составляет  $\pm 22\%$ , при обезлесении –  $\pm 11\%$ , при управлении лесным хозяйством –  $\pm 29\%$  (таблица 10.3). Более подробно оценка неопределенности рассматривается в разделе 6.5 НДК.

Таблица 10.3

Оценка неопределенности потоков парниковых газов  
при облесении, обезлесении и управлении лесным хозяйством в 2014 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>-5036,2</b>			<b>22,0</b>
Фитомасса	-3317,8	5	25	25,5
Мертвая древесина	-674,6	5	32	32,4
Подстилка	-97,4	5	62	62,2
Минеральные почвы	-1040,8	5	65	65,2
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от пожаров	56,6	20	70	72,8
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от пожаров	37,8	20	60	63,2
<b>3.3 Обезлесение</b>	<b>5228,6</b>			<b>11,1</b>
Фитомасса потери	2896,6	10	13	16,4
Мертвая древесина	603,7	10	13	16,4
Подстилка	471,5	10	22	24,2
Минеральные почвы	1256,8	10	21	23,3
<b>3.4. Управление лесным хозяйством</b>	<b>-625176,9</b>			<b>29,4</b>
Фитомасса	-569034,4	20	25	32,0

Категория источника/поглотителя	Выброс парниковых газов, CO <sub>2</sub> -экв., Гг <sup>1)</sup>	Неопределенность, %		
		исходных данных	коэффициента	объединенная
Мертвая древесина	-53564,8	20	32	37,7
Подстилка	-9952,1	10	62	62,8
Минеральные почвы	-18101,8	10	65	65,8
Органогенные почвы	5077,0	20	53	56,2
Мгновенная эмиссия CH <sub>4</sub> от пожаров	11064,4	20	70	72,8
Мгновенная эмиссия N <sub>2</sub> O от пожаров	7294,8	20	60	63,2
Эмиссия CH <sub>4</sub> от осушения органических почв	1561,7	5	39	39,5
Эмиссия N <sub>2</sub> O от осушения органических почв	-5036,2			<b>22,0</b>

<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. 6.27). Эта информация демонстрирует, что деятельность по пункту 3 статьи 3 Киотского протокола началась с 1 января 1990 года. Эта деятельность является прямым антропогенным воздействием. В отчетность включены сведения о создании противоэрозионных и полезащитных лесных насаждений, создаваемых на сельскохозяйственных землях начиная с 1 января 1990 года (табл. 6.27). 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 лесовозобновление, отличаются от обезлесения**

Площади всех вырубок, гарей, а также погибших по разным причинам древостоев относятся к лесным землям и составляют фонд лесовосстановления. На этих временно непокрытых лесной растительностью землях проектируются и проводятся специальные мероприятия по искусственному лесовосстановлению, включающие посадку лесных культур и содействие естественному возобновлению. Таким образом, на лесных землях, подвергшихся 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 возобновлению, перевод несомкнувшихся лесных культур в покрытые лесом земли, изменение состава насаждений рубками ухода, повреждение древостоев в результате пожаров, вспышек размножения вредителей и болезней леса, стихийных бедствий и т. д. Все виды лесохозяйственной деятельности, а также все случаи гибели лесных насаждений фиксируются на таксационных планах и в специальных формах статистической отчетности. Оформление первичной документации в лесничествах осуществляется на компьютере с использованием специализированных статистических форм. Сводные данные по субъекту РФ получают в его территориальном органе исполнительной власти в области лесного хозяйства. По поручению Федерального агентства лесного хозяйства ФГУП «Рослесинфорг» обеспечивает составление сводной отчетности по стране и формирует банк данных. В процессе формирова-



ния 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 6.28, 6.29, 6.30 (см. раздел 6.4.1.2 национального доклада). Хотя темпы создания защитных лесных насаждений резко снизились, поглощение углерода созданными насаждениями увеличивается, достигнув к 2013 г. 5,1 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 древостой, созданные после 1990г., 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 6.34.

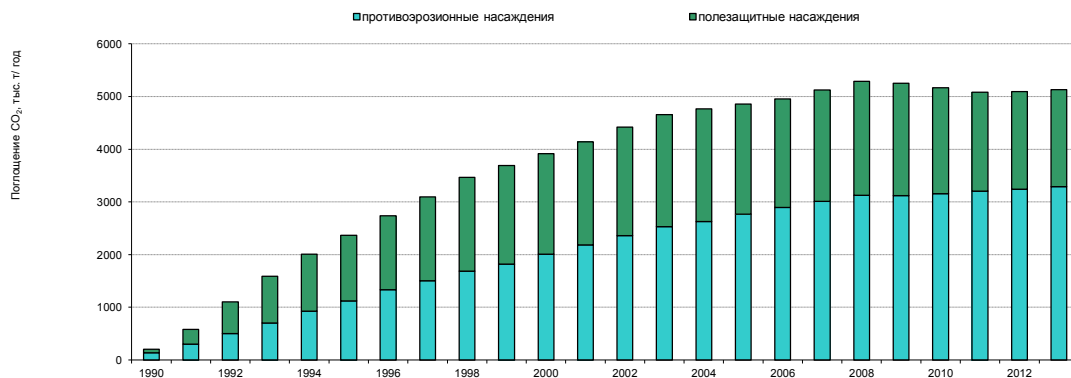


Рисунок 10.8 – Динамика годового поглощения  $\text{CO}_2$  (за исключением потерь от нарушений) суммарно по пулам фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы при облесении в Российской Федерации

Пространственное распределение противозерозийных лесных насаждений, созданных за период 1990-2012 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 противозерозийных насаждений к общей площади субъекта РФ максимально в Орловской, Саратовской, Волгоградской областях и в республике Татарстан.

Пространственное распределение полежащитных лесных полос, созданных за 1990-2013 гг. представлено на рисунке 10.10. В целом оно близко к рассмотренному выше рас-

пределению противоэрозионных насаждений за некоторыми исключениями. Так, полезащитные лесополосы присутствуют в Читинской области, крайне южная часть которой находится в степной зоне. По относительной доле полезащитных полос лидируют Ростовская, Воронежская, Белгородская и Тамбовская области.

Вклад противоэрозионных лесных насаждений в поглощение углерода при облесении за 2013 г. составляет около 63,7%. Причиной тому являются значительно большие площади создаваемых противоэрозионных насаждений (68,1% от общей площади облесения) по сравнению с полезащитными. Однако по средним величинам поглощения углерода пулом фитомассы полезащитные насаждения оказываются на 50-60% более эффективными, чем противоэрозионные. Эта ситуация объясняется значительной долей в составе полезащитных лесополос березы (26%) и тополя (19%). Указанные породы обладают существенно более быстрыми темпами роста по сравнению с сосной, доминирующей в противоэрозионных насаждениях.

#### ***10.3.4.5 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.

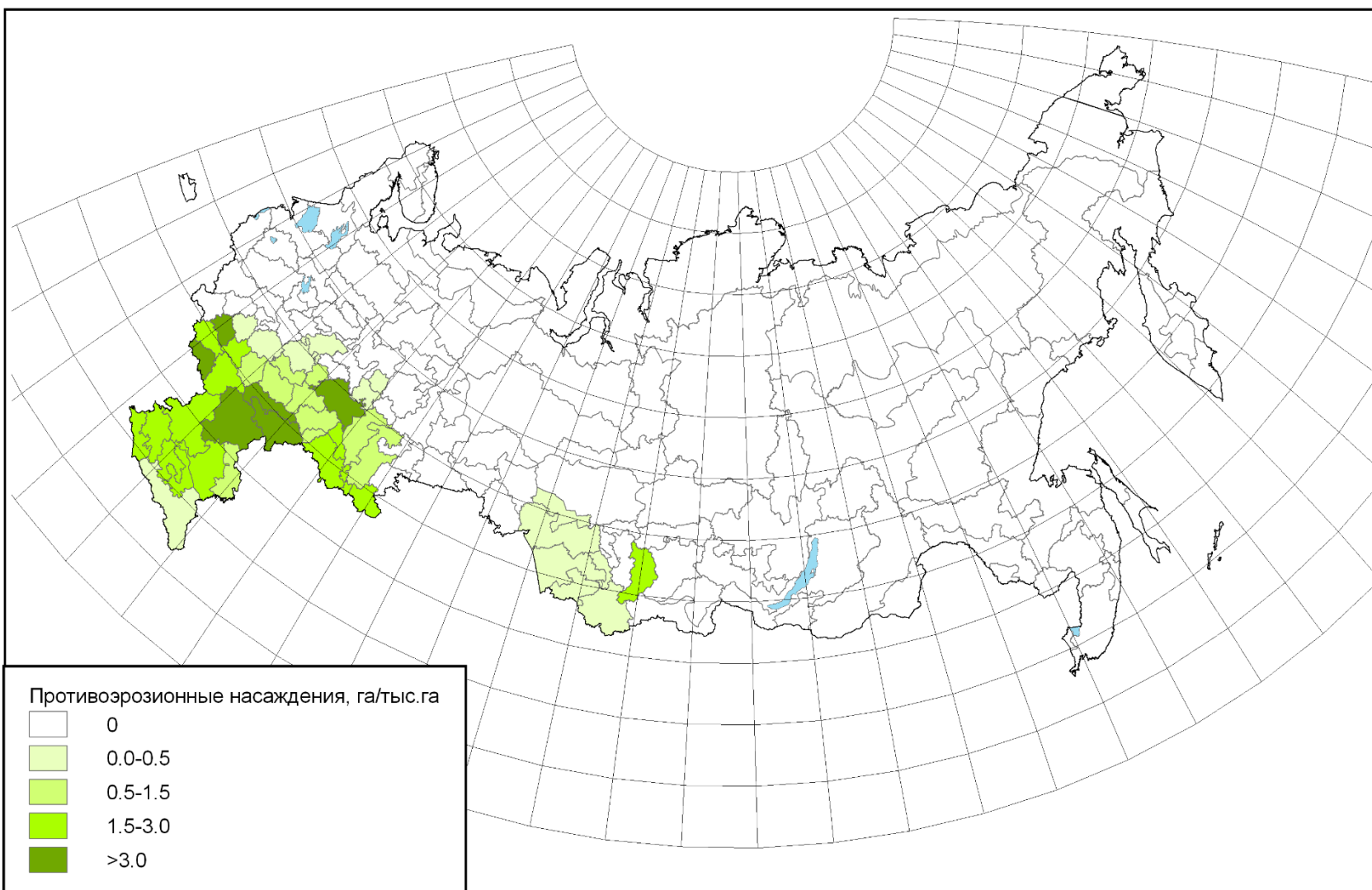


Рисунок 10.9 – Доля площадей противоэрозионных насаждений, созданных в период 1990-2013 гг., от общей площади субъектов РФ

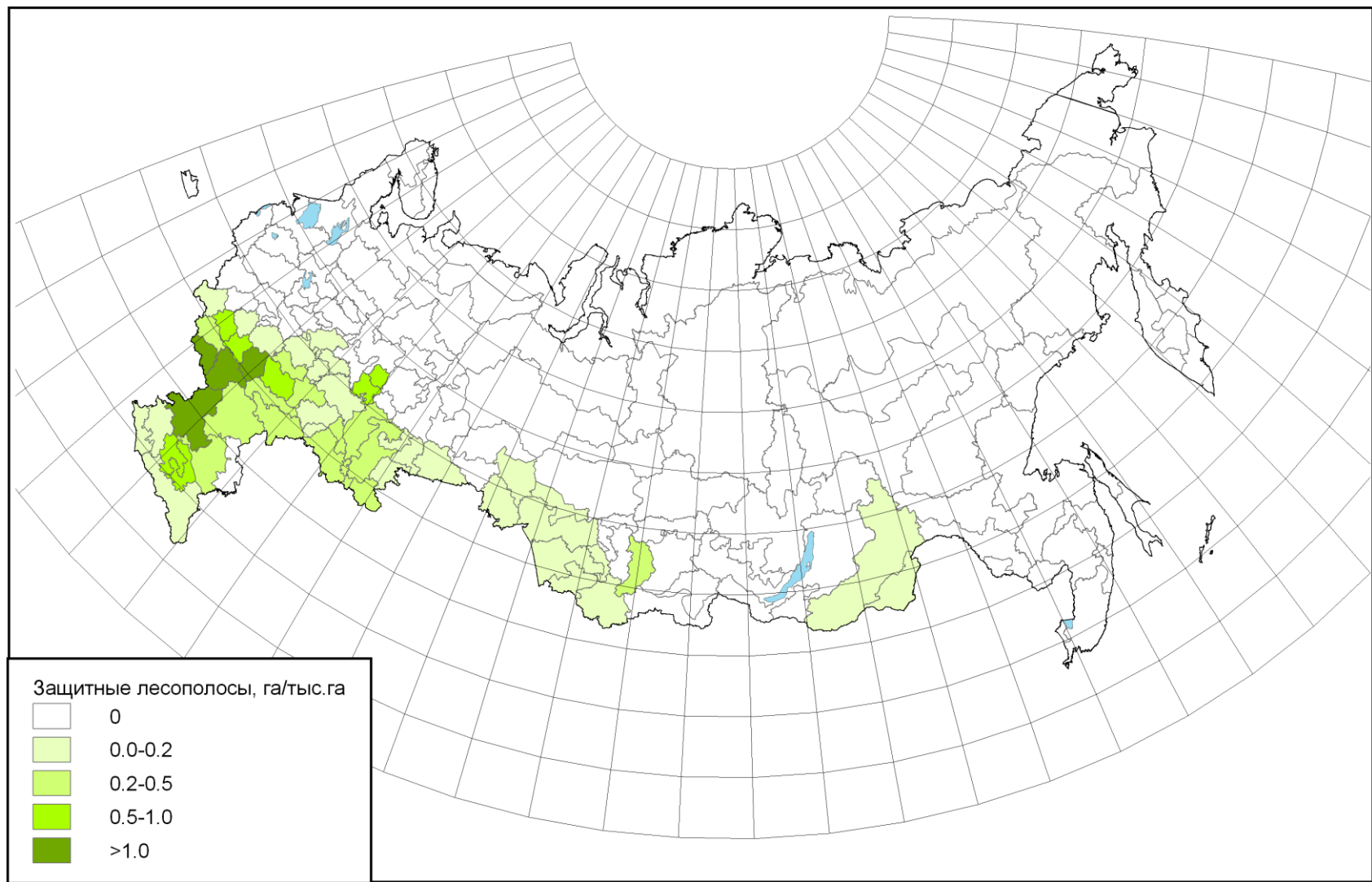


Рисунок 10.10 – Доля площадей защитных лесных полос, созданных в период 1990-2013 гг., от общей площади субъектов РФ

Результаты расчета потерь углерода при обезлесении управляемых и неуправляемых лесов по пулам показаны в таблице 10.4. Начиная с 1990 г. по 2013 г. общая площадь обезлесения в управляемых и неуправляемых лесах (без учета кустарников) составила 624,3 тыс. га. Суммарный выброс углекислого газа от обезлесения снизился с 16,2 млн. т CO<sub>2</sub> в 1990 г. до 5,2 млн. т CO<sub>2</sub> в 2013 г. (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 1990 г. Это подтверждается данными учета лесного фонда, государственного лесного реестра, статистической информацией по лесохозяйственным мероприятиям, лесным пожарам, гибели лесных насаждений в результате действия различных факторов применительно к территории управляемых лесов РФ.

#### 10.3.5.2 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. раздел 6.4.1.1.2 настоящего доклада) используются отдельные статистические формы по площадям управляемых лесов и площадям противозерозионных и полезационных лесонасаждений, заложенных на землях сельскохозяйственного назначения (облесение) (см. раздел. раздел 6.4.1.2.2), 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 6.4.5.2.1). 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).

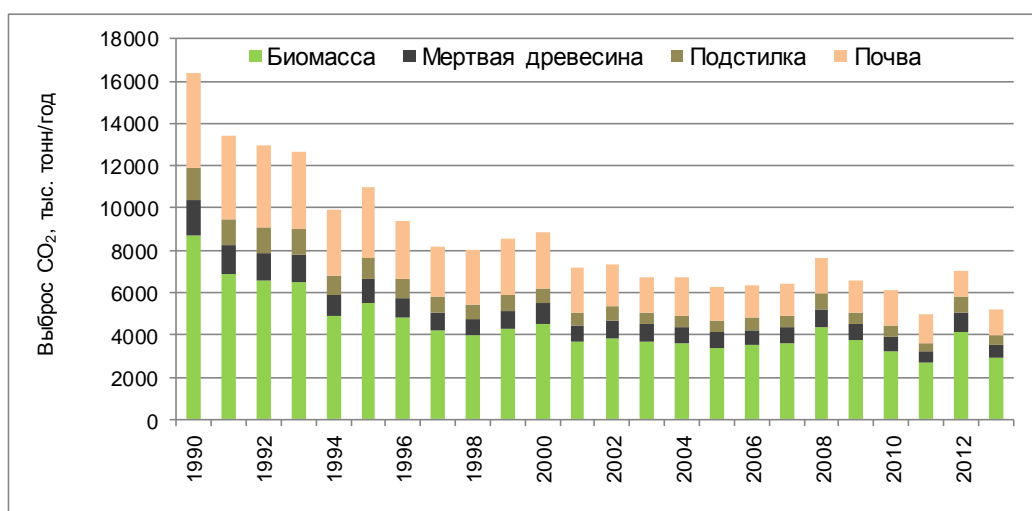


Рисунок 10.11 – Оценка выбросов CO<sub>2</sub> по пулам при обезлесении (суммарно для управляемых и неуправляемых лесов)

Таблица 10.4

## 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	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Управляемые леса												
Надземная биомасса	1465,2	892,0	733,2	545,5	569,0	584,9	707,1	649,5	592,7	492,1	777,2	527,6
Подземная биомасса	400,6	249,1	191,6	143,7	147,3	150,5	181,5	170,2	149,6	128,9	196,9	139,5
Мертвая древесина	369,0	226,2	190,3	142,8	144,6	152,6	182,0	164,2	152,8	126,5	205,7	140,6
Подстилка	330,0	209,7	155,9	122,9	120,9	128,1	155,3	130,1	128,2	98,9	183,5	113,3
Почва	951,6	685,2	543,1	346,7	339,4	332,9	367,4	351,1	381,8	326,1	282,3	291,5
Неуправляемые леса												
Надземная биомасса	393,3	288,8	248,0	189,5	194,2	192,3	231,9	156,2	110,3	86,8	125,1	95,8
Подземная биомасса	107,5	80,6	65,8	51,0	51,6	50,8	60,7	45,2	30,4	24,1	32,5	27,0
Мертвая древесина	99,0	73,2	63,7	49,4	48,8	49,2	58,5	38,6	27,3	20,6	31,0	24,1
Подстилка	88,6	67,9	45,7	35,0	35,9	33,5	42,5	27,3	19,2	11,7	22,8	15,3
Почва	276,0	229,4	176,8	91,7	86,6	84,0	93,3	64,0	75,5	47,5	55,1	51,3
Все леса												
Надземная биомасса	1858,5	1180,9	981,2	735,0	763,2	777,2	939,0	805,7	703,0	578,8	902,4	623,4
Подземная биомасса	508,1	329,7	257,5	194,7	198,8	201,4	242,3	215,4	180,0	153,0	229,5	166,6
Мертвая древесина	468,1	299,4	253,9	192,2	193,4	201,9	240,5	202,8	180,0	147,1	236,7	164,6
Подстилка	418,6	277,6	201,6	157,9	156,8	161,7	197,7	157,3	147,3	110,7	206,4	128,6
Почва	1227,6	914,6	719,9	438,3	426,0	416,9	460,6	415,1	457,2	373,5	337,4	342,8

#### 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 пользованию лесами в целях выполнения ими соответствующих экологических (включая биологическое разнообразие), экономических и социальных функций устойчивым образом. Управление лесами, или лесоуправление, составляет цельную систему взаимосвязанных организационно-хозяйственных мероприятий по обеспечению устойчивого и неистощительного пользования лесными ресурсами.

В рамках управления лесами проводятся следующие мероприятия: планируются и осуществляются регулярный учет, количественная оценка и анализ состояния, пространственно-временной и ресурсной динамики лесного фонда; выполняются лесовосстановительные мероприятия и уходы за лесом; осуществляется охрана и защита лесов от пожаров и прочих причин гибели лесных насаждений; определяется оптимальный размер лесозаготовок (расчетная лесосека); производятся рубки главного и промежуточного пользования, заготовки недревесного сырья и другой лесной продукции.

Все вышеперечисленные мероприятия применялись как в прошлом (включая 1990 год), так и применяются в настоящее время и планируются к применению в качестве будущей хозяйственной деятельности в управляемых лесах страны.

Общая площадь управляемых лесных земель с 1990 по 2013 г. увеличилась на 53,0 млн. га за счет перевода из неуправляемых лесных земель (рис. 10.12). Наиболее значительный рост площадей произошел в 2009 г. Из 41,2 млн. га лесных земель, переводимых в 2009 г. из резервных лесов в управляемые, только 7,0 млн. га (17,0%) составляли перестойные леса, в которых депонирование углерода приближается к нулю.

Площадь покрытых лесной растительностью земель управляемых лесов от 1990 к 2013 г. увеличилась на 63,3 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 (Замолотчиков и др., 2005; Замолотчиков, Коровин, Гитарский, 2007). Сокращение площадей новых вырубок за счет снижения уровня лесозаготовок происходит одновременно с лесовосстановлением на вырубках более раннего периода, после чего они переходят в состав покрытых лесом земель. Доля непокрытых лесной растительностью площадей от общей площади лесных земель сократилась с 13,2% в 1990 г. до 10,4% в 2013 г. (рис. 10.12).

Отличительной особенностью возрастной структуры управляемых лесов является значительное участие спелых и перестойных древостоев (рис. 10.13). В спелых древостоях годовичное депонирование углерода сокращается, а в перестойных – приближается к нулю (Исаев и др., 1993). В 1990 г. доля спелых и перестойных древостоев составляла 47,5% от площади управляемых лесов, в 2013 г. – 44,8%. Доля площади спелых и перестойных древостоев с преобладанием хвойных пород сократилась с 51,3% в 1990 году до 47,8% в 2013 г., что связано с лесозаготовками преимущественно хвойных пород. Аналогичная тенденция была ха-

рактерна и для твердолиственных пород: доля спелых и перестойных древостоев сократилась с 46,9% в 1990 году до 42,3% в 2013 году. В то же время наблюдалось увеличение доли площадей спелых и перестойных древостоев с преобладанием мягколиственных пород (с 33,5% в 1990 году до 36,7% в 2013 году).

Управляемых леса (без учета кустарников) ежегодно абсорбировали от 251,5 до 297,8 Мт С год<sup>-1</sup> (в среднем – 269,5 Мт С год<sup>-1</sup>). В среднем 75,0% абсорбции атмосферного углерода приходилось на фитомассу, 11,5% – на мертвую древесину, 2,7% – на подстилку и 10,8% – на почву (рис. 10.14, табл. 10.5).



Рисунок 10.12 – Динамика площади управляемых лесных земель России (без учета кустарников)

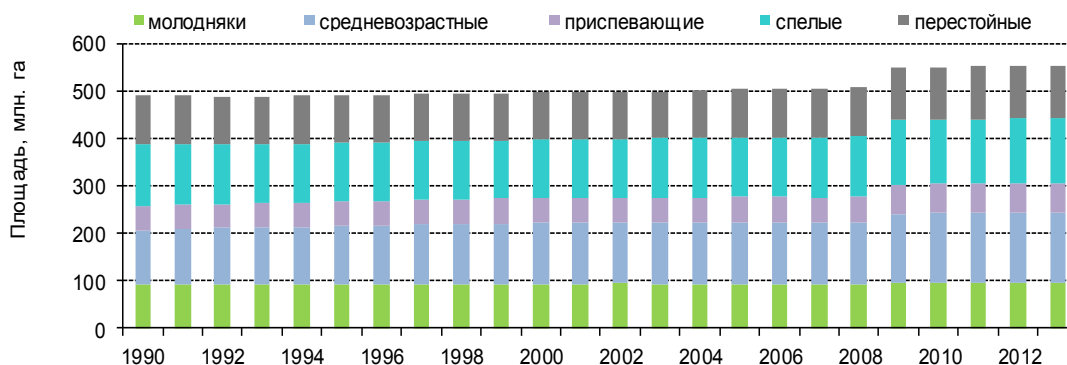


Рисунок 10.13 – Динамика возрастной структуры управляемых лесов России (без учета кустарников)

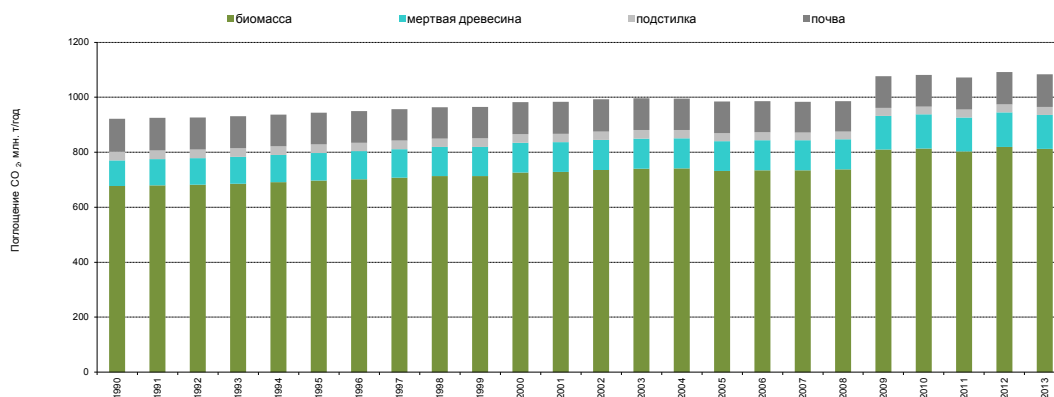




Рисунок 10.14 – Динамика абсорбции CO<sub>2</sub> управляемыми лесами по пулам

Таблица 10.5

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
2012	175 196	48 351	34 172	7 966	32 095	297 779
2013	173 677	47 925	33 672	7 992	32 308	295 574

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 – 151,8 Мт С год<sup>-1</sup>) (рис. 10.15, табл. 10.5). В среднем 65,9% потерь углерода приходилось на фитомассу, 12,4% – на мертвую древесину, 3,6% – на подстилку, 18,2% – 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 10.6. Значительная вариация выбросов парниковых газов в таблице 10.6 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 7.2.1.2.1 настоящего доклада). Наблюдается сокращение выбросов от осушения органических почв с 6093,4 в 1990 г. до 5077,0 тыс. т С год<sup>-1</sup> в 2013 г. в связи с недостаточным объемом работ по поддержанию мелиоративной сети и сокращению площадей осушенных лесных земель (табл. 10.7). По сравнению с 1990 годом выбросы CH<sub>4</sub> от осушенных органических почв сократились с 23,0 тыс. т CH<sub>4</sub> год<sup>-1</sup> в 1990 г. до 19,1 тыс. т CH<sub>4</sub> год<sup>-1</sup> в 2013 г., а выбросы N<sub>2</sub>O – с 6,24 тыс. т N<sub>2</sub>O год<sup>-1</sup> в 1990 году до 5,24 тыс. т N<sub>2</sub>O год<sup>-1</sup> в 2013 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 объ-

емах от 107,7 Мт CO<sub>2</sub>-экв. год<sup>-1</sup> в 1990 г. до 540,8 Мт CO<sub>2</sub>-экв. год<sup>-1</sup> в 2012 г. (среднее значение – 373,6 Мт CO<sub>2</sub>-экв. год<sup>-1</sup>) (рис. 10.16).

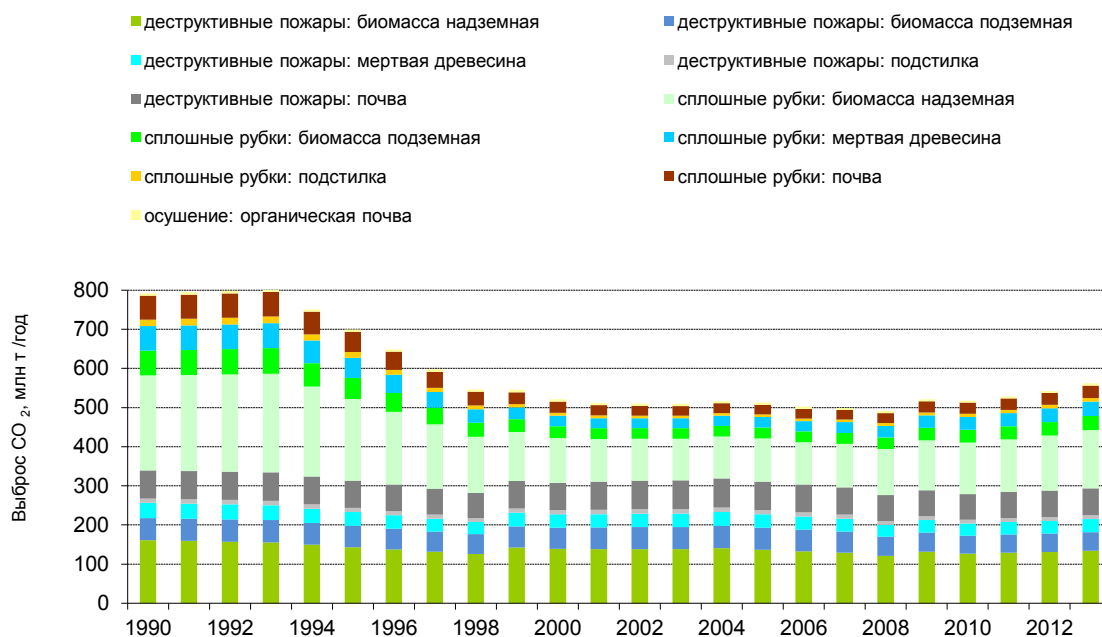


Рисунок 10.15 – Динамика выбросов CO<sub>2</sub> управляемыми лесами по пулам

Таблица 10.6

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	6 093,4	220 390,6
1995	85 502,5	103 675,1	6 093,4	195 271,0
1996	82 659,8	92 583,4	6 093,4	181 336,6
1997	79 824,8	81 514,2	6 093,4	167 432,4
1998	76 997,4	70 464,6	6 093,4	153 555,4
1999	85 129,0	61 974,3	5 904,5	153 007,8
2000	83 788,3	56 653,9	5 715,6	146 157,8
2001	84 727,5	53 309,5	5 526,7	143 563,7
2002	85 516,6	52 223,9	5 337,8	143 078,3
2003	85 717,5	51 790,2	5 148,9	142 656,6
2004	86 913,8	52 486,9	5 148,9	144 549,6
2005	84 799,6	53 619,7	5 148,9	143 568,2
2006	82 755,7	52 737,1	5 148,9	140 641,7
2007	80 762,1	54 021,9	5 148,9	139 932,9
2008	75 303,3	57 288,6	5 077,0	137 668,9
2009	78 816,6	61 861,2	5 077,0	145 754,8
2010	76 078,2	63 812,8	5 077,0	144 968,0
2011	77 563,1	65 212,4	5 077,0	147 852,5

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
2012	78 431,7	68 157,7	5 077,0	151 666,4
2013	80 013,1	71 781,2	5 077,0	156 871,3

Таблица 10.7

Выбросы CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O в управляемых лесах России

Год	Выброс от пожаров, тыс. т CO <sub>2</sub> -экв. год <sup>-1</sup>		Выброс от осушения органических почв, тыс. т CO <sub>2</sub> -экв. год <sup>-1</sup>		Суммарный выброс, тыс. т CO <sub>2</sub> -экв. год <sup>-1</sup>
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
1990	11960,3	7878,3	574,2	1874,3	22287,1
1995	10869,3	7137,3	574,2	1874,3	20455,0
1996	11008,2	7230,9	574,2	1874,3	20687,5
1997	11063,6	7287,7	574,2	1874,3	20799,8
1998	10528,0	6925,5	574,2	1874,3	19901,9
1999	10039,8	6594,2	574,2	1874,3	19082,5
2000	12634,7	8256,8	574,2	1874,3	23339,9
2001	10146,1	6660,4	574,2	1874,3	19255,0
2002	15955,2	10502,3	574,2	1874,3	28905,9
2003	10674,6	6998,2	556,4	1816,2	20045,4
2004	11785,1	7724,6	538,6	1758,1	21806,4
2005	11352,1	7483,0	520,8	1700,0	21055,8
2006	12676,8	8281,0	503,0	1641,9	23102,7
2007	14181,8	9346,9	485,2	1583,8	25597,6
2008	10811,4	7127,3	485,2	1583,8	20007,6
2009	11431,2	7535,3	485,2	1583,8	21035,5
2010	12581,6	8286,4	485,2	1583,8	22936,9
2011	11424,0	7505,8	485,2	1583,8	20998,7
2012	12997,4	8561,4	478,4	1561,7	23598,9
2013	13835,7	9122,0	478,4	1561,7	24997,7

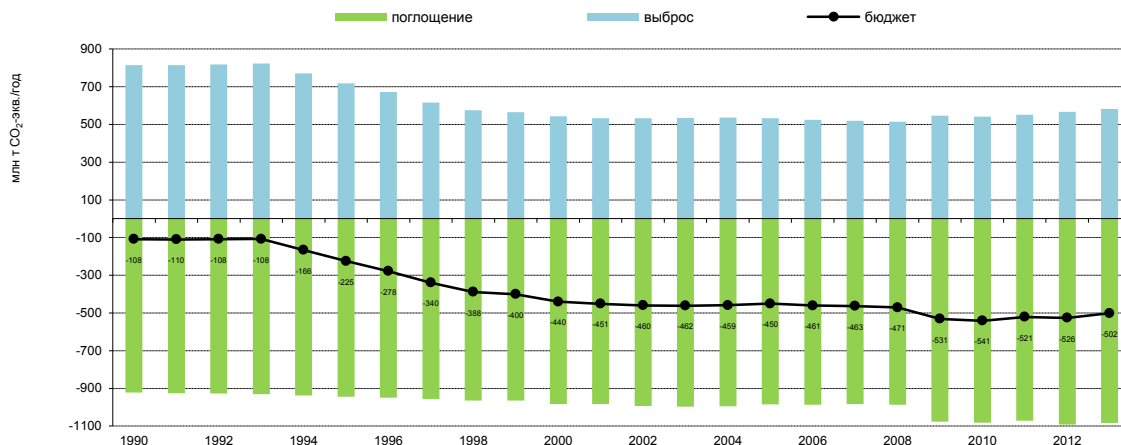


Рисунок 10.16 – Абсорбция CO<sub>2</sub>, выброс и итоговый бюджет парниковых газов управляемых лесов России без учета кустарников

Итоговые величины углеродного баланса управляемых лесов Российской Федерации отражают всю совокупность мер по лесоуправлению: лесопользование, лесовосстановление, охрану и защиту лесов. Одной из основных причин, по которой леса за рассматриваемый период являлись стоком углерода, связана с двукратным снижением уровня лесопользования, имевшем место в начале 1990-х годов.

#### 10.3.5.3 Отчетность Российской Федерации по статье 3 Киотского протокола

Таблица 10.8 показывает отчетность по изменениям углеродных пулов и по источникам парниковых газов, представленную Российской Федерацией по пунктам 3 и 4 статьи 3 Киотского протокола, включая заготовленные лесоматериалы.

Таблица 10.9 демонстрирует суммарный бюджет углерода по видам деятельности, отчетность по которым предусмотрена в рамках статьи 3 Киотского протокола. Сравнение итоговых величин явно показывает, что облесение, обезлесение и пул заготовленных лесоматериалов приводят к существенно меньшим по абсолютным величинам потокам углерода по сравнению с лесоуправлением.

#### 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. 10.10).

Таблица 10.8

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 10.9

Выбросы и абсорбция парниковых газов в Российской Федерации от видов деятельности по пунктам 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	Заготовленные лесоматериалы	Всего
1990	-203,1	IE	16429,9	-107903,2	-18718,3	-110394,8
1995	-582,1	IE	13436,7	-109570,6	-6657,2	-103373,1
1996	-1103,0	IE	13004,3	-108178,6	8816,1	-87461,2
1997	-1586,7	IE	12691,0	-107700,9	20060,8	-76535,9
1998	-2007,3	IE	9910,5	-166304,6	30679,1	-127722,4
1999	-2365,4	IE	11008,3	-224621,4	30913,5	-185065,0
2000	-2738,2	IE	9361,3	-277831,8	31868,6	-239340,2
2001	-3098,3	IE	8143,0	-339541,9	31289,1	-303208,1
2002	-3468,5	IE	8053,3	-388026,2	31596,7	-351844,7
2003	-3691,1	IE	8547,5	-399885,9	25720,6	-369308,9
2004	-3916,4	IE	8851,5	-439770,2	21251,5	-413583,7
2005	-4139,6	IE	7182,4	-450982,9	21107,7	-426832,4
2006	-4417,7	IE	7359,6	-459591,0	19336,8	-437312,2
2007	-4658,2	IE	6742,2	-461735,8	15628,8	-444023,0
2008	-4765,0	IE	6688,0	-459006,7	13428,7	-443654,9
2009	-4856,8	IE	6299,4	-450360,2	10658,5	-438259,0
2010	-4954,6	IE	6373,7	-460919,6	7479,7	-452020,9
2011	-5122,2	IE	6449,9	-463007,7	12651,5	-449028,5
2012	-5290,6	IE	7627,2	-471029,0	17225,3	-451467,2
2013	-5254,7	IE	6586,6	-531291,1	18801,6	-511157,5

Примечание: IE – деятельность по лесовозобновлению включена в отчетность по управлению лесным хозяйством.

Таблица 10.10

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		
		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

При выполнении принятых национальных обязательств по ограничению антропогенных выбросов и повышению абсорбции парниковых газов Российская Федерация учитывает положения пункта 14 статьи 3 Киотского протокола о сведении к минимуму неблагоприятных социальных, экологических и экономических последствий для Сторон, являющихся развивающимися странами. Основными направлениями деятельности по сведению к минимуму неблагоприятных социальных, экологических и экономических последствий для развивающихся стран являются:

- смягчение антропогенного воздействия на климатическую систему благодаря разработке и осуществлению целенаправленных национальных политики и мер;
- экспорт в развивающиеся страны энергетических ресурсов с меньшей углеродоемкостью и компенсация выбросов парниковых газов, связанных с производством или добычей, подготовкой и транспортировкой экспортируемых энергоресурсов;
- содействие развитию альтернативной энергетики в развивающихся странах за счет передачи технологий, возведения и компоновки объектов энергетики с использованием российского оборудования и материалов, а также компенсация выбросов парниковых газов, связанных с производством и транспортировкой в пределах Российской Федерации экспортируемых материалов и оборудования;
- укрепление потенциала в развивающихся странах благодаря подготовке и переподготовке специалистов в области охраны окружающей среды, метеорологии и климатологии, а также в области техники и технологий.

В целях смягчения антропогенного воздействия на климат в 2013 году Правительством РФ принят ряд постановлений по оптимизации деятельности энергетического сектора. С 1 января 2012 г. вступило в силу Постановление Правительства РФ от 08.01.2009 г. №7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках». Постановление устанавливает повышенную плату за выброс вредных веществ, сверхлимитное сжигание попутного нефтяного газа и вводит дополнительный повышающий коэффициент к этой плате при отсутствии средств измерения и учета, подтверждающих фактический объем образования, использования и сжигания на факельных установках попутного газа. В целях оптимизации использования попутного нефтяного газа Правительство РФ приняло Постановление от 08.11.2012 г. №1148 «Об особенностях исчисления платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа». Этим постановлением устанавливается предельно допустимое значение показателя сжигания и (или) рассеивания попутного нефтяного газа в размере не более 5% объема добытого попутного нефтяного газа. В соответствии с указанными постановлениями, с 1 января 2013 года плата за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа свыше 5% производится в пятикратном размере.

Российская Федерация практически полностью обеспечивает себя энергоресурсами за счет внутренней добычи. Часть добытых энергоресурсов экспортируется.<sup>25</sup> При этом выбросы парниковых газов от операций по добыче, подготовке и транспортировке экспортируемых нефти и природного газа, а также утилизации нефтяного (попутного) газа учитываются в национальном кадастре и, соответственно, их сокращение является обязательством Российской Федерации.

Российский природный газ замещает в странах-импортерах углеродоемкие виды топлива (каменный уголь и нефть), снижая, таким образом, выбросы в атмосферу парниковых газов, в первую очередь, CO<sub>2</sub>. Экспорт природного газа осуществляется в развитые и развивающиеся страны. Доставка природного газа будет производиться по двум направлениям: западно-

---

<sup>25</sup> Основные данные по экспорту энергоресурсов за 2013г. приведены в приложении 4 к настоящему докладу.

му – из Западной Сибири и восточному – с месторождений Восточной Сибири, Дальнего Востока и Сахалина. В 2011 году введен в эксплуатацию магистральный газопровод Сахалин – Хабаровск – Владивосток, который предполагается использовать и для экспортных поставок газа в Китайскую народную республику (КНР) и Республику Корея. С целью расширения географии поставок природного газа в направлении Азиатско-Тихоокеанского региона в конце 2012 года инициирован проект газопровода «Сила Сибири» мощностью 61 млрд м<sup>3</sup> газа в год<sup>26</sup>. В 2013 году достигнуты договоренности о поставках газа 38 млрд м<sup>3</sup> российского газа в КНР по восточному маршруту в течение 30 лет с возможностью расширения контракта до 60 млрд м<sup>3</sup> газа. В настоящее время обсуждается экспорт по западному маршруту 30 млрд м<sup>3</sup> природного газа в КНР и 10 млрд м<sup>3</sup> в Республику Корея соответственно.<sup>27</sup>

Увеличивается экспорт сжиженного природного газа (СПГ). К 2013 году проект «Сахалин-2» вышел на полную мощность, обеспечивая поставки СПГ объемом 1 млн. тонн в Республику Корея.<sup>28</sup> СПГ также экспортируется в Индию, Кувейт и КНР. В 2013 году компания «Новатек» приступила к реализации проекта по производству СПГ. В настоящий момент достигнута договоренность с КНР на поставку 3 млн. т СПГ в рамках этого проекта. Поставки природного газа способствуют внедрению в странах-импортерах современных технологий в энергетическом секторе и обеспечивают сокращение потребления угольного топлива.

Наряду с природным газом, Российская Федерация осуществляет экспорт сырой нефти. Осуществляя поставки сырой нефти в развивающиеся страны, Российская Федерация содействует устойчивому развитию экономики этих государств. В соответствии с долгосрочным соглашением о сотрудничестве между Российской Федерацией и КНР, в рамках строительства нефтепроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО) построен отвод в КНР. Объем экспорта нефти по ВСТО по итогам 2012 года увеличился на 1,1 млн тонн, а в 2013 году этот показатель увеличился еще на 0,8 млн тонн<sup>29</sup>. Таким образом, ежесуточный объем прокачки нефти в КНР по ВСТО достиг 41 тыс тонн<sup>30</sup>. В 2013 году «Роснефть» заключила дополнительный контракт с КНР сроком на 25 лет о поставках 365 млн. т нефти. В общей сложности в 2013 году импорт сырой нефти из России в КНР составил 24,4 млн. т.<sup>31</sup> Кроме КНР, импортерами российской нефти являются Республика Корея, Таиланд, Филиппины, Сингапур, Индонезия, Тайвань и Малайзия.<sup>32</sup>

Российская Федерация также осуществляет поставки электроэнергии в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. При этом выбросы парниковых газов, связанные с производством и передачей электроэнергии, происходят в Российской Федерации. В 2013 году поставки электроэнергии в КНР составили 3,5 млрд. кВт·ч.<sup>33</sup>

Одним из направлений сотрудничества Российской Федерации с развивающимися странами в области снижения углеродоемкости энергетики и предотвращения изменения климата является также и ядерная (атомная) энергетика. Проекты АЭС реализуются на основе новейших российских технологий в области атомной энергетики. Возведение и компоновка энергоблоков в рамках проектов производится с использованием российских материалов и оборудования, выбросы парниковых газов от производства и частичной транспортировки которых учтены в главах «Промышленные процессы» и «Энергетика» национального кадастра парниковых газов Российской Федерации. В КНР уже введена в эксплуатацию первая очередь Тяньваньской атомной электростанции (АЭС) – два энергоблока мощностью по

---

<sup>26</sup> <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/pipelines/ykv/>

<sup>27</sup> <http://www.kommersant.ru/doc/2469727>

<sup>28</sup> <http://www.km.ru/economics/2012/10/09/ekonomika-i-finansy/694369-gazprom-zaklyuchil-dogovor-o-postavkakh-szhizhennogo>

<sup>29</sup> <http://www.vedomosti.ru/business/news/2013/12/24/rosneft-umenshila-plan-prokachki-nefti-po-vsto-v-kitaj>

<sup>30</sup> <http://www.gazeta.ru/business/2013/01/08/4916785.shtml>

<sup>31</sup> <http://russian-chinese.com/2014/10/08/energiya-sotrudnichestva/>

<sup>32</sup> <http://www.ati.su/en/Media/News.aspx?HeadingID=1&ID=11756>

<sup>33</sup> <http://russian-chinese.com/2014/10/08/energiya-sotrudnichestva/>



1000 МВт каждый. Тяньваньская АЭС является крупнейшим проектом экономического и технического сотрудничества Российской Федерации и КНР. В 2013 году началось строительство 2-й очереди станции — третьего и четвертого энергоблоков мощностью по 1050 МВт. В 2011 – 2013 гг. введены в эксплуатацию энергоблоки АЭС в Иране и Индии, мощностью 1000 МВт и 917 МВт, соответственно. Намечены работы по строительству АЭС во Вьетнаме, Армении, Иордании, Египте и Казахстане<sup>34</sup>.

Модернизация производства представляет собой практический инструмент снижения выбросов парниковых газов в различных секторах экономики. Ключевую роль в организации модернизации производства, а также принятии управленческих решений, направленных на смягчение негативного воздействия на климат играют высококвалифицированные специалисты. Российская Федерация осуществляет подготовку иностранных студентов по многим специальностям, включая, в первую очередь, технические и технологические специальности различных направлений, а также экономические, юридические и прочие. В настоящее время за счет средств федерального бюджета в российских высших учебных заведениях обучаются студенты из 150 стран, в том числе из развивающихся стран<sup>35</sup>.

Ежегодно Правительство Российской Федерации осуществляет оплату обучения иностранных граждан из развивающихся стран и стран СНГ специальностям гидрометеорологического профиля на безвозмездной основе. Подготовка специалистов и повышение их квалификации (обучение в аспирантуре) осуществляется в профильных высших учебных заведениях. В системе высшего профессионального образования разработаны 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. Координацию образовательной деятельности осуществляет Учебно-методическое объединение в области гидрометеорологического образования (далее УМО), созданное Минобрнауки России на базе Российского государственного гидрометеорологического Университета.<sup>36</sup> В настоящее время в Российской Федерации обучаются студенты из Бенина, Бутана, Вьетнама, Ирака, Йемена, Кении, Киргизии, Конго, Кот-Д'Ивуара, Молдовы, Монголии, Таджикистана, Танзании, Туркменистана, Узбекистана, Чада и других развивающихся стран.

---

<sup>34</sup> <http://www.atomstroyexport.ru/>

<sup>35</sup> <http://ria.ru/education/20121128/912582328.html>

<sup>36</sup> <http://umo.rshu.ru/content/group>

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

### Литература и источники данных к разделу 1

Груза Г.В., Ранькова Э.Я. 2012. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха – Обнинск: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», ВНИИГМИ-МЦД, 194 с.

ИГКЭ. 2007. 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. – М.: ИГКЭ.

Кароль И.Л., Киселев А.А. 2013. Парадоксы климата. Ледниковый период или обжигающий зной? – М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 288 с.

МГЭИК. 2006. Руководящие принципы МГЭИК 2006 года для национальных кадастров парниковых газов. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК-ИГЭС-ОЭСР-МЭА, ИГЕС, Япония, 2006.

МГЭИК. 2013. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа. Резюме для политиков, техническое резюме и часто задаваемые вопросы. Вклад Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата.

РКИК ООН. 2014. Пересмотр руководящих принципов РКИК ООН для представления информации о годовых кадастрах Сторон, включенных в приложение I к Конвенции. Документ FCCC/CP/2013/10/Add.3. С. 2-25.

Росгидромет. 2014. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – М., 60 с.

Росгидромет. 2015. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. – М., 107 с.

Российская Федерация. 1994. Федеральный закон от 4 ноября 1994 г. № 34-ФЗ. Собрание законодательства Российской Федерации от 1994 г., № 28, ст. 2927.

Российская Федерация. 2004. Федеральный закон от 4 ноября 2004 г. № 128-ФЗ. Собрание законодательства Российской Федерации от 2004 г., № 45, ст. 4378.

IPCC. 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Hiraishi T., Krug T., Tanabe K., Srivastava N., Baasansuren J., Fukuda M. and Troxler T.G. (eds). Published: IPCC Switzerland.

WMO. 2015. Understanding climate.  
([https://www.wmo.int/pages/themes/climate/understanding\\_climate.php](https://www.wmo.int/pages/themes/climate/understanding_climate.php))

### Литература и источники данных к разделу 3

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, –131с.

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.

ГОСТ 30319.1-96 «Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки».

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.

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.

Комков В.И. Расчет выбросов парниковых газов и их предшественников от автомобильного транспорта Российской Федерации в 1990, 2000, 2005, 2010 и 2013 гг. и представление результатов расчета в национальный кадастр парниковых газов Российской Федерации. Отчет. –М.: 2015).

Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта // Итоги науки и техн. ВИНТИ. – 1996. – Т19. – 340 с. (Автомобильный транспорт).

МГЭИК, 2000. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. /МГЭИК-ОЭСР-МЭА. //Хайяма. 2000.

МГЭИК, 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 г./Подготовлены Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. Под ред. С. Игглестона, Л.Буэндиа, К.Мива, Т.Нгара и К.Танабе.// Т.1-5. – ИГЕС// Хайяма. 2006.

Методологические положения по расчету топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой. Утверждены постановлением Госкомстата РФ № 46 от 23.06.1999.

Методические рекомендации «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте». – М.: ОАО «НИИАТ» – Компания «Автополис-плюс», 2008.

Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации. Утверждены распоряжением МПР № 15-р от 16.04.2015.

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.

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.

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.

НДК, 2014. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2012 гг. в 2 томах. –М.: 2014.

Нефти и газовые конденсаты России: Справочник. – Т.1. Нефти Европейской части и газовые конденсаты России. (Под ред. К.А. Демиденко). – М.: ООО «ТУМА ГРУПП». Издательство «Техника», 2000. – 192 с.

Нефти и газовые конденсаты России: Справочник. – Т.2. Нефти Сибири. (Под ред. К.А. Демиденко). – М.: ООО «ТУМА ГРУПП». Издательство «Техника», 2002. – 160 с.

МГЭИК, 1997. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов 1996г. //Т. 1-3. МГЭИК-ОЭСР-МЭА. Париж. 1997.

Постановление Правительства России от 8 января 2009г. № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».

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».

Промышленность России. Стат. сб. –М.: Госкомстат России, 2002. –453 с.

Промышленность России. Стат. сб. –М.: Росстат, 2008. –453 с.

Промышленность России. Стат. сб. –М.: Росстат, 2012. –445 с.

Промышленность России. 2014: Стат.сб./Росстат. – М., П81, 2014. – 326 с.

Российский статистический ежегодник. Стат. сб. Госкомстат России. –М.: Логос, 1996, – 1202 с.

Российский статистический ежегодник. Стат. сб. –М.: Росстат, 2009. –795 с.

Российский статистический ежегодник. 2014: Стат.сб./Росстат. –М., 2014. – 693 с.

Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух. –М.: ОАО «НИИАТ», 2008.

РД 37.009.015-98. Методическое руководство по определению стоимости автотранспортных средств с учетом естественного износа и технического состояния на момент предъявления.

Трофименко Ю.В., Ефремов А.В., Фурсов С.Б. Упрощенная методика прогнозирования численности парка автотранспортных средств // Совершенствование автомобильных и тракторных двигателей: сборник научных трудов / –М.: МАДИ. – 1992. – 152 с. – С.27-32.

Трофименко Ю.В. Сбор, анализ и обобщение данных о деятельности автодорожного транспорта за 1990, 2000, 2005, 2010 и 2013 гг. в формате, необходимом для расчета выбросов парниковых газов, представление обобщенных данных в национальный кадастр парниковых газов Российской Федерации. Отчет. –М.: 2015.

Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».

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.

COPERT III. Computer programme to calculate emissions from road transport Methodology and emission factors. Version 2.1. ETC/AEM. – November, 2000

COPERT 4 Beta Version Software Description / Santiago Bel, Charis Kouridis, Leonidas Ntziachristos. –Thessaloniki, December 2005. – 52 p. p.

BP Statistical Review of World Energy, 64th Edition, 2015, -48 p. (<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/statistical-review-downloads.html>)

COPERT 4. Description of new elements in COPERT 4. – Version 9.0. – November, 2011.

COPERT 4. Компьютерная программа для расчета выбросов, создаваемых дорожным транспортом. Руководство пользователя (версия 9.0). ETC/AEM. – Февраль 2012.

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 Releases from Natural Gas Production and Transmission in Russia. Atmospheric Environment, 1999 (33), 3291-3299.

- ЕМЕР/EEA. Air pollutant emission inventory guidebook 2013. EEA Technical report N 12/2013
- Hayhurst A.N., A.D. Lawrence. Emissions of nitrous oxide from combustion sources. Prog. Energy Combwt. Sci. 1992, Vol. IS, pp. 529-552.
- IEA, 2006: <http://www.iea.org>
- IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC/OECD/IEA, Vol. 2, 1997.
- IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES/OECD/IEA. 2000
- 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.
- Optimising Russian Natural Gas. OECD/IEA, 2006, –200 pp.
- Uvarova N.E., Ishkov A.G., Akopova G.S., Ginzburg V.A., Romanov K.V., Kruglova N.Y., Gytarsky M.L. The update of methane emission parameters for natural gas operations in Russia. Carbon Management. 2015. DOI 10.1080/17583004.2015.1049105.

#### **Литература и источники данных к разделу 4**

- Айрапетов Г.А., Безродный О.К., Жолобов А.Л. и др. Строительные материалы: учебно-справочное пособие. Феникс, Ростов-на-Дону, 2005.
- Академия конъюнктуры промышленных рынков. Рынок хладонов в России. Отчет маркетингового исследования. –М., АКПР, 2007.
- Бабакин Б.С. Стефанчук В.И. Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. –М., Колос, 2000.
- Бирюлев Г.Н., Гонюх В.М., Корнилов А.В. Минеральное сырье. Сырье стекольное. Справочник. –М., ЗАО «Геоинформмарк», 1999.
- Буланов Ю.В., Чайка Ф.Н., Состояние отечественного производства огнеупорной продукции. «Огнеупоры и техническая керамика», №6, 2002, с. 10-13.
- Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2003 год.
- Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2004 год.
- Годовой отчет ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», 2005 год.
- ГОСТ 23671-79 Известняк для стекольной промышленности (кусовой).
- ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности (кусовой и молотый).
- 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.
- 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.
- Зайдель А.Н. Погрешности измерения физических величин, Ленинград, Наука, 1985, 112с.
- ЗАО НПО «ПиМ-Инвест» Хладоновая проблема в России – пути и методы решения. Информационно-аналитическая справка. –М., ЗАО НПО «ПиМ-Инвест», 2002.
- Маркетинговое исследование рынка автоматических установок пожаротушения. – М.: Research Techart, 2012. 55 с.

Минпромэнерго России, 2006.

Минпромэнерго России, 2007.

НП «Алюминий» Объемы производства алюминия сырца на предприятиях РФ. –М., НП «Алюминий», 2007.

ОСТ 1485-82 Доломит обожженный металлургический.

Первое Независимое Рейтинговое Агентство. Российский рынок пищевой стеклянной тары. Маркетинговое исследование. Москва, 2006.

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.

Прокопов И.В. Состояние и перспективы алюминиевой промышленности России. [www.aluminium-union.ru](http://www.aluminium-union.ru), 2005.

Промышленность России 1995 Статистический сборник, Госкомстат РФ, –М.: 1996.

Промышленность России 1998 Статистический сборник, Госкомстат РФ, –М.: 1999.

Промышленность России 2000 Статистический сборник, Росстат, –М.: 2001.

Промышленность России 2002 Статистический сборник, Росстат, –М.: 2003.

Промышленность России 2005 Статистический сборник, Росстат, –М.: 2006.

Промышленность России 2011 Статистический сборник, Росстат, –М.: 2012.

Российский рынок пенополистирольной и пенополиуретановой теплоизоляции. –М.: АВА-RUS Market Research, 2010. – 125 с.

Российский статистический ежегодник 1998. Статистический сборник, Госкомстат РФ, –М.: 1998.

Российский статистический ежегодник 2004. Статистический сборник, Госкомстат РФ, –М.: 2004.

Российский статистический ежегодник 2005. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2006.

Российский статистический ежегодник 2007. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2008.

Российский статистический ежегодник 2008. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2009.

Российский статистический ежегодник 2010. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2011.

Российский статистический ежегодник 2011. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2012.

Российский статистический ежегодник 2011. Статистический сборник, Росстат, –М.: 2012.

Сементовский Ю.В., Минеральное сырье. Известняк. Справочник. Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1999.

Сементовский Ю.В., Бобрикова Е.В. Минеральное сырье. Доломит. Справочник., Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1998.

Сементовский Ю.В., Мясников Н.Ф., Рахматуллин Э.Х. Минеральное сырье. Мел. Справочник. Москва, ЗАО «Геоинформмарк», 1997.

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.

Сенаторов П.П., Хайдарова Н.З. и др. Отчет по теме «Сбор и обобщение информации об объемах использования карбонатных пород для производства химических продуктов, полу-

чаемых путем их обжига, стекла, и для известкования кислых почв в Российской Федерации в 1990 – 2005 гг.», Казань «ЦНИИГеолнеруд», 2006.

Снегов С. Технологическое отставание заводов угрожает их будущему. Финансовые известия, 1997, №48, с. V.

Соколов Р.С. Химическая технология в 2 томах, «Гуманитарный изд. Центр ВЛАДОС», –М.: 2003.

Сосна М.Х., Алейнов Д.П. Модернизация азотной промышленности – требование времени, Химическая промышленность, №5, 2001, с. 7-9.

Стрельцов А.Н., Шишов В.В. Справочник по холодильному оборудованию предприятий торговли и общественного питания, –М., Издательский центр «Академия», 2006.

ТУ 14-8-232-77 Доломит дробленый для производства конвертерных огнеупоров.

Цветков О.Б. Холодильные агенты в Киотском протоколе значатся. Холодильная техника, №1, 2005, с.8-11.

Цой А.Н., Архипов В.В. Современный подход к ведению больных бронхиальной астмой, 2007.

Шишкин А.В. Карбонатные породы. В сб. «Неметаллические полезные ископаемые СССР». Москва, Недра, 1984, с.195-207.

Юсфин Ю.С., Леонтьев Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда. ИКЦ «Академкнига», –М.: 2002, 469 с.

IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-OECD-IEA, Paris, 1997.

IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-IGES-OECD-IEA, Japan, 2000.

National Inventory Report, p. 294, Federal Environment Agency Germany, 2007.

National Inventory Report, 2003-2007 APAT – Agency for Environmental Protection and Technical Services, Italy, 2008.

National Inventory Report 2008 of the Republic of Lithuania, Vilnius.

Здравоохранение в Российской Федерации: Стат. сб./ Госкомстат России, –М., 1996. –101 с.

Здравоохранение в России: Стат. сб./ Госкомстат России, –М., 2001. – 356 с.

Здравоохранение в России 2005: Стат. сб./Росстат, –М., 2006. – 390 с.

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

## **Литература и источники данных к разделу 5**

Агропромышленный комплекс России: ресурсы, продукция, экономика. Стат. сборник, Новосибирск, РАСХН, 1995, т.1, –260 с.

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.

Вехов В.Н., Губанов И.А., Лебедева Ф., Культурные растения СССР. Отв. ред. Т.А. Работнов. Москва, Мысль, 1978, –336 с.

Внесение минеральных и органических удобрений под урожай 1994 года. Москва. Госкомстат России, 1995, – 66 с.

Внесение удобрений под урожай 1995 года и проведение работ по химической мелиорации земель. Москва, Госкомстат России, 1996, – 80 с.

Внесение удобрений под урожай 1998 года и проведение работ по химической мелиорации земель. Москва, Госкомстат России, 1999, – 81 с.

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.

Доклад об особенностях климата на территории РФ за 2013 год. Москва, Росгидромет, 2014, 109 стр.

Земельный фонд России на 1 января (2007-2014). Минэкономразвития РФ, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), Москва, 2007-2014.

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.

Куракова Н.Г., Умаров М.М. Роль денитрификации в азотном балансе почв. Агрохимия, 1984, 5, с.118-129.

Левин Ф.И. Вопросы окультуривания, деградации и повышения плодородия пахотных почв. – М., МГУ, 1983, –93 с.

Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. Агрохимия, 1977, № 8, с. 36-42.

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.

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.

Макаров Б.Н. Влияние некоторых факторов на выделение азота из почвы. Агрохимия, 1967, 10, с.85-90.

Макаров Б.Н. Газообразные потери азота почвы и удобрений и приемы их снижения. Агрохимия, 1994, 1, с. 101-114.

НТП – АПК 1.10.05.001-01. Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Москва, 2001.

НТП 1-99. Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Москва, 1999.

ОНТП 17-81. Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (ОНТП 17-81). Москва, Колос, 1983, –32 с.

Павлик С.В. Оценка эмиссии парниковых газов из сельскохозяйственных почв при использовании различных агротехнологий. Автореферат на соиск. уч. степени канд. биол. наук. г. Санкт-Петербург, 2012 г., ГНУ Агрофизический НИИ РАСХН, 29 с.

Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. IPCC-OECD-IEA, Париж, 1997.

Примерные технологические карты по возделыванию сельскохозяйственных культур. Ленинград, Лениздат, 1965, –228 с.

Пятое национальное сообщение Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2009.



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.

Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. –М.: РАСХН, 1998, –375 с.

Романовская А.А. Антропогенная эмиссия закиси азота сельскохозяйственными землями России. Автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Москва, 2000, –19 с.

Романовская А.А. Оценка неопределенности инвентаризации выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России. В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2007 (в печати).

Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Оценка эмиссии N<sub>2</sub>O от не утилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. //В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. –СПб: Гидрометеоиздат, 2002, т.18. с. 276-286.

Российский статистический ежегодник. Стат. сборник, Москва, Росстат РФ, 2005-2014, –786 с.

Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006г. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК-ИГЭС-ОЭСР-МЭА, ИГЕС, Япония, 2006.

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.

Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1995, – 503с.

Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 1998, – 448с.

Сельское хозяйство в России. Стат. сборник, Москва, Госкомстат России, 2000, – 414с.

Сельское хозяйство в России. Стат. Сборник, Москва, Госкомстат России, 2002, – 448с.

Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник, Москва, Росстат, 2004, – 478 с.

Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. Стат. сборник, Москва, Росстат, 2011-2014, – 446 с.

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.

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.

Справочник по климату СССР. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1965-1966, часть 2, выпуски 1-34.

Степанов А.Л. Микробная трансформация закиси азота в почвах. Москва, автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, 2000, –49 с.

Торговля в России. Стат. Сборник, Москва, Росстат, 2011, –519 с.

Третье национальное сообщение Российской Федерации. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, Москва, 2002, –158 с.

Умаров М.М., Шабает В.П., Степанов А.Л., Большеева Т.Н. Азотфиксирующая и денитрифицирующая активность серой лесной почвы и трансформация азота при внесении азотных удобрений *Агрохимия*, 1996, 2, с. 3-10.

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.

Чупрова В.В. Углерод и азот в агроэкосистемах Средней Сибири. Красноярск, Красноярский Государственный Университет, 1997, –165 с.

Amon, B. Th. Amon, J. Boxberger, and A. Pollinger. Emissions of NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, and CH<sub>4</sub> from composted and anaerobically stored farmyard manure. In Martinez J, Maudet M-N (eds) Ramiran 98, Proc. 8th Int. Conf. on the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture. Rennes, France. 1998. pp. 209-216

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.

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.

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, AtlantaGA, April 16-18, 2002.

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.

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.

Romanovskaya A.A., Gytarsky M.L., Karaban' R.T., Nazarov I.M. 2004. Nitrous oxide emission from residues of agricultural crops in Russia within 1990-2002. In *Proceedings of 3rd International Nitrogen Conference*, 12-16 October 2004, Nanjing, China, pp.740-743.

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.

Sneath R.W., Phillips V.R., Demmers G.M., Burgess L.R. and Short J.L. (1997) Long term measurements of greenhouse gas emissions from UJ livestock buildings. Bio-Engineering Division, Silsoe Research Institute, Wreth Park, Silsoe, Bedford, MK45 4HS. *Livestock Environment: Proceedings of the Fifth International Symposium*. Bloomington MN. May 29-31, 1997.

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.

Wetlands supplement, 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Hiraishi T., Tanabe K., Srivastava N., Baasansuren J., Fukuda M. and Troxler T.G. (eds). Published: IPCC Switzerland.

Zeeman, G. Methane production/emission in storages for animal manure. *Fertilizer Research* Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1994, v. 37. pp. 207-211.

## **Литература и источники данных к разделу 6**

Агрохимия. Под ред. Смирнова П.М., Муравина Э.А. –Москва: Колос, 1984, –304 с.

- Алексеев В.А., Бердси Р.А. (Ред.). Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева, 1994, –210 с.
- Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. 1993. М.: Наука, 293 с.
- Бамбалов Н.Н., Янковская Н.С. Фракционный состав азотного фонда органических удобрений и растений-торфообразователей. *Агрохимия*, 1994, 7-8, с. 55-61.
- Биологический энциклопедический словарь. Гл.ред. М.С. Гиляров. –Москва: Советская энциклопедия, 1989, –384 с.
- Благодатский С.А., Ларионова А.А., Евдокимов И.В.. Вклад дыхания корней в эмиссию CO<sub>2</sub> из почвы. – В кн.: Дыхание почвы. Сб. научн. трудов. –Пушкино: 1993, с. 26-32.
- Болотина Н.И. Запасы гумуса и азота в основных типах почв СССР //Агрохимическая характеристика почв СССР. 1976, Т. 15, с. 187-202.
- Бурдюков В.Г., Телюкин В.А. Биологическая активность почвы при разных условиях питания растений // *Агрохимия*, 1983, №4, с. 90-94.
- Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. –Москва: Росагропромиздат, 1988, –255 с.
- Внешние экономические связи Российской Федерации в 1993 году. Стат. Сборник. Госкомстат России, МВЭС России, 1994. – 446 с.
- Внешняя торговля СССР в 1918-1966 гг.: Стат. сб.- М.: Международные отношения, 1967.-242 с.
- Внешняя торговля СССР в 1972 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1973.-320 с.
- Внешняя торговля СССР в 1973 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1974.-320 с.
- Внешняя торговля СССР в 1974 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1975.-320 с.
- Внешняя торговля СССР в 1978 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1979.-288 с.
- Внешняя торговля СССР в 1979 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1980.-286 с.
- Внешняя торговля СССР в 1980 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1981.-279 с.
- Внешняя торговля СССР в 1981 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1982.-278 с. Ил.
- Внешняя торговля СССР в 1982 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1983.-280 с.:ил.
- Внешняя торговля СССР в 1983 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1984.-280 с.
- Внешняя торговля СССР в 1984 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1985.-280 с.
- Внешняя торговля СССР в 1985 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1986.-279 с.
- Внешняя торговля СССР в 1986 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика,1987.-278 с.

Внешняя торговля СССР в 1987 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика, 1988.-287 с.

Внешняя торговля СССР в 1988 году: Стат. сб./М-во внеш. торговли, Гл. план.-экон. упр.- М.: Финансы и статистика, 1989. -287 с.

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.

Гитарский М.Л., Замолодчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Карабань Р.Т. Эмиссия и поглощение парниковых газов в лесном секторе страны как элемент выполнения обязательств по климатической конвенции ООН. Лесоведение, 2006, 6, с. 34-44.

ГОСТ 78-2004 Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Технические условия

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации. –М.: Комитет РФ по земельным ресурсам и землеустройству, 1993, –95 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1995 год. –М.: РУССЛИТ, 1996, –120 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1996 год. –М.: РУССЛИТ, 1997, –88 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации за 1998 год. –М.: Открытые системы, 1999, –88 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2001 году. –М.: Росземкадастр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2002, –155 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2003 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2004, –166 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2004 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2005, –194 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2005 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2006, –200 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2006 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2007, –238 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2007 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2008, –270 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2008 году. –М.: Роснедвижимость, ФГУП «ФКЦ Земля», 2009, –260 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2009 году. –М.: Росреестр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2010, –249с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2010 году. –М.: Росреестр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2011, –257с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2011 году. –М.: Росреестр, ФГУП «ФКЦ Земля», 2012. – 248 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2012 году. –М.: Минэкономразвития РФ, Росреестр, 2013. – 252 с.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации в 2013 году. –М.: Минэкономразвития РФ, Росреестр, 2014. – 196 с.

- Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2002 году. (Рощупкин В.П., Гл. ред.). –М.: ВНИИЛМ, 2003, –116 с.
- Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2004г. –М.: ВНИИЛМ, 2005, –82 с.
- Грабар В. А. Оценка динамики углерода при лесозаготовке и лесопереработке в России : диссертация ... кандидата биологических наук : 03.00.16.- Москва, 2008. – 153 с.
- Дукаревич Б.И. Справочник по минеральным удобрениям. –М.: Моск. Рабочий, 1976, –192 с.
- Древесиноведение. Учебное пособие./Л.Г. Голубев; Казанский государственный технологический университет. Казань, 2005. 148 с.
- 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.
- Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1993г. –Обнинск: ВНИИ ГМИ-МЦД, 1994, –481 с.
- Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1994г. –Обнинск: 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимич, Институт, – 581 с.
- Ежегодник качества поверхностных вод РФ. 1995г. –Обнинск: 1996, Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, –662 с.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Жарикова Е.А. Оценка основных свойств почв лесных и парковых территорий города Владивостока //Земледелие, почвоведение и агрохимия. 2012, №1 (26), с. 40-46.
- Заварзин Г.А. Роль биоты в глобальных изменениях климата. Физиология растений. 2001, т. 48, №2, с. 306-314.
- Замолодчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России: учет влияния пожаров и рубок. Лесоведение, 2009, № 4, с. 3-15.
- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Краев Г.Н. Динамика бюджета углерода лесов России за два прошедших десятилетия. Лесоведение, 2011, № 6, с. 16-28.
- Замолодчиков 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.
- Замолодчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации. Лесоведение, 2007, № 6, с. 23-34.

Замолодчиков 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.

Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И. Запасы дебриса, его разложение и депонирование в лесном фонде России: результаты расчетов. Проблемы лесной фитопатологии и микологии. Матер. 6-й Междунар. 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.

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.

Зборишук Н.Г. Некоторые особенности динамики CO<sub>2</sub> в орошаемых Предкавказских черноземах. Вестник МГУ. Серия Почвоведение, 1979, №3, с. 40-44.

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.

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.

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.

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.

Земельный фонд РФ на 1 января 2010 года. – Москва: Росреестр, ФГУП «ФКЦ «Земля», 2010, – 710 с. – Режим доступа: [https://rosreestr.ru/wps/portal/p/cc\\_ib\\_other\\_lines\\_activity/cc\\_ib\\_condition\\_earthss\\_Russia/cc\\_ib\\_texts\\_of\\_documents](https://rosreestr.ru/wps/portal/p/cc_ib_other_lines_activity/cc_ib_condition_earthss_Russia/cc_ib_texts_of_documents), свободный.

Земельный фонд РФ на 1 января 2011 года. – Москва: Росреестр, ФГУП «ФКЦ «Земля», 2011, – 711 с. – Режим доступа: [https://rosreestr.ru/wps/portal/p/cc\\_ib\\_other\\_lines\\_activity/cc\\_ib\\_condition\\_earthss\\_Russia/cc\\_ib\\_texts\\_of\\_documents](https://rosreestr.ru/wps/portal/p/cc_ib_other_lines_activity/cc_ib_condition_earthss_Russia/cc_ib_texts_of_documents), свободный.

Земельный фонд РФ на 1 января 2012 года. – Москва: Росреестр, ФГУП «ФКЦ «Земля», 2012, – 695 с. – Режим доступа: [https://rosreestr.ru/wps/portal/p/cc\\_ib\\_other\\_lines\\_activity/cc\\_ib\\_condition\\_earthss\\_Russia/cc\\_ib\\_texts\\_of\\_documents](https://rosreestr.ru/wps/portal/p/cc_ib_other_lines_activity/cc_ib_condition_earthss_Russia/cc_ib_texts_of_documents), свободный.

Земельный фонд РФ на 1 января 2013 года. – Москва: Росреестр, ФГУП «ФКЦ «Земля», 2013, – 694 с. – Режим доступа: [https://rosreestr.ru/wps/portal/p/cc\\_ib\\_other\\_lines\\_activity/cc\\_ib\\_condition\\_earthss\\_Russia/cc\\_ib\\_texts\\_of\\_documents](https://rosreestr.ru/wps/portal/p/cc_ib_other_lines_activity/cc_ib_condition_earthss_Russia/cc_ib_texts_of_documents), свободный.

Зорина Е.Ф. Овраги, оврагообразование и потенциал развития. Эрозия почв и русловые процессы. М., МГУ, вып.12, 2000, с. 72-95.

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.

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.

Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолотчиков Д.Г., Пряжников А.А. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России (Аналитический обзор). –М.: Центр экологической политики России, 1995, –155 с.

Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Пряжников А.А., Замолотчиков Д.Г. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России. Лесоведение, 1993, № 5, с. 3-10.

Использование минеральных удобрений в 1994 г. – Москва: Госкомстат России, Вычислительный центр, 1995. 80 с.

Кобак К.И. Биологические компоненты углеродного цикла. –Л.: Гидрометеиздат, 1988, – 248 с.

Ковалева А.Е., Булаткин Г.А. Динамика CO<sub>2</sub> серых лесных почв. Почвоведение, 1987, 5, с. 111-114.

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.

Кононова М.М. Органическое вещество и плодородие почвы //Почвоведение, 1984, 8, с. 7-20.

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.

Коротков В.Н., Романовская А.А. Оценка выбросов парниковых газов от торфопредприятий в Российской Федерации за период с 1990 по 2012 год. В сб. Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири: Материалы второй международной научно-практической конференции (18-21 августа 2014 года, г. Томск, Россия), место издания изд-во ООО «РГ Графика» Томск, 2014, с. 120-122.

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.

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.

Крестина Т.А., Пожилов В.И. Влияние систематического применения удобрений и орошения на биологические свойства светло-каштановой почвы. Агрохимия, 1989, №5, с. 65-72.

Кривонос Л.А., Егоров В.П. Биологическая активность черноземов в агроценозах Курганской области. Почвы Зап. Сибири и повышение их биологической активности. –Омск: 1983, с. 8-14.

Кудеяров В.Н., Курганова И.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, общие оценки. Почвоведение, 2005, № 9, с. 1112-1121.

Кудеяров В.Н., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Ильина А.А., Кузнецова Т.В., Тимченко А.В. Оценка дыхания почв России. Почвоведение, 1995, 1, с. 33-42.

Курганова И.Н., В.О. Лопес де Гереню, Т.Н. Мякшина, Д.В. Сапронов, В.Н. Кудеяров. Оценка газообразных потерь углерода из почв агроэкосистем Российской Федерации. Материалы IV Всероссийской научной конференции «Гуминовые вещества в биосфере», МГУ, – Москва: 19-21 декабря 2007г., –Санкт-Петербург: с. 54-57.

Куренкова С.В. Пигментная система культурных растений в условиях подзоны средней тайги Европейского Северо-Востока. Екатеринбург, УрО РАН, 1998, –115 с.

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, –М.: 1988, –20 с.

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.

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.

Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. Агрохимия, 1977, № 8, с. 36-42.

Леса России. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002, –48 с.

Лесное хозяйство России: начало третьего тысячелетия. М.: ВНИИЛМ, 2003, 176с.

Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: Ось-89, 1997, –64 с.

Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1993г.). Справочник, – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995, –280 с.

Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 2003г.). Справочник, – М.: ВНИИЛМ, 2003, –640 с.

Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда на 1 января 1998г.). Справочник, – М.: ВНИИЦлесресурс, 1999, –650 с.

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.

Лесной фонд РСФСР, Статистический сборник (по материалам учета лесного фонда на 01 января 1961 г.). Гослесбумиздат. М., 1962, 628 с.

Лесной фонд СССР (по учету на 01 января 1973 г.). «Лесная промышленность». Книга 1, М., 1976, 600 е., книга 2, 560 е., книга 3, 600 с.

Лесной фонд СССР (по учету на 01 января 1978 г.). Типография МТ РСФСР, тт. 1 и 2 , 1982, с.602, 684.

Лесной фонд СССР (по учету на 01 января 1983 г.). ЦБНТИ. М., 1986, 1987, том 1, с.892; том 2, 976 с.

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.

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.

Лядова Н.И. Влияние агротехнических приемов на биологическую активность южного чернозема. Пути повышения урожайности полевых культур на юге Украины. Одесса, 1975, с. 3-7.

Макаров Б.Н. Газовый режим почв, 1988, – Москва: ВО Агропромиздат, –105 с.

Макаров Б.Н. Дыхание почвы и роль этого процесса в углеродном питании растений. Агрохимия, 1993, 8, с. 94-104.

Массо В.Я. Динамика химического состава коровьего навоза при различных технологиях его использования. Агрохимия, №5, 1979, с. 90-98.

Мокроносов А.Т. Глобальный фотосинтез и биоразнообразие растительности. – В сб.: Глобальные изменения природной среды и климата. Круговорот углерода на территории Рос-



сии. Избранные научные труды по проблеме «Глобальная эволюция биосферы. Антропогенный вклад». Отд. выпуск под ред. Г.А. Заварзина. –М.: Научный совет подпрограммы, Московский филиал гос. научно-иссл. центра прогнозирования и предупреждения геоэкологических и техногенных катастроф при Кубанском гос.университете, 1999, с. 19-62.

Мыц Е.А., Потери аммиачного азота из навоза и приготовленных по различным технологиям компостов в зависимости от сроков заправки. *Агрохимия*, 1996, №7, с.74-76.

Народное хозяйство РСФСР в 1961 г.: Стат. ежегодник/ЦСУ РСФСР. – М.: Госстатиздат, 1962. – 624 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1963 г.: Стат. ежегодник/ЦСУ РСФСР. – М.: Статистика, 1965. – 600 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1965 г.: Стат. ежегодник/ЦСУ РСФСР. – М.: Статистика, 1966. – 616 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1975 году. Статистический ежегодник. –М.: Статистика, 1976, –519 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1980 г.: Стат. ежегодник/ЦСУ РСФСР. – М.: Госстатиздат, 1981. – 406 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1985 г.: Стат. ежегодник/ЦСУ РСФСР. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 398 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1989 г.: Стат. ежегодник/ Госкомстата РСФСР. – М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1990: – 692 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1990 г.: Стат. ежегодник/ Госкомстата РСФСР. – М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1991: – 592 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1992 году: статистический ежегодник. –М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1993.

Народное хозяйство СССР в 1969 г.: Стат. ежегодник/ЦСУ РСФСР. – М.: Статистика, 1970. – 468 с.

Наумов А.В. Сезонная динамика и интенсивность выделения CO<sub>2</sub> в почвах Сибири. *Почвоведение*, 1994, №12, с. 77-83.

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.

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.

О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2005г.: государственный доклад. –М.: ВНИИЛМ, 2006, –214 с.

О состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2006г.: государственный доклад –М.: ВНИИЛМ, 2007, –199 с.

ОНТП 17-81. Общесоюзные нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета (ОНТП 17-81). –М.: Колос, 1983, –32 с.

Органические удобрения: Справочник //П.Д. Попов, В.И.Хохлов, А.А.Егоров и др. –М.: Агропромиздат, 1988, –207 с.

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.

Орлов Д.С., Бирюкова О.М. Запасы углерода органических соединений в почвах Российской Федерации //Почвоведение, 1995, № 1, с. 21-32.

Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Реальные и кажущиеся потери органического вещества почвами Российской Федерации //Почвоведение, 1996, № 2, с. 197-207.

ОСН 3.02.01-97. Отраслевые строительные нормы. Нормы и правила проектирования отвода земель для железных дорог. Москва, МПС России, 1997.

Отчет о наличии земель и распределении их по категориям, угодьям, землевладельцам и землепользователям по состоянию на 1 ноября 1990 года. Роснедвижимость, 1990, –6 с.

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.

Павлик С.В. Оценка эмиссии парниковых газов из сельскохозяйственных почв при использовании различных агротехнологий. Автореферат на соиск. уч. степени канд. биол. наук. г. Санкт-Петербург, 2012 г., ГНУ Агрофизический НИИ РАСХН, 29 с.

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.

Пересмотренные руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата 1996 года для национальных кадастров парниковых газов. IPCC-OECD-IEA, Париж, 1997.

Попова Э.П. Интенсивность дыхания почв под различными культурами. Труды Красноярского с-х ин-та. –Красноярск: 1968, т. XIX, с. 157-163.

Промышленно-экономические показатели развития агропромышленного комплекса России в 1995г. Часть 1, –М.: Информагробизнес, 1996, –269 с.

Пятое национальное сообщение Российской Федерации. –М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2009.

Распределение земельного фонда сельскохозяйственных 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.

Результаты агрохимического мониторинга на реперных участках. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Агроконсалт, Москва, 2001, –80 с.

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.

Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрения. Значение, эффективность применения. Справочное пособие, –М.: ЦИНАО, 2000, –371 с.

Романовская А.А. Органический углерод в почвах залежных земель России //Почвоведение, 2006, № 1, с. 52-61.

Романовская А.А. Основы мониторинга антропогенных эмиссий и стоков парниковых газов (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) в животноводстве, при сельскохозяйственном землепользовании и изменении землепользования в России. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени доктора биол. наук, –М.: 2008, –42 с.

Романовская А.А. Динамика органического углерода почв при переводе земель в поселения и прочие земли. Материалы VI Всероссийской научной конференции с международным участием «Гуминовые вещества в биосфере», 6-10 октября 2014 г., г. Сыктывкар, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, стр. 31-34.

Романовская А.А., Гитарский М.Л., Карабань Р.Т., Назаров И.М. Оценка эмиссии закиси азота от не утилизируемой в аграрном секторе страны мортмассы сельскохозяйственных растений. //В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. –СПб.: Гидрометеиздат, 2002, т. 18, с. 276-286.

Романовская А.А., Карабань Р.Т. Региональные особенности баланса углерода почв на кормовых угодьях России. Известия РАН. Серия географическая. 2008, №4, стр. 96-104.

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.

Романовская А.А., Коротков В.Н., Смирнов Н.С., Карабань Р.Т., Трунов А.А. Оценка вклада землепользования в России в антропогенную эмиссию парниковых газов. Метеорология и гидрология, 2014. № 3. С. 5-18.

Российская Федерация в 1992 году. Стат. ежегодник/ Госкомстат России. – М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1993: – 654 с.

Российский статистический ежегодник. 1994. Стат. сборник/ Госкомстат России. –М., 1994. – 799 с.

Российский статистический ежегодник. Стат. сборник, –М.: Росстат РФ, 2005-2011.

Российский статистический ежегодник. 2012: Стат. сборник /Росстат. М., 2012. – 786 с.

Российский статистический ежегодник. 2013: Стат. сборник /Росстат. М., 2012. – 717 с.

Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2006.

Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2003.

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.

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.

Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. –М.: Госкомстат России, 2000, –414 с.

Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. –М.: Госкомстат России, 1998, –448 с.

Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. –М.: Госкомстат России, 1995, –503 с.

Сельское хозяйство в России. Стат. сборник. –М.: Госкомстат России, 2002, –448 с.

Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России. Стат. сборник. –М.: Росстат России, 2004, – 78 с.

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.

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.

- СН 452-73. Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов. Москва, Стройиздат, 1973, 5 с.
- СН 459-74. Нормы отвода земель под нефтяных и газовых скважин. Москва, Госстрой, 1974, 8 с.
- СН 461-74. Нормы отвода земель для линий связи. Москва, Стройиздат, 1974, 7 с.
- СН 465-74. Нормы отвода земель для электрических сетей напряжением 0,4-500 кВ. Москва, Стройиздат, 1975, 12 с.
- СНиП 2.05.02-85. Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. Москва. ФГУП ЦПП, 2007, 54 с.
- СНиП 32-01-95. Строительные нормы и правила РФ. Железные дороги колеи 1520 мм. Москва, Госстрой, 1995, 21 с.
- Соколов А.В., Розов Н.Н. Почвенно-агрохимическое районирование территории СССР //Агрохимическая характеристика почв СССР, 1976, т. 15, с. 5-16.
- Справочник по климату СССР. –Ленинград: Гидрометеиздат, 1965-1966, часть 2, выпуски 1-34.
- Справочник по минеральным удобрениям. –М.: Сельхозгиз, 1960, –552 с.
- Строительство в России. 2002: Стат. сборник, –М.: Госкомстат России, 2002, –254 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 1994 год: Годовой сборник/Государственный таможенный комитет Российской Федерации. – М.,1995. – 502 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 1996 год: Годовой сборник/Государственный таможенный комитет Российской Федерации. – М.,1997. – 517 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 1997 год: Годовой сборник/Государственный таможенный комитет Российской Федерации. – М.,1998. – 539 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 1998 год: Годовой сборник/Государственный таможенный комитет Российской Федерации. – М.,1999. – 488 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 1999 год: Годовой сборник/Государственный таможенный комитет Российской Федерации. – М.,2000. – 412 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 1994 год: Годовой сборник/Федеральная таможенная служба. – М.,2005. – 751 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 2000 год: Годовой сборник/Государственный таможенный комитет Российской Федерации. – М.,2001. – 450 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 2001 год: Годовой сборник/Государственный таможенный комитет Российской Федерации. – М.,2002. – 507 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 2002 год: Годовой сборник/Государственный таможенный комитет Российской Федерации. – М.,2003. – 514 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 2004 год, том 1: Годовой сборник/Федеральная таможенная служба. – М., 2005. – 342 с.
- Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации за 2004 год, том 2: Годовой сборник/Федеральная таможенная служба. – М.,2005. – 726 с.
- Титлянова А.А., Булавко Г.И., Кудряшова С.Я., Наумов А.В., Смирнов В.В., Танасиенко А.А. Запасы и потери органического углерода в почвах Сибири. Почвоведение, 1998, №1, с. 51-59.

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.

Третье национальное сообщение Российской Федерации. –М.: Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата, 2002, –158 с.

Трофимова Т.А. Влияние различных обработок на показатели биологической активности чернозема обыкновенного. Почвозащитная обработка и рациональное применение удобрений. Каменная степь, 1989, с. 46-49.

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.

Филиппов Г.В. О макроструктуре таксационных участков //Сб. научн. тр. ЛенНИИЛХ. –Л.: 1975, Вып. 22, с. 38-44.

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.

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.

Честных О.В., Лыжин В.А., Кокшарова А.В. Запасы углерода в подстилках лесов России //Лесоведение, 2007, № 6, с. 114-121.

Четвертое национальное сообщение Российской Федерации. –М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2006.

Чимитдоржиева Г.Д., Егорова Р.А., Андрианова Л.В., Гомбоева Б.Б. Минерализационные потери органического вещества при применении нетрадиционных удобрений. Экол. оптимиз. Агроресурсов бассейна оз. Байкал. АН СССР. СО. Бурят. Науч. Центр. Ин-т биологии. –Улан-Удэ: 1990, с. 164-173.

Шильников И.А., Ермалаев С.А., Аканова Н.И. Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования. –М.: ВНИИА, 2006, –150 с.

Akagi S.K., Yokelson R.J., Wiedinmyer C., Alvarado M.J., Reid J.S., Karl T., Crounse J.D. and Wennberg P. O. Emission factors for open and domestic biomass burning for use in atmospheric models //Atmos. Chem. Phys. 2011. 11. P. 4039-4072.

Coleman K., Jenkinson D.S. RothC-26.3 – A Model for the turnover of carbon in soil. //In: Evaluation of Soil Organic Matter Models, Powelson, D.S., Smith, P., Smith, J.U., Springel – Verlag Berlin Heidelberg. NATO ASI Series, 1996, v. 138, pp. 237-246.

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).

Inoko A., Evaluation of maturity of various composted materials. JARQ, Vol.19, №.2, 1985, pp. 103-108.

Jenkinson D.S. The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. //Philosophical transactions of the Royal Society, 1990, v. B329, pp. 361-368.

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>

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.

Wetlands supplement, 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Hiraishi T., Krug T., Tanabe K., Srivastava N., Baasansuren J., Fukuda M. and Troxler T.G. (eds). Published: IPCC Switzerland.

## Литература и источники данных к разделу 7

Абрамов Н.Ф., Борисов Ю.А., Воробьев В.А. Отчет по теме: «Предварительная оценка величины эмиссии метана и углекислого газа в атмосферу от свалок твердых отходов, прогноз на 2000 – 2010 г.», М., Академия коммунального хозяйства, 1991, 70 с.

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.

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.

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.

Гринин А.С., Новиков В.А. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация и переработка. М., ФАИР-ПРЕСС, 2002. 336 с.

Гурвич В.И., Лившиц А.Б. Свалочный газ: перспективы добычи и утилизации. ТБО, N8, 2006 с. 4 – 9.

Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки. М., Стройиздат, 1991. 128 с.

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 СН<sub>4</sub> в атмосферу и утилизации биогаза, образующегося при обработке сточных вод в России» НПФ «БИФАР» М., 1996.

Зайцев В. Эко-бюллетень ИНЭКА, 2004.

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

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.

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.

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.

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.

Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест. А. Н. Мирный, Д. Н. Беньямовский и др.; под ред. А. Н. Мирного. – М.: Стройиздат, 1985.-245 с.

«Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводов», М., АКХ им. Памфилова, 1989.

МГЭИК (2000). Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. 2000.

МГЭИК (2006). Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК. 2006.

Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утв. Приказом МПР РФ от 13.04.09 г. № 87).

Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов МДК 3-01.2001. Госстрой России, 2001.

Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Экология и промышленность России, 1997, №3, с. 41-43.

Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И., Корецкий В.Е. Коммунальная экология. Энциклопедический справочник. –М., Прима-Пресс Экспо, 2007, 806 с.

Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2001, 229 с.

Охрана окружающей среды в России: Стат. сб. Госкомстат РФ, Москва, 2006, 493 с.

Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2008 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). Росстат. М., 2009.

Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2010 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). Росстат. М., 2011.

Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2010 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). Росстат. М., 2012.

Промышленность России. Росстат, 2010.

Пурим В.Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. – М., Энергоатомиздат, 2002. 112 с.

Российский статистический ежегодник, Росстат, 1998.

Российский статистический ежегодник. Росстат, 2004.

Российский статистический ежегодник. Росстат, 2005.

Российский статистический ежегодник. Росстат, 2006.

Российский статистический ежегодник. Росстат, 2007.

Российский статистический ежегодник. Росстат, 2010.

Российский статистический ежегодник. Росстат, 2011.

Российский статистический ежегодник. Росстат, 2012.

Народное хозяйство РСФСР в 1965 году (Статистический ежегодник) ЦСУ РСФСР, 1966.

Народное хозяйство РСФСР в 1970 году (Статистический ежегодник).

Народное хозяйство РСФСР в 1975 году (Статистический ежегодник).

Народное хозяйство РСФСР в 1980 году (Статистический ежегодник).

Народное хозяйство РСФСР в 1985 году (Статистический ежегодник).

Народное хозяйство РСФСР в 1990 году (Статистический ежегодник).

СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Минздрав, 2000.

СП 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов», 2001.

СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», 2003.

СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Москва, ООО «РОСЭКО-СТРОЙ», ОАО «НИЦ «Строительство», 2012 г. – 106 с.

Водоотведение и очистка сточных вод – Воронов Ю. В.. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с.: ил.

СНиП 1.04.03-85 1986. Канализация. Наружные сети и сооружения Госстрой СССР, –М.

Состояние системы санитарной очистки города. Ассоциация мусорщиков Москвы, [www.mosmusor.ru](http://www.mosmusor.ru).

Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2004.

Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2006.

Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2007.

Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2008.

Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2009.

Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2010.

Социальное положение и уровень жизни населения России. Стат. сб. Росстат, 2012.

Сперанская О., Цитцер О. Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России. – М., 2004.

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.

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.

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.

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.

Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест. А.Н. Мирный, Д.Н. Беньямовский и др.; под ред. А.Н. Мирного. –М.: Стройиздат, 1985. – 245 с.

Инвентаризация полигонов и свалок ТБО в России и оценка их метанового потенциала. Е. П. Волюнкина, Т. Н. Зайцева. ЭКиП: Экология и промышленность России. – 2010. – №1. с. 30-31.

Ульянов В. О существующих методах обезвреживания твердых бытовых отходов. Экологический бюллетень «Чистая земля», Владимир, Спец. выпуск № 1, 1997, с 22-27.

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.

FAO (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Организации Объединенных Наций). База статистических данных FAOSTAT – <http://faostat.fao.org>.

«Методические указания по санитарной охране водоемов от загрязнения сточными водами целлюлозно-бумажной промышленности», утв. Минздравом СССР 29.12.1978 №1958-а-78.

Отчет о выбросах парниковых газов за 2012 год, ОАО «Архангельский ЦБК», 2013.