

## II. ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

### 1. СВОДНЫЕ ДАННЫЕ

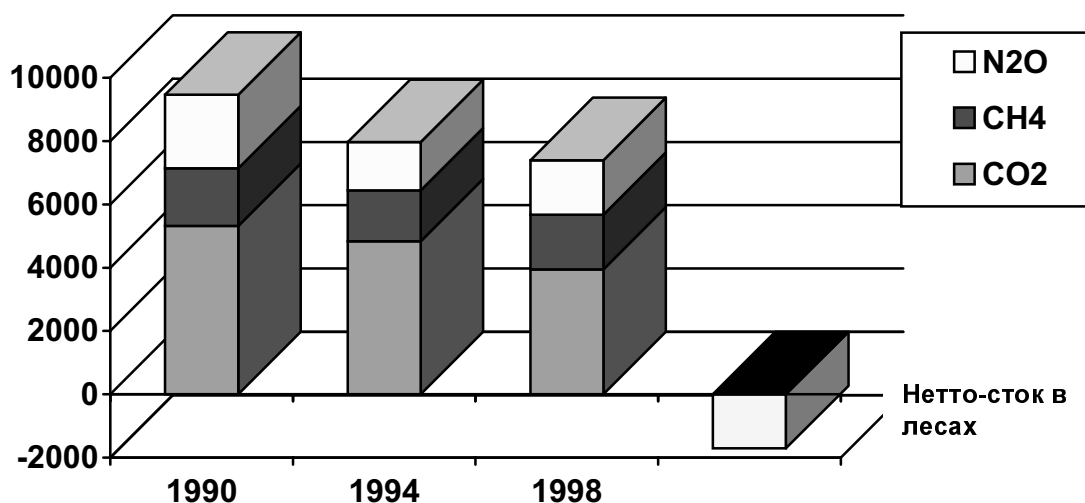
Общий объем выбросов парниковых газов в базовом 1990 году составил 9464 Гг CO<sub>2</sub> –экв. В последующие годы он сначала весьма быстро снизился до 8012 Гг CO<sub>2</sub> –экв. в 1994 году и затем гораздо более медленно уменьшился до 7397 Гг CO<sub>2</sub> –экв. в 1998 году. В результате с 1990 по 1998 год общий объем выбросов снизился на 22% (для России в целом спад гораздо сильнее, примерно на 30%). Инвентаризация проведена для каждого из 9 лет с 1990 по 1994, каких либо резких скачков или отклонений от монотонного снижения выбросов не наблюдалось. В 1996-1998 годах снижение было минимально и составило 1,0 – 1,5% в год.

В целом выбросы Новгородской области составляют сейчас около 7,5 млн. т CO<sub>2</sub> эквивалента или несколько более 0,3% от всех выбросов России (1998), в то время как по численности населения область дает примерно 0,55%. То есть в пересчете на душу населения удельный выброс значительно ниже чем для России в целом и составляет около 9,5 т CO<sub>2</sub> эквивалента на человека в год (1998) при среднем российском показателе примерно 16 т CO<sub>2</sub> эквивалента на человека в год. Удельный выброс в Новгородской области меньше, чем во многих развитых странах северных широт, в частности он на 10-20% ниже, чем в Великобритании и Финляндии, хотя конечно удельный уровень ВВП на душу населения в этих странах намного, чем в Новгородской области. С другой стороны, нельзя не отметить развитое газовое хозяйство и в целом бережное отношение к теплу, характерное для области.

Рисунок 2.1.1

#### Сводные данные о выбросах парниковых газов в Новгородской области

Гг (тыс. т) CO<sub>2</sub> эквивалент



Основное снижение произошло с 1990 по 1994 год, в основном за счет CO<sub>2</sub>, который дает примерно 55% всех выбросов (метан и закись азота по 20-25%).

Выбросы CO<sub>2</sub> на 98% (1998) связаны со сжиганием топлива в энергетических целях. Вторым фактором явилось снижение выбросов закиси азота из-за падения сельскохозяйственного производства.

Выбросы метана практически не снизились. Однако произошло очень существенное перераспределение структуры источников. В 1990 году отходы давали 45%, сельское хозяйство 35%, а энергетика примерно 20% всех выбросов. В 1998 уже имелись более современные системы захоронения отходов, которые в целом существенно улучшают экологическую ситуацию (прежде всего, в столице региона), однако выброс метана возрос. В то же время резко упало поголовье скота. Улучшилось обслуживание газоперекачивающих агрегатов. В результате в 1998 году вклад отходов составил 75%, энергетика 10% и сельского хозяйства только 15% выбросов метана.

**Таблица 2.1.1**

**Сводные данные о выбросах различных парниковых газов в Новгородской области**

**1990**

| Гг   | GWP | CO <sub>2</sub> -экв |                  |
|------|-----|----------------------|------------------|
| 5318 | 1   | 5318                 | CO <sub>2</sub>  |
| 86,7 | 21  | 1821                 | CH <sub>4</sub>  |
| 7,5  | 310 | 2325                 | N <sub>2</sub> O |
|      |     | 9464                 | Сумма            |
|      |     | -1318                | Леса             |

**1994**

|      |     |       |                  |
|------|-----|-------|------------------|
| 4831 | 1   | 4831  | CO <sub>2</sub>  |
| 76,6 | 21  | 1609  | CH <sub>4</sub>  |
| 5,1  | 310 | 1572  | N <sub>2</sub> O |
|      |     | 8012  | Сумма            |
|      |     | -3493 | Леса             |

**1998**

|      |     |       |                  |
|------|-----|-------|------------------|
| 3942 | 1   | 3942  | CO <sub>2</sub>  |
| 82,3 | 21  | 1729  | CH <sub>4</sub>  |
| 5,6  | 310 | 1727  | N <sub>2</sub> O |
|      |     | 7397  | Сумма            |
|      |     | -1710 | Леса             |

|   |
|---|
| <p>Выбросы “новых” парниковых газов в Новгородской области: 1990 – 1996 гг. только HFC-134a - выброс возрос с 21 кг/год в 1990 году до 81 и 137 кг/год в 1994 и 1998 гг. соответственно. В 1997 и 1998 гг. – выбросы HFC-125 (по 22 кг/год) и HFC-143a (по 18 кг/год). Суммарный выброс в CO<sub>2</sub> –экв. равен примерно 0,2 Гг (1998)</p> |
|---|

Относительно высокий для России уровень выбросов закиси азота объясняется большим производством азотной кислоты на комбинате АКРОН. Этот комбинат сейчас дает до 93% выбросов N<sub>2</sub>O, в 1990 году его вклад составлял 80%. Сейчас сельскохозяйственное производство (в т.ч. и внесение азотных удобрений) резко

упало, его вклад в общий выброс  $N_2O$  снизился с 20 до 5%. В целом выбросы закиси азота в 1998 году даже немного выше, чем в 1994 году, но примерно на четверть ниже, чем в базовом 1990-ом году.

Выбросы, так называемых новых газов оценены в 150 кг (в основном это HFC-134a в холодильном оборудовании) или в 0,2 тыс. т  $CO_2$  эквивалента. Однако имеется тенденция быстрого роста этих выбросов.

**Таблица 2.2.2**

**Распределение выбросов  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$  по секторам экономики**

| $CO_2$ | Энергетика | Промышленность | Сельское хозяйство | Отходы |
|--------|------------|----------------|--------------------|--------|
| 1990   | 96,3%      | 3,7%           |                    |        |
| 1994   | 97,4%      | 2,6%           |                    |        |
| 1998   | 97,8%      | 2,2%           |                    |        |

| $CH_4$ | Энергетика | Промышленность | Сельское хозяйство | Отходы |
|--------|------------|----------------|--------------------|--------|
| 1990   | 20%        |                | 35%                | 45%    |
| 1994   | 15%        |                | 25%                | 60%    |
| 1998   | 10%        |                | 15%                | 75%    |

| $N_2O$ | Энергетика | Промышленность | Сельское хозяйство | Отходы |
|--------|------------|----------------|--------------------|--------|
| 1990   | <1%        | 80%            | 20%                | <1%    |
| 1994   | <1%        | 90%            | 10%                | <1%    |
| 1998   | 1%         | 93%            | 5%                 | 1%     |

Также при проведении инвентаризации были оценены стоки и источники  $CO_2$  в лесах. Было получено, что поглощение  $CO_2$  относительно быстро растущими молодыми и приспевающими лесами преобладает над рубками и разложением, то есть леса являются нетто-стоком  $CO_2$  из атмосферы. Количественно объем стока мог быть оценен только весьма ориентировочно. Это связано как со спецификой самого объекта (леса), так и с точностью данных и несовершенством методики (см. ниже результаты специального отдельного исследования – Case Study). Было получено, что сток в лесах составляет от 1300 до 3500 Гг  $CO_2$  в год или от 20 до 35% выбросов всех остальных отраслей экономики области.

Ниже приводятся более подробные данные инвентаризации по отдельным модулям методологии МГЭИК. Расчетные таблицы программного обеспечения МГЭИК в формате Excel приведены в Приложении 2 к данному отчету (ввиду очень большого объема только в электронном виде).

## 2. ЭНЕРГЕТИКА – СЖИГАНИЕ ТОПЛИВА

### Краткая характеристика сектора энергетики региона

Энергетика является одним из крупнейших секторов экономики Новгородской области. Производство электроэнергии в области в 1990-1998 гг. оставалось на достаточно стабильном уровне. С падением промышленного производства за этот период более чем на 48%, доля электроэнергетики в общем объеме произведенной в регионе промышленной продукции возросла к 1997 г. до 16,5%. Отметим, в то же время, что суммарное потребление топливно-энергетических ресурсов в области сократилось более чем на 30%.

Как и большинство областей Европейской части России, Новгородская область не богата углеродсодержащими ископаемыми ресурсами, которые могут использоваться в качестве топлива. Месторождений нефти, природного газа, угля и других углеводородов на территории Новгородской области нет. Единственными топливными ресурсами, добываемыми в регионе, являются торф (часть которого используется в нетопливных целях) и дрова. Таким образом, практически все виды первичного топлива ввозятся в регион из других добывающих областей России. Вторичное топливо также ввозится из других регионов, поскольку на территории области не располагаются заводы по переработке энергоресурсов.

В соответствии с Пересмотренными Руководящими принципами, для инвентаризации эмиссий парниковых газов в области использовались два подхода: 1) Базовый подход и 2) Оценка эмиссий по категориям источников, базирующийся на распределении потребляемого в регионе топлива по секторам.

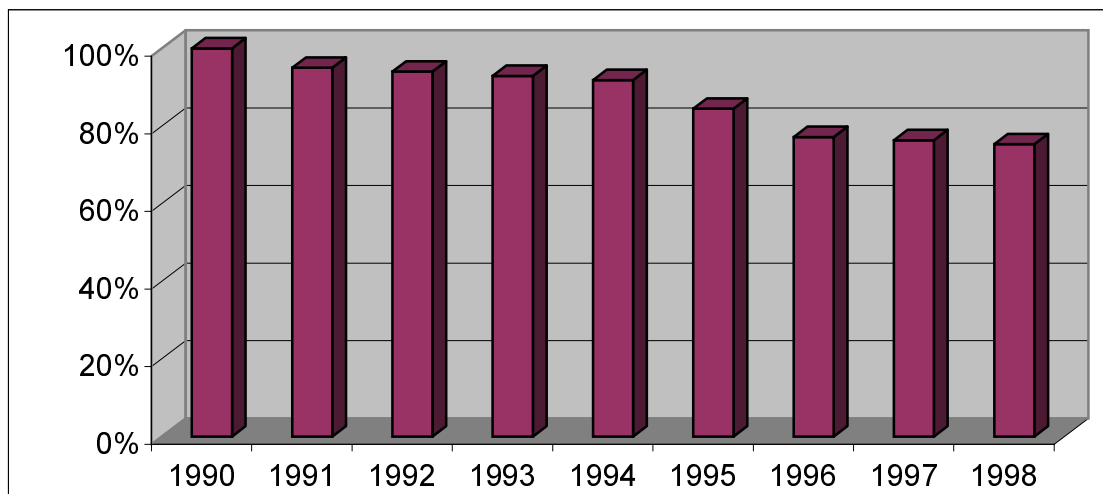
### Базовый подход

Оценка эмиссий парниковых газов по Базовому подходу в энергетике основывалась на данных об агрегированном потреблении топлива (по видам) в Новгородской области. В результате были рассчитаны выбросы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ .

Как показано на Рис. 2.2.1, динамика суммарных эмиссий  $\text{CO}_2$  от энергетики региона характеризовалась понижающимся трендом. За период 1990-98 гг. эмиссии  $\text{CO}_2$  сократились с 5120 до 3857 Гг или примерно на 25%. Это вызвано, прежде всего, снижением суммарного потребления топлива и изменением структуры топливного баланса в регионе. Как видно из Табл. 1, потребление почти всех видов топлива за отчетный период сократилось, исключение составляют лишь торф и дрова, однако их доля в энергобалансе региона незначительна.

Суммарные эмиссии  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  в регионе в течение всего периода инвентаризации оставались сравнительно небольшими и колебались в пределах 1,3-1,7 Гг  $\text{CH}_4$  и 0,03-0,04 Гг  $\text{N}_2\text{O}$  в год.

**Рис. 2.2.1. Эмиссии CO<sub>2</sub> от энергетики, Базовый подход (1990=100%).**



**Табл. 2.2.1. Структура потребления топлива в Новгородской области (ТДж)**

| Вид топлива                    | 1990        | 1994        | 1998        |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Бензин                         | 5936        | 6460        | 5569        |
| Авиационный керосин            | 401         | 42          | 8           |
| Газойль/дизельное топливо      | 8926        | 6110        | 5369        |
| Топочный мазут                 | 4726        | 2295        | 1009        |
| Энергетический уголь           | 9379        | 6429        | 2956        |
| Торф                           | 224         | 1247        | 648         |
| Природный газ (сухой)          | 95034       | 92608       | 88193       |
| <i>Твердая биомасса, дрова</i> | <i>2106</i> | <i>3637</i> | <i>2578</i> |

### Оценка эмиссий по категориям источников

В соответствии с классификацией, предложенной в адаптированных к российским условиям Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК, оценка эмиссий парниковых газов в энергетике Новгородской области проводилась в соответствии со следующими основными категориями: 1) крупные тепловые электростанции; 2) потребление топлива для производства электрической и тепловой энергии предприятиями, не относящимися к энергетической отрасли; 3) транспорт, включая водный, воздушный, автомобильный и другие; 4) жилищно-коммунальное хозяйство, включая централизованное теплоснабжение и частный сектор; и 5) другие стационарные и мобильные источники.

#### *Крупные тепловые электростанции*

Основная часть потребляемой в регионе электроэнергии поставляется из-за пределов Новгородской области, однако около 20% электроэнергии производится в

самом регионе. Крупнейшим производителем электроэнергии в области является ТЭЦ-20 (г. Новгород). Основными видами топлива, используемого для выработки электроэнергии на ТЭЦ-20, являются природный газ и уголь, при этом на долю газа приходится более 85% условного топлива, потребленного в целом за 1990-1998 гг. Доля этого источника за период инвентаризации сократилась с 22% до 18% от общих эмиссий CO<sub>2</sub> (см. Табл. 2.2.2).

#### *Производство электрической и тепловой энергии предприятиями, не относящимися к энергетической отрасли*

Эта категория источников в Новгородской области представлена рядом крупных предприятий, использующих топливо для собственных технологических нужд. Среди них можно выделить такие предприятия, как завод по производству удобрений “Акрон”, Боровический комбинат огнеупоров, Угловский известковый комбинат. На эти источники приходится около 13% суммарных выбросов CO<sub>2</sub> в секторе энергетики области.

#### *Транспорт*

Сектор транспорта в области представлен, прежде всего, автомобильным и водным. Для автомобильного транспорта характерна тенденция роста потребления топлива в связи со значительным увеличением количества зарегистрированных в регионе автомобилей, в то время как для водного – существенного снижения в результате почти пятикратного сокращения объемов грузовых и пассажирских перевозок. Доля этих источников в суммарных выбросах CO<sub>2</sub> в 1998 г. составила 18% для автотранспорта и около 1% для водного транспорта. Другие виды транспорта в регионе потребляют незначительные объемы топлива, их доля за весь период инвентаризации не превышала 1%.

#### *Жилищно-коммунальное хозяйство*

Главными источниками эмиссий парниковых газов в жилищно-коммунальном хозяйстве области являются централизованные котельные (не относящиеся к крупным тепловым электростанциям) и частный жилой сектор. В качестве топлива эти категории источников потребляют, в основном, уголь, топливный мазут, торф и дрова, а частный жилой сектор – и значительные объемы природного газа. Как показала инвентаризация в Новгородской области, доля этого источника в общих эмиссиях ПГ является наиболее существенной – за 1990-1998 гг. она возросла с 38% до 47%.

#### *Прочие источники*

Эмиссии парниковых газов от прочих источников, к которым относятся различные сектора экономики, потребляющие энергоресурсы, такие как рыболовство, лесное, сельское хозяйство и другие, не оценивались, поскольку эта работа требует сбора большого массива дополнительных данных, более подробного анализа и, соответственно, больших затрат на инвентаризацию. Поэтому в инвентаризации выделена особая категория недетализированных источников, представляющая собой разницу между оценкой суммарных эмиссий по Базовому подходу и эмиссий, детализированных по категориям источников. Доля недетализированных источников в Новгородской области составила от 3% до 13%.

**Табл. 2.2.2. Оценка эмиссий CO<sub>2</sub> по категориям источников (Гг CO<sub>2</sub>)**

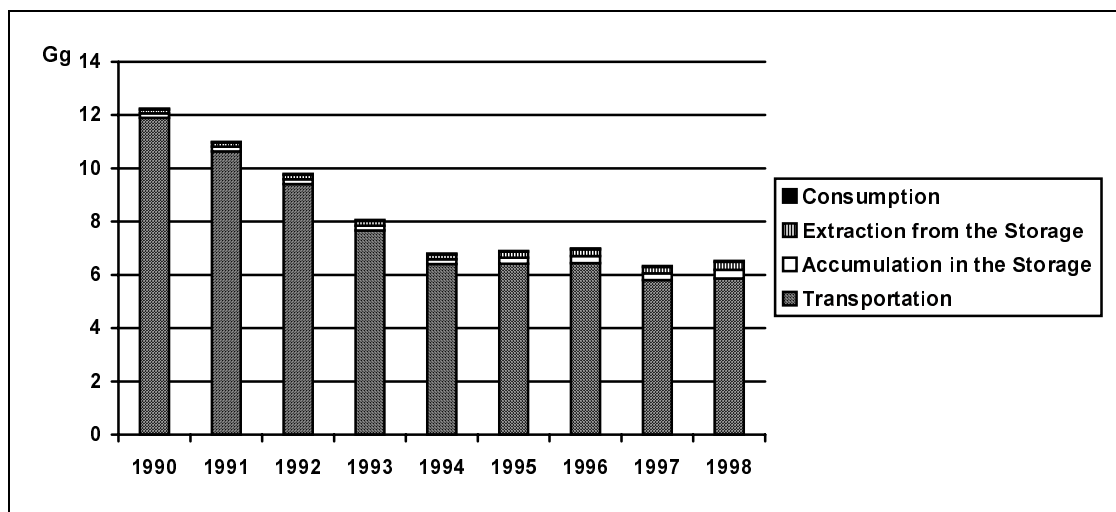
| Категории источников  |                                  | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1998<br>% от<br>эмиссий по<br>Базовому<br>подходу |
|---|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Энергетика – крупные тепловые электростанции  |                                  | 1112 | 1061 | 1067 | 1038 | 952  | 827  | 839  | 693  | 693  | 18%   |
| Производство электрической и тепловой энергии предприятиями, не относящимися к энергетической отрасли |                                  | 606  | 576  | 550  | 522  | 495  | 522  | 542  | 507  | 508  | 13%   |
| Транспорт   | Внутренняя авиация               | 32   | 31   | 22   | 13   | 3    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0%  |
|   | Автомобильный транспорт          | 654  | 653  | 663  | 672  | 680  | 680  | 681  | 650  | 682  | 18%   |
|   | Немеждународный водный транспорт | 133  | 127  | 65   | 62   | 60   | 50   | 42   | 44   | 47   | 1%  |
| Жилищно-Коммунальное Хозяйство  | Централизованное теплоснабжение  | 78   | 74   | 124  | 173  | 223  | 253  | 219  | 284  | 279  | 7%  |
|   | Частный жилой сектор             | 1850 | 1750 | 1781 | 1838 | 1956 | 1789 | 1494 | 1655 | 1544 | 40%   |
| <b>Всего детализированные источники</b>   |                                  | 4465 | 4272 | 4272 | 4318 | 4369 | 4122 | 3818 | 3834 | 3754 | 97%   |
| <b>Всего недетализированные источники</b>   |                                  | 655  | 593  | 542  | 440  | 334  | 202  | 132  | 74   | 103  | 3%  |
| <b>Всего по Базовому подходу</b>  |                                  | 5120 | 4865 | 4814 | 4758 | 4703 | 4324 | 3950 | 3908 | 3857 | 100%  |

### 3. ЭНЕРГЕТИКА - ЭМИССИИ CH<sub>4</sub>, СВЯЗАННЫЕ НЕФТЬЮ И ГАЗОМ

Источниками эмиссии в Новгородской области являются проходящие через ее территорию магистральные газопроводы (Серпухов - Санкт-Петербург, Валдай - Чудово, Валдай - Псков - Рига), станция подземного хранения газа "Невская" и различные потребители газового топлива (энергетика, промышленность, коммунальное хозяйство, потребление населением). Расчет эмиссии производился по методике Ряда 1, с использованием типовых коэффициентов эмиссии, включаемых в Руководство по инвентаризации. Таким образом учитывались как технологические выбросы метана, так и его непреднамеренные утечки в атмосферу.

Величина и динамика эмиссии метана в период 1990-1998 гг. показана на рис. 2.3.1. Общая величина эмиссии за это время уменьшилась с 12,3 до 6,5 Гг CH<sub>4</sub>/год, что связано с уменьшением транзитной прокачки газа по магистральным газопроводам через территорию области. Этот процесс происходил, в основном, в 1991-1994 гг. За этот же период примерно в два раза возросла эмиссия, связанная с закачкой и отбором газа из газохранилища. Причиной является увеличение количества хранящегося газа. Эмиссия, связанная с потерями газа у потребителей, в 1990 - 1998 гг. практически не изменялась, оставаясь на уровне около 0,03 Гг CH<sub>4</sub>/год.

**Рисунок 2.3.1**  
**Выбросы метана от деятельности, связанной с нефтью и газом (1990 - 1998)**



Распределение эмиссии CH<sub>4</sub> по источникам показано в приводимой ниже табл. 2.3.1. Эмиссия, связанная с транспортировкой газа, доминирует в общей структуре эмиссии и в 1990 и в 1998 гг., несмотря на почти четырехкратное увеличение доли эмиссии от закачки и отбора газа из газохранилища.

Некоторые коррективы в полученные результаты мог бы внести более детальный анализ эмиссии от транспортировки газа (с использованием методики Ряда 2, не включенной в данную версию Руководства). Это связано, во-первых, с тем, что основная часть эмиссии метана, от транспортировкой природного газа, приходится на компрессорные станции (КС), а не на линейную часть газопроводов, а, во-



вторых, с тем, что в последние годы одна из двух расположенных в Новгородской области КС не используется и находится в резерве, а вторая работает только в наиболее холодную часть зимнего периода, когда из-за низкой температуры повышается плотность перекачиваемого газа. Таким образом, использование методики Ряда 2 вероятно привело бы к уменьшению расчетных значений эмиссии от транспортировки газа и доли этих эмиссий в суммарном выбросе. Однако такой анализ находится за рамками данной работы.

**Таблица 2.3.1**

**Структура эмиссии метана, связанной с технологическими выбросами и утечками природного газа в Новгородской области (%)**

| Источник                                | 1990         | 1998         |
|---|--------------|--------------|
| Транспортировка газа                    | 97,2         | 90,0         |
| Закачка в газохранилище                 | 1,3          | 4,9          |
| Отбор из газохранилища                  | 1,2          | 4,6          |
| Потери у потребителей                   | 0,3          | 0,5          |
| в том числе промышленность и энергетика | 0,2          | 0,3          |
| <b>Всего</b>                            | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> |

Эмиссии  $\text{CH}_4$ , связанные с добычей, транспортировкой и переработкой нефти в Новгородской области не происходят из-за отсутствия соответствующей деятельности.

Неопределенность оценки эмиссии определяется обсуждавшимися выше особенностями методики и неопределенностью коэффициентов эмиссии и, в целом, оценивается как довольно высокая.

#### 4. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И РАСТВОРИТЕЛИ

В соответствии с общим, международно признанным, подходом к инвентаризации эмиссий парниковых газов (этот подход изложен в *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК*), в данном разделе приведены:

- оценки эмиссий от различных промышленных процессов и технологий;
- оценки эмиссии от использования гидрофторуглеродов в промышленном, коммерческом и бытовом секторах.

В то же время все эмиссии, связанные со сжиганием ископаемого топлива и продуктов его переработки для получения электрической, тепловой или механической энергии (включая эмиссии от любых видов транспортных средств) здесь не рассматриваются, поскольку отнесены к разделу "энергетика".

В Руководстве приведены 17 категорий промышленных источников эмиссии. В ходе инвентаризации в Новгородской области обнаружены и проанализированы 5 из них:

- эмиссии при производстве извести ( $\text{CO}_2$ );
- эмиссии при производстве аммиака ( $\text{CO}_2$ );
- эмиссии при производстве азотной кислоты ( $\text{N}_2\text{O}$ )\*;
- эмиссии при производстве метанола ( $\text{CH}_4$ );
- эмиссии при эксплуатации промышленного, коммерческого и бытового холодильного оборудования\*\* (различные гидрофторуглероды (ГФУ)).

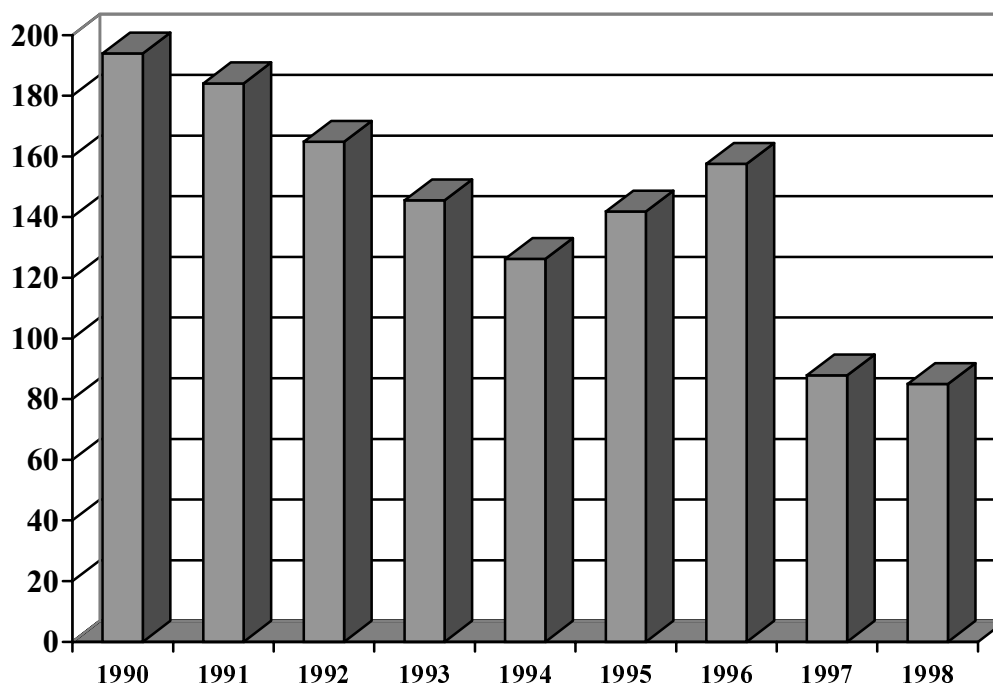
Таким образом, в разделе "промышленность" Новгородская область представлена всеми тремя "классическими" парниковыми газами и одной из трех групп так называемых новых парниковых газов - ГФУ.

Эмиссии  $\text{CO}_2$ , связанные с производством извести, происходят на Угловском известковом комбинате в пос. Угловка Окуловского района. Комбинат выпускает известь ( $\text{CaO}$  с небольшой, не более 1%, примесью  $\text{MgO}$ ) для предприятий пищевой, строительной, металлургической и химической промышленности, а также промышленности строительных материалов. Величина эмиссии  $\text{CO}_2$  однозначно связана с объемом производства извести, который в течении 1990 - 1998 гг. снизился с 361 до 158 тыс.т в результате уменьшения платежеспособного спроса со стороны потребителей этой продукции. Динамика эмиссии на Угловском известковом комбинате показана на рис. 2.4.1.

Эмиссии  $\text{CO}_2$  при с производстве аммиака целиком связаны с деятельностью АО АКРОН (г. Новгород) - одной из ведущих компаний по производству химических удобрений и другой химической продукции в России. При расчете эмиссии использована методология Ряда 1а (см. Руководство), предусматривающая использование данных о потреблении природного газа в качестве сырья для производства аммиака. Содержание углерода в природном газе принято равным 0,50. Данные о величине и динамике эмиссии  $\text{CO}_2$  приведены в табл.2.4.1. Нетрудно заметить, что эмиссия  $\text{CO}_2$ , связанная с производством аммиака примерно на порядок больше по величине, чем эмиссия от производства извести, а ее колебания за период 1990 - 1998 гг. не превышают 5%.

\* Рассматриваются в разделе 2.12 Руководства - Производство других химических веществ.

\*\* Рассматриваются в разделе 2.17 Руководства - Использование фторуглеродов и гексафторида серы.

Эмиссии CO<sub>2</sub> при производстве извести, Гг

В соответствии с принятым МГЭИК и отраженным в Руководстве подходом, при проведении инвентаризации не делалось различия между CO<sub>2</sub>, не уловленным из отходящих газов аммиачного производства, и уловленным и использованным для выпуска различной химической продукции (считается что уловленный и использованный для производства различной продукции CO<sub>2</sub> все равно поступает в атмосферу за сравнительно короткое время). Однако в ходе обсуждения результатов инвентаризации специалисты АО АКРОН выразили сомнение в корректности такого подхода (Разумов, 1999). По их данным, значительное количество CO<sub>2</sub> используется для производства карбамида, который применяется как удобрение и разлагается с выделением CO<sub>2</sub> после его внесения в почву. В то же время, большая часть производимого АКРОНОм карбамида поставляется за рубеж (96% или около 290 тыс. т. в 1998 г.)

Таким образом, значительная часть эмиссии CO<sub>2</sub> происходит за пределами Новгородской области. По-видимому, учет экспорта карбамида и других химических продуктов позволит существенно уменьшить неопределенность оценки эмиссии в промышленном секторе, и эта проблема заслуживает более детального изучения в будущем.

Другие виды производства АО АКРОН связаны с эмиссиями  $N_2O$  и  $CH_4$ .

**Таблица 2.4.1**

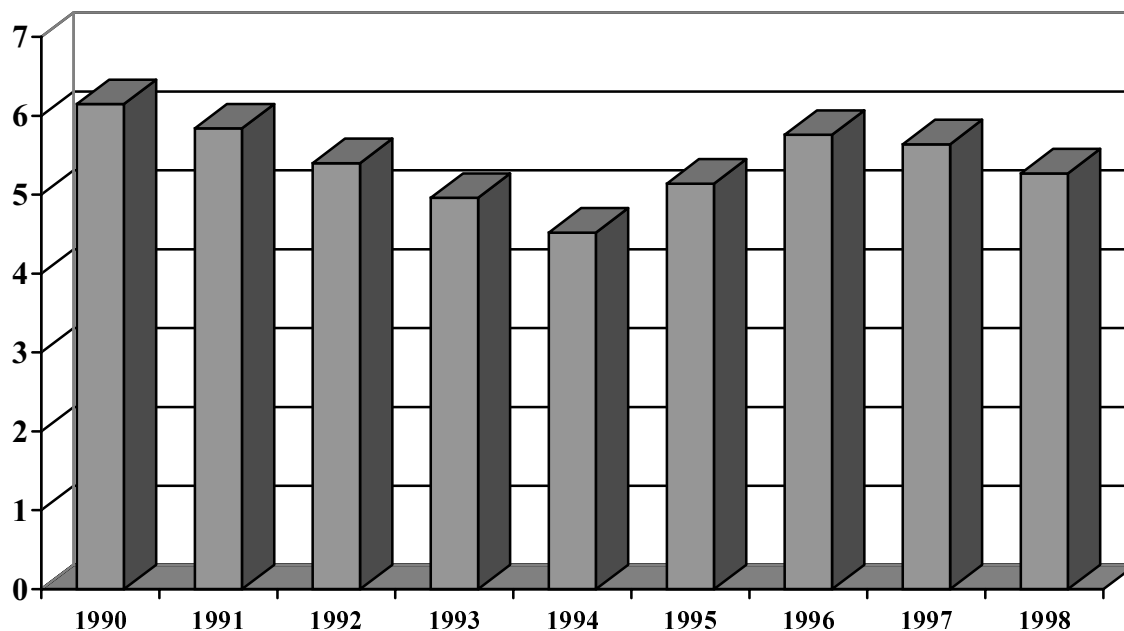
**Эмиссии  $CO_2$  при производстве аммиака, Гг**

| Год     | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Эмиссия | 2091 | 1987 | 1987 | 1986 | 1986 | 2039 | 2093 | 1980 | 1991 |

Эмиссия  $N_2O$  сопровождает производство азотной кислоты. Коэффициент эмиссии, использованный при расчете - 7 кг  $N_2O$ /т  $HNO_3$ , был выбран из приведенных в Руководстве с учетом особенностей технологического процесса (высокое давление, каталитический метод газоочистки). По мнению специалистов АКРОНа этот коэффициент может быть несколько меньше. Проведение непосредственных измерений содержания  $N_2O$  в выбросах позволило бы уточнить значение коэффициента и величины эмиссии. Изменение эмиссии в период 1990 - 1998 гг. иллюстрирует рис. 2.

**Рисунок 2.4.2.**

**Эмиссия  $N_2O$  при производстве азотной кислоты, Гг**



Эмиссии  $CH_4$  при производстве метанола охарактеризованы таблицей 2.4.2.

**Таблица 2.4.2**

**Эмиссии  $CH_4$  при производстве метанола, Гг**

| Год     | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Эмиссия | 0,2  | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,13 | 0,11 | 0,14 |

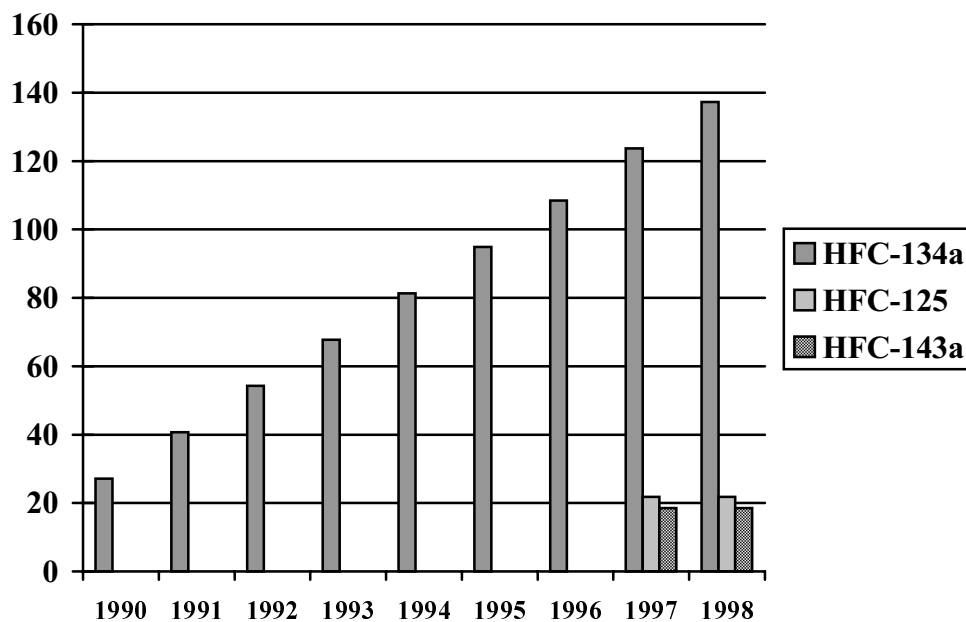
Для оценки эмиссии от использования ГФУ использовалась методология ряда 2, основанная на применении данных об общем количестве ГФУ, содержащихся в оборудовании на территории области. Для расчетов было принято, что в бытовых и коммерческих холодильниках используется хладагент ГФУ-134а (R-134а) в

количестве 0,15 кг на бытовой и 0,40 кг на коммерческий холодильник. Доля холодильников современных моделей, заправленных ГФУ-134а, считалась линейно увеличивающейся с 8% общего количества холодильников в 1990 г. до 40% в 1998 г. в результате замещения ими более старых моделей. Из-за отсутствия статистических данных общее количество холодильников определено с помощью экспертных оценок. Кроме того, в исследуемый период были введены в эксплуатацию 3 промышленные холодильные камеры на предприятии "Черкизовский мясокомбинат" (г. Валдай), заправленные смесью 52% ГФУ-143а, 44% ГФУ-125 и 4% ГФУ-134а. Общее количество хладагента в камерах составляет около 4200 кг. Возможно, в эксплуатации имеются и другие промышленные холодильники (например, вагоны и автомобили-рефрижераторы), заправленные ГФУ, однако соответствующих данных получить не удалось.

Коэффициент утечки ГФУ в атмосферу для всего холодильного оборудования, согласно Руководству, принят равным 1% в год. Эмиссии при выведении оборудования из эксплуатации или захоронении считались пренебрежимо малыми, т.к. основная часть оборудования эксплуатируется менее 10 лет и пока не подвергается замене. Изменение эмиссии в течение 1990 - 1998 гг. показано на рис.3.

**Рисунок 2.4.3**

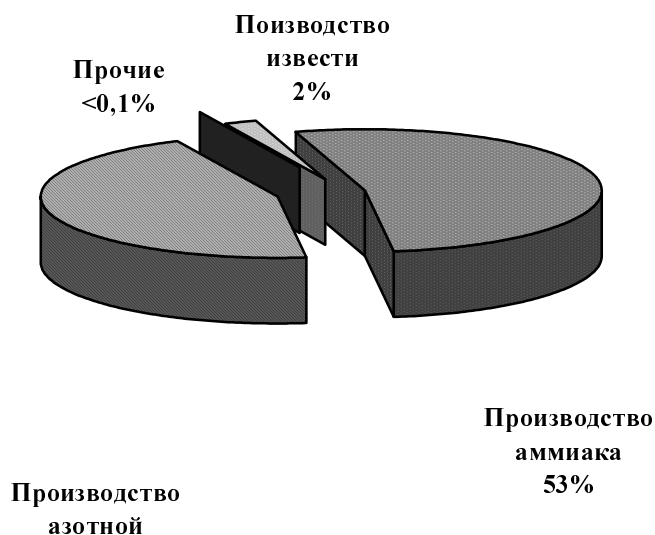
**Эмиссии, связанные с использованием ГФУ, кг**



Эмиссии ГФУ в результате их использования в бытовых и промышленных кондиционерах не оценивались из-за отсутствия данных о количестве кондиционеров.

Распределение эмиссий, выраженных в CO<sub>2</sub>-эквиваленте, по категориям источников на 1988 г. (рассчитано с использованием 100-летних потенциалов глобального потепления МГЭИК) показано на рис. 2.4.4.

**Рис.**  
**Распределение эмиссий по категориям источников**



### Эмиссии парниковых газов при использовании растворителей и другой продукции

В этой категории в Новгородской области имеются эмиссии от использования  $N_2O$  в медицине для наркоза. В соответствии с методологией, приведенной в Модуле 3 Руководства, были получены данные о поставках  $N_2O$  медицинским учреждениям области. Годовая эмиссия считалась равной общему количеству  $N_2O$ , поставленного за соответствующий год.

Табл. 2.4.3

#### Эмиссии $N_2O$ , связанные с его использованием в медицине, Гг

| Год     | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998   |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Эмиссия | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,016 | 0,016 | 0,014 | 0,014, |

Величина эмиссии практически не изменялась за период 1990 - 1998 гг.

## 5. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Площадь Новгородской области 5450.1 тыс. га. По состоянию на 1990 г. сельскохозяйственные угодья занимали 840.8 тыс. га, или 15.4 % от общей площади области. По сравнению с 1990 г., в 1998 г. их площадь уменьшилась на 1.5 тыс. га. Пахотные земли составляют в среднем 60%, а сенокосы и пастбища - 38% сельскохозяйственных земель области. В 1990 г. на территории Новгородской области было зарегистрировано 390 сельскохозяйственных предприятий и объединений, а также 163 крестьянских (фермерских) хозяйств. В 1998 г. количество предприятий уменьшилось до 52, а число фермерских хозяйств возросло до 1831. Численность работников, занятых в сельском хозяйстве в 1990-98 гг., составила 44.1 и 24.5 тыс. чел. соответственно.

К парниковым газам, выбрасываемым в процессе сельскохозяйственного производства относятся метан ( $\text{CH}_4$ ) и закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Метан вырабатывается при внутренней ферментации сельскохозяйственных животных и в разных системах сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и птицы (навоза и птичьего помета). Источниками эмиссии закиси азота являются различные системы сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и птицы (навоза и птичьего помета) и сельскохозяйственные почвы, в которые вносятся азот органических и минеральных удобрений, запахиваются пожнивные остатки сельскохозяйственных культур, а также остается азот, выработанный растениями-азотфиксаторами. Кроме того, на сельскохозяйственные почвы осаждаются атмосферные выпадения антропогенных соединений азота. Дополнительным источником эмиссии парниковых газов может быть сжигание пожнивных остатков на полях, но этот вид деятельности не наблюдается на территории Новгородской области и, соответственно, не был включен в расчеты.

### Исходные данные для расчетов

В соответствии с Главой “Сельское хозяйство” *Рабочей книги Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Revised 1996 IPCC Guidelines, 1997)*, далее *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК* исходными данными для расчетов эмиссии парниковых газов являются:

- Общее количество минеральных азотных удобрений, внесенных под сельскохозяйственные культуры на территории региона за отчетный год в пересчете на 100% минеральных веществ.
- поголовье сельскохозяйственных животных по следующим категориям: крупный рогатый скот молочного и мясного направления продуктивности, свиньи, овцы, козы, лошади, а также суммарная численность птицы в рассматриваемом регионе.
- Данные об используемых системах сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и птицы (навоза и помета), а также содержания в них азота.
- Региональные данные по валовому сбору зернобобовых и сои в пересчете на сухой вес после доработки.
- Региональные данные по валовому сбору другой продукции растениеводства (кроме зернобобовых и сои) в пересчете на сухой вес после доработки.

- Площадь обрабатываемых в регионе торфяных почв.

В таблице 2.5.1 приведены данные о типах систем сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и птицы в соответствии с классификацией *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*. Данные по поголовью сельскохозяйственных животных и птицы по всем категориям хозяйств Новгородской области приведены в таблице 2.5.2.

Таблица 2.5.1.

Типы систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета по классификации *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*

| Название системы сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета | Краткое описание системы   |
|---|--|
| Анаэробные системы сбора и хранения навоза или помета                     | Гидросмывные системы, которые используются для удаления навоза из рабочих помещений свиноводческих комплексов. Разбавленный навоз оседает в отстойниках и в течение 30-200 дней. При наличии замкнутого цикла водоснабжения и фильтрационных установок, вода из отстойников может быть использована вторично после соответствующей очистки. Если замкнутого цикла водоснабжения нет, то сточные воды используются для орошения полей.  |
| Жидкостные системы сбора и хранения                                       | Представляют собой врытые в землю бетонные изолированные емкости, в которых навоз хранится в течение 6 и более мес. до внесения на поля. При хранении в жидкостные системы может добавляться вода.   |
| Ежедневный вывоз и внесение на поля                                       | Продукты жизнедеятельности животных собираются в твердой форме при помощи различных средств (транспортёров, скребок и др.) и регулярно (обычно ежедневно) вывозятся на поля.   |
| Хранение в твердом виде и в сухой массе в загонах при фермах              | Навоз или птичий помет ежедневно собирается в твердом виде при помощи описанных выше средств, но не вывозится сразу же на поля, а накапливается в оборудованных для этих целей хранилищах в течение достаточно длительного времени (несколько месяцев) перед использованием. Этот термин также применим к огороженным загонам, где животные содержатся в течение некоторого времени. Навоз в этих загонах высыхает на поверхности почвы и затем периодически убирается и вывозится в специально оборудованные хранилища. |
| Навоз на пастбищах, огороженных выпасах или загонах                       | Специальных мер по сбору хранению и использованию навоза в данном случае не применяется. Навоз не убирается, а остается на том месте, где он был произведен.   |
| Использование в качестве топлива  | Данный тип использования навоза не характерен для территории Российской Федерации  |
| Другие виды систем сбора, хранения и использования навоза (помета)        | Под другими системами сбора, хранения и использования навоза и помета понимают его переработку в анаэробных условиях на биоэнергетических установках для получения биогаза, биологические методы переработки навоза в биогумус или белковые корма, а также другие методы.  |

Данные по сбору растениеводческой продукции и зернобобовых приведены в таблице 2.5.3. Суммарная величина продукции растениеводства включает данные по



Таблица 2.5.2.

**Поголовье сельскохозяйственных животных в хозяйствах всех категорий Новгородской области  
(тыс. гол., для птицы - тыс. шт.)**

| Показатели                                 | Единицы измерения | Годы   |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  |                   | 1990   | 1991   | 1992   | 1993   | 1994   | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   |
| Крупный рогатый скот,<br>в том числе коров | тыс. гол.         | 352,2  | 339,8  | 317,3  | 277,6  | 248,4  | 212,0  | 194,5  | 168,0  | 141,6  |
|  | тыс. гол.         | 140,5  | 137,0  | 135,8  | 122,6  | 116,4  | 106,4  | 98,8   | 86,5   | 75,1   |
| Свиньи                                     | тыс. гол.         | 226,3  | 226,4  | 203,2  | 176,1  | 163,4  | 139,4  | 100,1  | 77,0   | 62,9   |
| Овцы и козы                                | тыс. гол.         | 83,6   | 78,9   | 81,8   | 80,3   | 78,0   | 71,7   | 68,7   | 61,9   | 52,5   |
| в том числе овцы                           | тыс. гол.         | 63,2   | 59,7   | 61,9   | 60,8   | 59,2   | 54,4   | 52,0   | 46,9   | 39,7   |
| Лошади                                     | тыс. гол.         | 6,8    | 6,7    | 5,4    | 5,4    | 5,3    | 4,9    | 4,4    | 3,9    | 2,5    |
| Птица                                      | тыс. гол.         | 3831,7 | 3781,9 | 3048,2 | 3029,9 | 2955,6 | 2083,8 | 1291,1 | 1068,3 | 1169,1 |

Таблица 2.5.3.

**Сбор растениеводческой продукции и внесение азотных удобрений под урожай на территории Новгородской области.**

| Показатели                             | Единицы измерения | Годы  |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  |                   | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  |
| Сбор растениеводческой продукции       | тыс. т            | 950,2 | 937,8 | 755,9 | 751,4 | 743,8 | 827,4 | 911,0 | 780,3 | 486,3 |
| Сбор зернобобовых                      | тыс. т            | 0,5   | 4,9   | 0,4   | 0,4   | 0,3   | 0,6   | 0,8   | 0,4   | 0,2   |
| Внесение азотных минеральных удобрений | тыс. т            | 30,5  | 29,6  | 20,0  | 17,1  | 7,0   | 7,0   | 3,1   | 3,1   | 1,7   |

заготовке зерновых, льноволокна, картофеля, овощей и кормовых корнеплодов, а также сенажа в весе после доработки. Кроме того, в таблице 2.5.3 приведены данные о внесении минеральных азотных удобрений на поля Новгородской области в пересчете на действующее вещество.

Приведенные в таблице 2.5.2 величины поголовья крупного рогатого скота, свиней, овец, коз, лошадей и птицы за 1990, 1994 и 1996-1998 гг. были получены из региональных данных статистической отчетности (Развитие животноводства..., 1990; Сельское хозяйство Новгородской области, 1997; О внесении минеральных и органических удобрений..., 1999 и др.). Поголовье крупного рогатого скота и свиней за 1991-1993 и 1995 гг. были взяты из данных национальной статистической отчетности (Сельское хозяйство в России, 1998). Поголовье овец и коз за 1991-1993 и 1995 гг. было вычислено из данных национальной статистической отчетности на основе соотношения суммарного поголовья животных по состоянию на рассматриваемый и предыдущий годы. Поголовье лошадей и численность птицы в 1991-1993 гг. вычислялись на основе индексов физического объема продукции сельского хозяйства (Сельское хозяйство в России, 1998). Данные для 1995 г. рассчитывались как средние величины между 1994 и 1996 гг.

Сбор растениеводческой продукции в 1991-1993 гг. (таблица 2.5.3) рассчитывался по индексам физического объема продукции сельского хозяйства (Сельское хозяйство в России, 1998). Данные 1995 г. рассчитывались как средняя величина между 1994 и 1996 гг. Величины азотных удобрений, внесенных на территории области в 1991-1993 и 1995 гг., определялись по данным их реализации в среднем по стране в пересчете на 1 га пашни.

### **Расчет эмиссии парниковых газов**

Эмиссия парниковых газов метана и закиси азота в сельскохозяйственном секторе Новгородской области рассчитывалась по методике, изложенной в *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК (Revised 1996 IPCC Guidelines, 1997)*. Для расчета эмиссии метана были взяты данные по поголовью сельскохозяйственных животных и птицы, приведенные в таблице 2.5.2, и коэффициенты эмиссии, указанные в *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК*.

Для оценки эмиссии закиси азота от сельскохозяйственного животноводства и птицеводства Новгородской области необходимо определить долю поголовья животных, которые содержатся, и соответственно производят азот, при различных системах сбора, хранения и использования навоза и помета (AWMS). Зная общее поголовье животных определенной категории и его долю, которая содержится с применением конкретной AWMS, а также количество азота, производимое каждым видом животных, можно определить массу азота, производимого в каждой AWMS, что соответствует методике *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК*.

В таблице 2.5.4 приведен выход азота из навоза и птичьего помета в аграрном секторе страны. Потоки азота от крупного рогатого скота, свиней и птицы определялись по “Общесоюзным нормам технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза” (ОНТП 17-86, ОНТП 17-81), в которых приведены средние нормы выхода и содержание азота в навозе и птичьем помете в пересчете на сухое вещество экскрементов.

Выход азота рассчитывался по данным для взрослых животных и птицы. Для птицы была принята средняя для кур, индеек, и уток величина выхода экскрементов. Значения потоков азота от других животных взяты как средние для Восточной Европы из *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*.

**Таблица 2.5.4.**

**Выход азота из навоза сельскохозяйственных животных и помета птицы в аграрном секторе России (кг/гол./год)**

| Категории сельскохозяйственных животных и птицы  |  |                    |                   |                     |                     |
|--|--|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Немолочный крупный рогатый скот <sup>a</sup>   | Молочный крупный рогатый скот <sup>a</sup> | Птица <sup>b</sup> | Овцы <sup>c</sup> | Свиньи <sup>a</sup> | Другие <sup>c</sup> |
| 65,4   | 74,5                                       | 1,7                | 16                | 24,4                | 25                  |
| <sup>a</sup> Данные для взрослого поголовья животных без учета возрастной структуры стада. <i>Источник:</i> ОНТП 17-86;<br><sup>b</sup> Среднее значение для кур, индеек и уток. <i>Источник:</i> ОНТП 17-81;<br><sup>c</sup> Усредненные данные для стран Восточной Европы. <i>Источники:</i> Ecetoc (1994), Vetter et. al. (1988), Steffens and Vetter (1990). |  |                    |                   |                     |                     |

Эмиссия закиси азота зависит от применяемых в регионе систем сбора, хранения и использования продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных и птицы (навоза и птичьего помета), приведенных в таблице 1, а также поголовья животных и птицы, которые содержатся с применением определенных систем. Анаэробных систем сбора навоза и птичьего помета на территории области нет. Жидкостные системы сбора навоза использовались в животноводческом комплексе “Ермолино”, который до 1996 г. был ориентирован на откорм крупного рогатого скота (соответствует категории “немолочный крупный рогатый скот *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*) на мясо, а также в свинокомплексе “Новгородский”, который функционирует в настоящее время. В остальных случаях технология сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета соответствовала категории “сбор на специальных площадках в твердом виде и сухой массе” *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*. В ряде случаев навоз вывозился на необорудованные площадки. Учитывая, что паровая система земледелия в Новгородской области за рассматриваемый период не применялась, можно исключить ежедневный вывоз навоза и птичьего помета на поля, и, соответственно, классифицировать случаи вывоза навоза на необорудованные площадки как хранение в твердом виде и (или) сухой массе.

Динамика поголовья немолочного крупного рогатого скота и свиней, содержащихся в комплексах “Ермолино” и “Новгородский” выглядит следующим образом:

| Годы              | Комплекс “Ермолино”<br>(крупный рогатый скот,<br>откорм на мясо), тыс. голов | Комплекс “Новгородский”<br>(свиноводческий),<br>тыс. голов |
|-------------------|--|--|
| 1990              | 14,0   | 49,0   |
| 1991 <sup>a</sup> | 13,8   | 48,4   |
| 1992 <sup>a</sup> | 11,1   | 39,0   |
| 1993 <sup>a</sup> | 11,1   | 38,8   |
| 1994              | 9,3  | 45,0   |
| 1995 <sup>a</sup> | 6,8  | 37,0   |

|      |     |      |
|------|-----|------|
| 1996 | 4,2 | 29,0 |
| 1997 | 0   | 24,5 |
| 1998 | 0   | 15,0 |

<sup>a</sup> Поголовье крупного рогатого скота и свиней в 1991-1993 гг. определялось по индексу физического объема продукции сельского хозяйства (Сельское хозяйство России, 1998). Для 1995 г. поголовье рассчитывалось как средняя величина от 1994 и 1996 гг.

Кроме того, в сельскохозяйственных предприятиях, фермерских и личных хозяйствах Российской Федерации практикуется выпас крупного рогатого скота, овец, коз и лошадей в летнее время. Таким образом, одни и те же категории животных в течение года могут содержаться с использованием различных систем сбора и хранения навоза, приведенных в *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК*. Летом в дневное время домашняя птица в частных хозяйствах также находится вне закрытых помещений и огороженных вольеров. Соответственно птичий помет летом в дневное время не собирается, а остается в местах выгула домашней птицы и, следовательно может рассматриваться в соответствии с категорией “навоз на пастбищах, огороженных загонах или выпасах” *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК*. Таким образом, в 1990-98 гг. в Новгородской области навоз сельскохозяйственных животных и помет птицы собирался и хранился в жидкостных системах, твердом виде, а также оставлялся на пастбищах и огороженных выпасах.

Начало, окончание и среднесуточная продолжительность летнего выпаса крупного рогатого скота, овец, коз и лошадей зависят от погодно-климатических условий. Однако в обобщенном виде можно принять, что летний выпас начинается 20 мая и продолжается до 1 октября. Его ежедневная продолжительность для коров составляет 10 часов (с 7 утра до 19 ч. вечера за исключением 2 ч дневной дойки, когда коров пригоняют на фермы). Для крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, овец и лошадей продолжительность летнего выпаса составляет 12 часов. Следовательно, продолжительность летнего выпаса составляет 55.8 дней для коров и 67 дней для других сельскохозяйственных животных в пересчете на 24-часовой день, что соответствует 15.3 и 18.4% годового времени соответственно. Таким образом, все поголовье коров проводит 15.3% годового времени на летнем выпасе и 84.7% времени в стойлах. Крупный рогатый скот, овцы и лошади проводят 18.4% времени на летнем выпасе и 81.6% времени при стойловом содержании. Если принять, что в течение года азот равномерно выделяется из навоза всех животных и птицы, то можно сказать, что 15.3% поголовья коров содержится в условиях, когда их навоз остается на полях и выпасах, в то время как 84.7% поголовья содержится в стойлах и их навоз хранится в твердом виде. Аналогичный подход применим к поголовью овец, коз и лошадей.

Выпас свиней в Новгородской области не практикуется, то есть все животные содержатся на фермах и других закрытых помещениях. Однако данный вид содержания предусматривает их выгул в маточных вольерах при фермах, что соответствует условиям, когда навоз животных собирается в твердой массе. Часть свиней содержится с использованием жидкостных систем сбора навоза. Следовательно, свиноводческие хозяйства области используют два типа систем сбора, хранения и использования навоза в соответствии с классификацией *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*:

жидкостные и системы хранения навоза в твердом виде (Таблица 1). Жидкостная система сбора, хранения и использования навоза применяется только на одном предприятии области - комплексе "Новгородский". Более сложен расчет для условий содержания немолочного рогатого скота, часть которого до 1997 г. содержалась с использованием жидкостных систем AWMS. В этом случае при расчетах за 1990-1996 гг. необходимо учесть часть поголовья, которые содержались с использованием жидкостных систем. Оставшееся поголовье содержалось с использованием систем сбора навоза в твердом виде и оставлении его части на полях во время выпаса. Процентное соотношение (18.4% времени на летнем выпасе и 81.6% - на стойловом содержании) следует применить к оставшейся части поголовья животных в качестве поправочных коэффициентов. Такую же систему поправочных коэффициентов следует применить при расчете количества азота, произведенного домашней птицей, поскольку в частных и фермерских хозяйствах практикуется содержание птицы вне помещений и огороженных вольеров в летнее время. Соответственно часть птичьего помета летом не убирается, а остается на тех местах, где он был произведен. Если принять продолжительность летнего выгула птицы за 12 часов (с 7 утра до 19 ч. вечера), поправочные коэффициенты для птицы составят 0.184 и 0.816 для летнего и остального времени, что соответствует 18.4 и 81.6% годового времени, проведенного на выгуле и в закрытых помещениях. Следует отметить, что данные коэффициенты применимы только для той части птицы, которая содержится в частных и фермерских хозяйствах. Птица в сельскохозяйственных предприятиях области постоянно содержится в помещениях и производимый ею помет собирается в твердом виде.

Доли поголовья сельскохозяйственных животных и птицы, содержащихся с применением разных систем сбора, хранения и использования навоза и помета рассчитывались отдельно для каждого года инвентаризации с учетом общей численности их поголовья, взятых из *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК* коэффициентов эмиссии метана и закиси азота, а также приведенных выше поправочных коэффициентов (при расчете эмиссии закиси азота от разных типов систем сбора хранения и использования навоза и птичьего помета). Результаты расчетов приведены в таблицах по инвентаризации. В таблицах 5 и 6 приведены итоговые расчеты эмиссии  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$  в аграрном секторе Новгородской области.

### **Оценка точности расчетов**

Точность выполненных расчетов определяется точностью определения исходных данных и поправочных коэффициентов. В большинстве случаев исходная информация бралась из данных государственной и региональной статистической отчетности, которые имеют высокую степень достоверности (ошибка составляет не более 5%). Переводные коэффициенты, использованные в расчетах, были взяты из *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*. Их точность составляет 20%. Таким образом, можно считать, что точность полученных оценок составляет 20%.

Таблица 2.5.5.

## Эмиссия метана в аграрном секторе Новгородской области (Гг)

| Категории источников эмиссии<br>метана        | Годы          |               |               |               |               |               |               |               |               |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|   | 1990          | 1991          | 1992          | 1993          | 1994          | 1995          | 1996          | 1997          | 1998          |
| <b>В целом по аграрному сектору</b>           | <b>27,223</b> | <b>26,344</b> | <b>24,774</b> | <b>21,874</b> | <b>19,860</b> | <b>17,151</b> | <b>15,586</b> | <b>13,459</b> | <b>11,400</b> |
| <b>А Внутренняя ферментация</b>               | <b>24,305</b> | <b>23,488</b> | <b>22,161</b> | <b>19,556</b> | <b>17,729</b> | <b>15,351</b> | <b>14,091</b> | <b>12,206</b> | <b>10,328</b> |
| 1. Крупный рогатый скот                       | 23,236        | 22,454        | 21,164        | 18,611        | 16,820        | 14,532        | 13,362        | 11,571        | 9,807         |
| 2. Овцы                                       | 0,506         | 0,478         | 0,495         | 0,486         | 0,474         | 0,435         | 0,416         | 0,375         | 0,318         |
| 3. Козы                                       | 0,102         | 0,096         | 0,100         | 0,098         | 0,094         | 0,087         | 0,084         | 0,075         | 0,064         |
| 4. Лошади                                     | 0,122         | 0,121         | 0,097         | 0,097         | 0,095         | 0,088         | 0,079         | 0,070         | 0,045         |
| 5. Свиньи                                     | 0,339         | 0,340         | 0,305         | 0,264         | 0,245         | 0,209         | 0,150         | 0,116         | 0,094         |
| 6. Птица                                      | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000         |
| <b>В Сбор хранение и использование навоза</b> | <b>2,918</b>  | <b>2,857</b>  | <b>2,613</b>  | <b>2,318</b>  | <b>2,131</b>  | <b>1,800</b>  | <b>1,495</b>  | <b>1,252</b>  | <b>1,072</b>  |
| 1. Крупный рогатый скот                       | 1,690         | 1,633         | 1,541         | 1,356         | 1,226         | 1,061         | 0,976         | 0,845         | 0,717         |
| 2. Овцы                                       | 0,012         | 0,011         | 0,012         | 0,012         | 0,011         | 0,010         | 0,010         | 0,009         | 0,008         |
| 3. Козы                                       | 0,002         | 0,002         | 0,002         | 0,002         | 0,002         | 0,002         | 0,002         | 0,002         | 0,002         |
| 4. Лошади                                     | 0,009         | 0,009         | 0,008         | 0,008         | 0,007         | 0,007         | 0,006         | 0,005         | 0,003         |
| 5. Свиньи                                     | 0,905         | 0,906         | 0,813         | 0,704         | 0,654         | 0,558         | 0,400         | 0,308         | 0,252         |
| 6. Птица                                      | 0,299         | 0,295         | 0,238         | 0,236         | 0,231         | 0,163         | 0,101         | 0,083         | 0,091         |

Таблица 2.5.6.

## Эмиссия закиси азота в аграрном секторе Новгородской области (Гг)

| Категории источников эмиссии<br>закиси азота             | Годы         |              |              |              |              |              |               |               |               |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
|  | 1990         | 1991         | 1992         | 1993         | 1994         | 1995         | 1996          | 1997          | 1998          |
| <b>В целом по аграрному сектору</b>                      | <b>1,227</b> | <b>1,195</b> | <b>0,844</b> | <b>0,752</b> | <b>0,436</b> | <b>0,461</b> | <b>0,365</b>  | <b>0,326</b>  | <b>0,196</b>  |
| <b>А Внутренняя ферментация</b>                          |              |              |              |              |              |              |               |               |               |
| <b>В Сбор хранение и использование навоза</b>            | <b>0,001</b> | <b>0,001</b> | <b>0,001</b> | <b>0,001</b> | <b>0,001</b> | <b>0,001</b> | <b>0,0005</b> | <b>0,0004</b> | <b>0,0004</b> |
| Анаэробные системы сбора и хранения                      | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000         | 0,000         | 0,000         |
| Жидкостные системы сбора и хранения                      | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000         | 0,000         | 0,000         |
| Хранение в твердом виде и сухой массе                    | 0,001        | 0,001        | 0,001        | 0,001        | 0,001        | 0,001        | 0,0005        | 0,0004        | 0,0004        |
| Другие системы сбора и хранения                          | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000        | 0,000         | 0,000         | 0,000         |
| <b>Д Сельскохозяйственные почвы</b>                      | <b>1,226</b> | <b>1,194</b> | <b>0,843</b> | <b>0,752</b> | <b>0,435</b> | <b>0,460</b> | <b>0,3640</b> | <b>0,3251</b> | <b>0,1955</b> |
| <b>Е Сжигание сельскохозяйственных остатков на полях</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b>  | <b>0,000</b>  | <b>0,000</b>  |

## 6. ЛЕСА

В настоящее время модуль “Изменения землепользования и лесное хозяйство” *Рабочей книги Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов Межправительственной группы экспертов по изменению климата, МГЭИК (Revised 1996 IPCC Guidelines, 1997)*, далее *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*) перерабатывается. Но инвентаризация эмиссии и стоков парниковых газов на территории Новгородской области будет неполной, если не учитывать эмиссию и сток двуокиси углерода при изменении землепользования и в лесном хозяйстве. Поэтому было принято решение выполнить инвентаризацию региональных эмиссий и стоков с использованием старой методики, приведенной в *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК*. При этом следует отметить, что старая методика лишь частично соответствует действующей в России практике ведения лесного хозяйства и землепользования. Поэтому при расчетах были использованы отдельные формулы и, соответственно, заполнялись не все таблицы отчетности. В частности, эмиссии и сток двуокиси углерода в лесном хозяйстве оценивались только по данным изменений древесной биомассы в связи с лесозаготовкой и ежегодным приростом древесины. Сведения о биомассе и изменении площадей лугов и пастбищ были использованы для оценки эмиссии и стока при изменении землепользования, а данные о региональных поставках известии были использованы для оценки эмиссии CO<sub>2</sub> при известковании почв. Детальное описание проблем, связанных с несоответствием методики расчета и принципов организации и ведения лесного хозяйства и землепользования в Российской Федерации в целом и, в частности, на территории Новгородской области приведено в разделе “Оценка точности расчетов”.

### **Исходные данные для расчетов**

В соответствии с основными положениями *Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК (IPCC Revised Guidelines (1997))*, далее *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*) исходными данными для расчета эмиссии и стока парниковых газов в лесном хозяйстве и при изменении землепользования являются :

- Региональные данные о площадях лесов.
- Сведения о ежегодном приросте в лесах.
- Сведения о видах ухода за лесом и лесопользовании.
- Данные об изменениях площадей лесов и при землепользовании.
- Сведения о запасе биомассы в лесах и луговых сообществах.
- Региональные данные по известкованию почв.

Государственный учет лесного фонда России проводится 1 раз в 5 лет. Поэтому для оценки площадей лесов за период с 1990 по 1998 гг. были использованы данные лесных учетов по состоянию на 1 января 1988, 1993 и 1998 гг. Изменения площадей за межучетный период получали путем интерполяции данных предыдущего и последующего учетов, принимая во внимание перевод земель по Новгородскому управлению лесами. Оценка эмиссии и стока парниковых газов производилась на основе сведений о всех покрытых лесом площадях, находящихся в ведении различных министерств,

ведомств и организаций (ФСЛХ, Минсельхозпрод России и др.). Данные по изменению покрытой лесом площади Новгородской области приведены в таблице 2.6.1, при этом жирным шрифтом выделены данные государственных учетов лесов, проводившихся в течение рассматриваемого периода.

**Таблица 2.6.1.**

**Динамика изменения покрытой лесом площади на территории Новгородской области за период с 1990 по 1998 гг.**

| Год         | Покрытая лесом площадь, тыс. га |
|-------------|---------------------------------|
| 1990        | 3475,2                          |
| 1991        | 3475,1                          |
| 1992        | 3474,6                          |
| <b>1993</b> | <b>3474,4</b>                   |
| 1994        | 3475,7                          |
| 1995        | 3477,0                          |
| 1996        | 3478,3                          |
| 1997        | 3479,6                          |
| <b>1998</b> | <b>3480,9</b>                   |

Как видно из таблицы 2.6.1, за период с 1990 по 1993 гг. отмечалось незначительное снижение площади лесов, по-видимому, вследствие перевода части земель из лесной в нелесную площадь. С 1993 по 1998 гг. происходил рост площадей лесных земель. Несмотря на то, что некоторая часть лесных земель была также переведена в нелесные, за межучетный период их общая площадь увеличилась на 6.5 тыс. га, или в среднем на 1,3 тыс. га в год.

Для оценки поглощения углерода лесами Новгородской области были использованы данные по общему среднему приросту основных лесообразующих хвойных, твердолиственных и мягколиственных пород региона. Как известно, величина общего среднего прироста древостоев соответствует их среднегодовому приросту с учетом продолжительности периода его формирования (Третьяков с соавт., 1952) и, соответственно, является наиболее репрезентативной характеристикой динамики накопления древесной биомассы. В таблице 2.6.2 приведены величины общего среднего прироста основных лесообразующих пород в лесах Новгородской области по данным Государственного учета лесного фонда, выполненного в 1988, 1993, и 1998 гг.

**Таблица 2.6.2.**

**Общий средний прирост по основным лесообразующим породам в лесах Новгородской области (данные Государственного учета лесного фонда).**

| Год  | Значение общего среднего прироста, млн. м <sup>3</sup> |
|------|--|
| 1988 | 5,22   |
| 1993 | 7,64   |
| 1998 | 6,85   |

Как видно из таблицы 2.6.2, до 1993 года в лесах Новгородской области наблюдалось значительное накопление древесины, в то время как после 1993 г. прирост древесной биомассы несколько снизился. Сведения о ежегодном приросте за межучетный период получали путем интерполяции данных государственных учетов, приведенных в таблице 2.6.2. Полученные значения были пересчитаны на 1 га и переведены в тонны сухого вещества на 1 га в год. Для перевода в тонны сухого вещества были использованы коэффициенты



перевода, предложенные Исаевым с соавт. (1993). Их значения приведены в таблице 2.6.3.

**Таблица 2.6.3.**

**Коэффициенты перевода древесины в т сухой массы на 1 м<sup>3</sup> в год  
(по Исаеву с соавт., 1993)**

| Порода | Возрастная группа древостоя |                  |              |                      |
|--------|-----------------------------|------------------|--------------|----------------------|
|        | Молодняки                   | Средневозрастные | Приспевающие | Спелые и перестойные |
| Сосна  | 0,887                       | 0,667            | 0,672        | 0,637                |
| Ель    | 1,190                       | 0,793            | 0,734        | 0,759                |
| Береза | 0,756                       | 0,781            | 0,770        | 0,786                |
| Осина  | 0,767                       | 0,630            | 0,682        | 0,605                |

Поскольку возрастной состав древостоев Новгородской области относительно равномерен (насаждения I—IV классов возраста составляют чуть более 50%, остальная часть - древостои V—VI классов возраста), в качестве переводных коэффициентов были использованы средние для всех возрастных групп значения. Основными лесообразующими породами по области являются:

сосна - 28%  
ель - 19%  
береза - 33%  
осина - 16%  
ольха - 4%

Поэтому расчет средневзвешенного коэффициента перевода в т сухой массы на 1 га производился с учетом вкладов каждой из перечисленных пород. Значение коэффициента составляет 0.76 т/м<sup>3</sup>. Итоговые значения ежегодного прироста за период с 1990 по 1998 гг. в пересчете на т/га приведены в таблице 2.6.4.

**Таблица 2.6.4.**

**Ежегодный прирост лесов на территории Новгородской области  
за период с 1990 по 1998 гг.**

| Год  | Прирост, т./га |
|------|----------------|
| 1990 | 1,35           |
| 1991 | 1,46           |
| 1992 | 1,57           |
| 1993 | 1,67           |
| 1994 | 1,63           |
| 1995 | 1,60           |
| 1996 | 1,56           |
| 1997 | 1,53           |
| 1998 | 1,50           |

За рассматриваемый период на территории Новгородской области применялись следующие основные виды рубок:

- рубки главного пользования;
- рубки ухода;
- рубки реконструкции;
- прочие рубки.

Поскольку точные данные по площадям и объемам заготовок древесины доступны за 1994, 1995, 1996 и 1998 гг., то сведения за другие годы были рассчитаны путем экстраполяции известных объемов заготовок, а также

расчетной лесосеки, установленной для территории области. Данные по заготовке древесины приведены в таблице 5. Следует отметить, что результаты расчетов недостаточно точно отражают реальные объемы заготовки древесины. Поэтому кроме расчетных величин в таблице 5 приведены экспертные оценки объемов заготовленной древесины за период с 1990 по 1993. Однако в последующих вычислениях были использованы данные расчетов.

**Таблица 2.6.5.**  
**Заготовка древесины в Новгородской области за период с 1990 по 1998 гг.**

| Год  | Объем заготовленной древесины по видам рубок, тыс. м <sup>3</sup> |             |                     |              |
|------|---|-------------|---------------------|--------------|
|      | Рубки главного пользования  | Рубки ухода | Рубки реконструкции | Прочие рубки |
| 1990 | 2183,0 (3300)*  | 419,0       | 4,6                 | 118,0        |
| 1991 | 2183,0 (3000)*  | 419,0       | 4,6                 | 118,0        |
| 1992 | 2183,0 (2900)*  | 419,0       | 4,6                 | 118,0        |
| 1993 | 2183,0 (2700)*  | 419,0       | 4,6                 | 118,0        |
| 1994 | 2135,4  | 358,8       | 4,5                 | 132,1        |
| 1995 | 2248,0  | 452,0       | 4,0                 | 115,0        |
| 1996 | 1932,0  | 406,0       | 9,0                 | 109,0        |
| 1997 | 2183,0  | 419,0       | 4,6                 | 118,0        |
| 1998 | 2415,1  | 459,2       | 1,0                 | 115,3        |

\* Экспертная оценка объемов заготовленной древесины приведена в скобках.

В таблице 6 приведены значения суммарных площадей рубок главного пользования, рубок ухода и прочих рубок на территории Новгородской области за период с 1990 по 1993 гг.

**Таблица 2.6.6.**  
**Площади лесозаготовок на территории Новгородской области за период с 1990 по 1998 гг.**

| Год  | Площадь лесозаготовок, тыс. га |
|------|--------------------------------|
| 1990 | 39,914                         |
| 1991 | 39,914                         |
| 1992 | 39,914                         |
| 1993 | 39,914                         |
| 1994 | 41,518                         |
| 1995 | 43,472                         |
| 1996 | 36,294                         |
| 1997 | 39,914                         |
| 1998 | 38,373                         |

На основе данных о заготовке ликвидной древесины на территории Новгородской области, а также сортиментных и товарных таблиц (Третьяков с соавт., 1952; Сортиментные и товарные таблицы, 1978), были рассчитаны общие объемы заготовки древесины, включая порубочные остатки, с 1 га в пересчете на т сухой массы (таблица 7).

**Таблица 2.6.7.****Общие объемы заготовки древесины в Новгородской области.**

| Год  | Изъятие биомассы, т./га |
|------|-------------------------|
| 1990 | 56,7                    |
| 1991 | 56,7                    |
| 1992 | 56,7                    |
| 1993 | 56,7                    |
| 1994 | 52,0                    |
| 1995 | 53,0                    |
| 1996 | 56,2                    |
| 1997 | 56,7                    |
| 1998 | 66,6                    |

При этом доля отходов (порубочных остатков), оставляемых на лесосеках была принята 16% от общего объема срубленной древесины (Третьяков с соавт., 1952; Сортиментные и товарные таблицы, 1978).

Данные о площадях и запасах биомассы пастбищ и сенокосов были получены в Новгородском государственном землеустроительном проектно-изыскательском предприятии Госкомзема России.

За рассматриваемый период известкование почв области осуществлялось только с использованием извести негашеной и известняковой муки, производимых на местном ОАО “Угловский известковый комбинат”. Данные по суммарным поставкам в область известняковой муки и негашеной извести, произведенной на ОАО “Угловский известковый комбинат”, приведены в таблице 8. Было принято, что ежегодные объемы поставок извести и известняковой муки в область соответствуют их ежегодному внесению в почву, причем при выполнении расчетов обе категории продукции были объединены и рассматривались как известняк ( $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ ).

**Таблица 2.6.8.****Поставка в сумме известняковой муки и негашеной извести в Новгородскую область.**

| Год  | Поставка, т |
|------|-------------|
| 1990 | 332268      |
| 1991 | 225244      |
| 1992 | 178220      |
| 1993 | 101196      |
| 1994 | 24173       |
| 1995 | 18047       |
| 1996 | 11921       |
| 1997 | 11455       |
| 1998 | 11393       |

Поставка известняка за 1991—1993 и 1995 гг. рассчитывалась путем экстраполяции данных поставок за 1990, 1994, 1996—1998 гг.

## **Выполнение расчетов и заполнение рабочих листов**

Несмотря на то, что Глава “Изменение землепользования и лесное хозяйство” *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК* в настоящее время пересматривается, эмиссия и сток парниковых газов в лесном хозяйстве и при изменении землепользования на территории Новгородской области рассчитывались в соответствии с методикой *Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК*. Результаты расчетов вносились в соответствующие отчетные таблицы.

Учитывая географическое положение Новгородской области, ее леса рассматривались как “смешанные лиственный-хвойные леса бореальных широт”. При расчете эмиссии CO<sub>2</sub> вследствие изменений в лесах и других резервуарах древесной биомассы (лист 2 из 3, Рабочего листа 5-1), общее количество традиционно использованных дров и древесины, использованной в других целях были приняты за 0, поскольку все виды пользования лесом на территории области осуществляются централизованно и учтены.

Данные ежегодной конверсии лесных и луговых сообществ были взяты из сведений о переводе земель по Новгородскому управлению лесами, данных Государственного учета лесного фонда, а также материалов Новгородского государственного землеустроительного проектно-изыскательского предприятия Госкомзема России о площадях пастбищ и сенокосов на территории области. При уменьшении площадей угодий (при переводе в другие виды землепользования) биомасса после конверсии земель принималась равной нулю. В случае обратного процесса биомасса до конверсии земель принималась за 0. Значение биомассы для смешанных бореальных лесов было взято как средняя величина из соответствующей таблицы типичных значений, приведенных в *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК*.

Оценка потерь углерода при сжигании древесины на месте заготовок или же вне его (листы 2 и 3 из 5 Рабочего листа 5-2) не производилась, так как на территории Новгородской области порубочные остатки не сжигаются, а оставляются на лесосеках. Доля порубочных остатков, оставленных на лесосеках была принята 16% от общего объема заготовленной древесины (лист 4-5 Рабочего листа 5-2). Период полного разложения порубочных остатков был принят за 1 год. Эмиссия других парниковых газов кроме CO<sub>2</sub> (лист 1 из 1 Рабочего листа 5-3) не рассчитывалась, поскольку порубочные остатки в лесах не сжигаются.

При заполнении листа 1 из 3 Рабочего листа 5-4 были использованы данные по переводу нелесной в лесную площадь за последние 20 лет. При этом было принято, что на переведенной территории были высажены культуры ели. Заполнение листа 2 из 3 Рабочего листа 5-4 не представляется возможным, так как переведенные в лесную площадь земли в дальнейшем (после 20 лет) рассматриваются и учитываются как лесной фонд.

Изменение содержания углерода в почвах области происходит в основном за счет эрозии и вымывания гумуса. Таким образом, нетто изменения запасов углерода равны нулю (лист 1 из 4 Рабочего листа 5-5). Применяемые на территории области агротехнические мероприятия достаточно совершенны и не приводят к эмиссии CO<sub>2</sub> из обрабатываемых почв. Кроме того, на территории региона за последние 20 лет не производилось освоение целинных и залежных земель. Поэтому листы 1 из 1 Рабочего листа 5-5А (дополнительного) и 2 из 4 Рабочего листа 5-5 не применимы для рассматриваемого региона. Результаты

расчетов эмиссии и стока двуокси углерода по категориям источников при изменении землепользования и в лесах Новгородской области приведены в Таблице 2.6.9. На рис. 2.6.1 показана временная динамика стока CO<sub>2</sub> при изменении запасов древесной биомассы и в целом при изменении землепользования и в лесном хозяйстве области.

### **Оценка точности расчетов**

Точность выполненных расчетов определяется точностью исходных данных и поправочных коэффициентов. При государственном учете лесного фонда ошибка определения параметров не превышает 20%. Расчетная лесосека и объемы лесозаготовок рассчитываются с такой же точностью. Учет перевода земель в лесном хозяйстве и при изменении землепользования производится с такой же погрешностью, а данные о поставке известняка в область имеют значительно более высокую точность. Переводные коэффициенты, использованные в расчетах, были взяты из *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК*, а также на основе данных литературы. Их точность также близка к 20%.

Однако принятая структура отчетных таблиц не дает объективного представления изменений, происходящих в лесном секторе и при землепользовании. В частности, Рабочие листы 5-2 и 5-3 ориентированы на подсечную систему земледелия, при которой сведение лесов обусловлено необходимостью расширения пахотных площадей. Эта система не применяется в России. На территории Новгородской области порубочные остатки не сжигаются ни в местах лесозаготовок, ни вне их. Все виды пользования лесом, сопровождающиеся изъятием древесины, централизованно учитываются и документируются. В то же время эмиссия парниковых газов при лесных пожарах учитывается не на основе их площадей и объемов сгоревшей биомассы, а через потерю прироста. Данный метод учета имеет достаточно высокую неопределенность и низкую точность. Кроме того, невозможно проследить изменения в землепользовании за более чем 20-летний период (Рабочий лист 5-4), поскольку эти площади включаются в состав определенных категорий землепользования и дальнейший учет производится уже по обобщенным категориям.

Выполненные в рамках Country Study исследования показывают, что нетто-изменения плодородия почв России равны нулю, то есть применяемые методы обработки почв не приводят к эмиссии парниковых газов. Потеря гумуса верхнего слоя почв связана с его механическим переносом (смыв и эрозия почв), а не химической трансформацией. Поэтому Листы 1 и 2 из 4 Рабочего листа 5-5 и Рабочий лист 5-5А дополнительный не применимы к России.

Таблица 2.6.9.

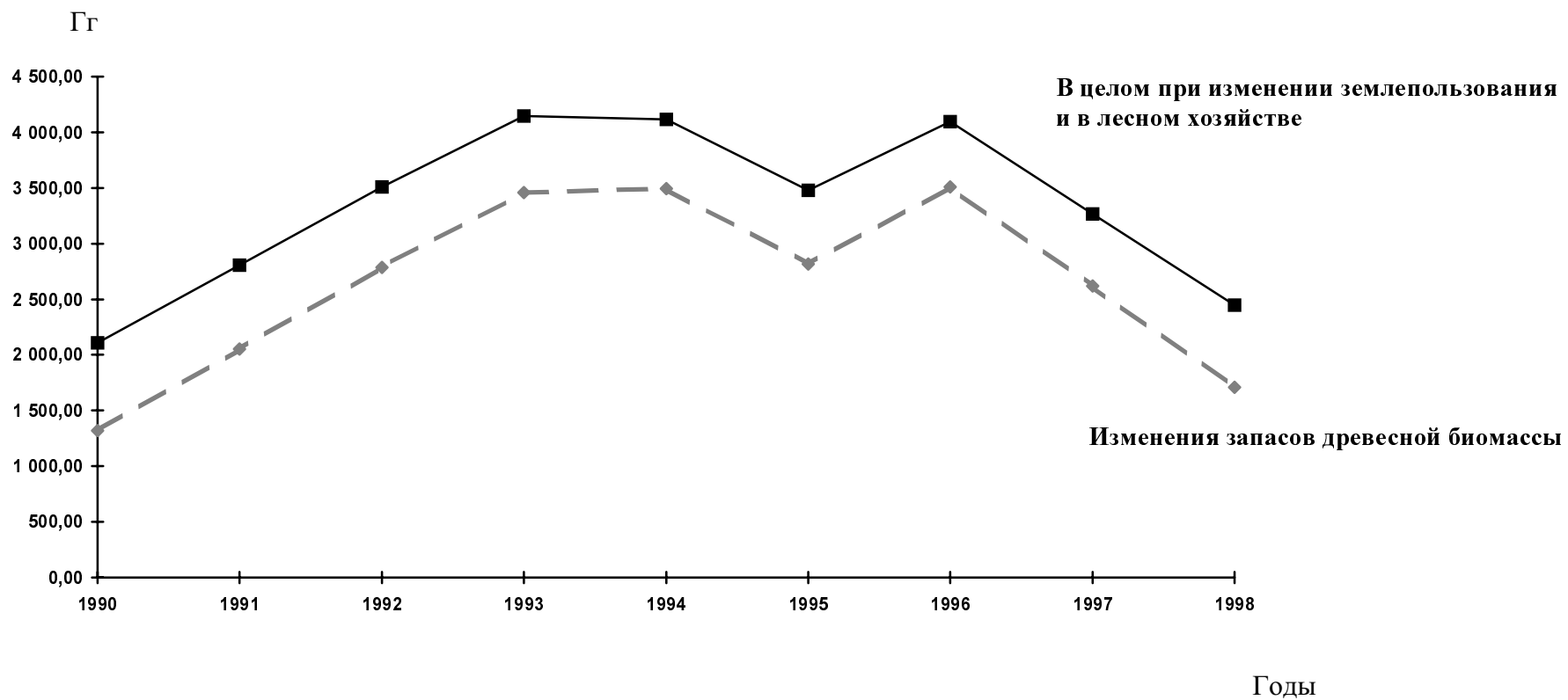
Эмиссия и сток двуокиси углерода при изменении землепользования и в лесном хозяйстве Новгородской области (Гг)

| КАТЕГОРИИ ИСТОЧНИКОВ И<br>СТОКОВ                                   | 1990                    |                      | 1991                    |                      | 1992                    |                      | 1993                    |                      | 1994                    |                      |
|--|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
|  | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> |
| <b>В целом при изменении землепользования и в лесном хозяйстве</b> | <b>0,000</b>            | <b>-1 317,907</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-2 052,362</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-2 785,625</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-3 455,913</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-3 493,017</b>    |
| <b>А. Изменения запасов древесной биомассы</b>                     | <b>0,000</b>            | <b>-2 107,490</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-2 808,054</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-3 507,427</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-4 143,825</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-4 116,477</b>    |
| <b>В. Изменение площадей лесов и степей</b>                        | <b>663,850</b>          |                      | <b>663,850</b>          |                      | <b>663,850</b>          |                      | <b>663,850</b>          |                      | <b>633,288</b>          |                      |
| 1. Бореальные леса   | 663,850                 |                      | 663,850                 |                      | 663,850                 |                      | 663,850                 |                      | 633,288                 |                      |
| 2. Степи и тундра  | 0,000                   |                      | 0,000                   |                      | 0,000                   |                      | 0,000                   |                      | 0,000                   |                      |
| <b>С. Отчуждение земель и изменения землепользования</b>           |                         | <b>-20,464</b>       |                         | <b>-20,464</b>       |                         | <b>-20,464</b>       |                         | <b>-20,464</b>       |                         | <b>-20,464</b>       |
| 1. Бореальные леса   |                         | -20,464              |                         | -20,464              |                         | -20,464              |                         | -20,464              |                         | -20,464              |
| 2. Степи и тундра  |                         | <b>0,000</b>         |                         | 0,000                |                         | 0,000                |                         | 0,000                |                         | 0,000                |
| <b>D Эмиссия и сток CO<sub>2</sub> из почвы</b>                    | <b>146,198</b>          | <b>0,000</b>         | <b>112,307</b>          | <b>0,000</b>         | <b>78,417</b>           | <b>0,000</b>         | <b>44,527</b>           | <b>0,000</b>         | <b>10,636</b>           | <b>0,000</b>         |

Таблица 2.6.9 (продолжение).

## Эмиссия и сток двуокиси углерода при изменении землепользования и в лесном хозяйстве Новгородской области (Гг)

| КАТЕГОРИИ ИСТОЧНИКОВ И<br>СТОКОВ                                   | 1995                    |                      | 1996                    |                      | 1997                    |                      | 1998                    |                      |
|--|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
|  | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> | Эмиссия CO <sub>2</sub> | Сток CO <sub>2</sub> |
| <b>В целом при изменении землепользования и в лесном хозяйстве</b> | <b>0,000</b>            | <b>-2 817,262</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-3 511,372</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-2 618,223</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-1 710,675</b>    |
| <b>А. Изменения запасов древесной биомассы</b>                     | <b>0,000</b>            | <b>-3 480,583</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-4 094,471</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-3 266,648</b>    | <b>0,000</b>            | <b>-2 444,878</b>    |
| <b>В. Изменение площадей лесов и степей</b>                        | <b>675,845</b>          |                      | <b>598,319</b>          |                      | <b>663,850</b>          |                      | <b>749,655</b>          |                      |
| 1. Бореальные леса   | 675,845                 |                      | 598,319                 |                      | 663,850                 |                      | 749,655                 |                      |
| 2. Степи и тундра  | 0,000                   |                      | 0,000                   |                      | 0,000                   |                      | 0,000                   |                      |
| <b>С. Отчуждение земель и изменения землепользования</b>           |                         | <b>-20,464</b>       |                         | <b>-20,464</b>       |                         | <b>-20,464</b>       |                         | <b>-20,464</b>       |
| 1. Бореальные леса   |                         | -20,464              |                         | -20,464              |                         | -20,464              |                         | -20,464              |
| 2. Степи и тундра  |                         | 0,000                |                         | 0,000                |                         | 0,000                |                         | 0,000                |
| <b>Д Эмиссия и сток CO<sub>2</sub> из почвы</b>                    | <b>7,941</b>            | <b>0,000</b>         | <b>5,245</b>            | <b>0,000</b>         | <b>5,040</b>            | <b>0,000</b>         | <b>5,013</b>            | <b>0,000</b>         |



**Рис. 2.6.1. Временная динамика стока двуокиси углерода в лесном хозяйстве и при изменении землепользования на территории Новгородской области.**



Таким образом, структура отчетных таблиц *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК* ориентирована на экстенсивную систему ведения хозяйства, в процессе которой предполагается регулярное уменьшение площадей лесов и увеличение площадей обрабатываемых земель, которые, в свою очередь, возделываются с применением такой агротехники, которая истощает плодородие почв. На территории Российской Федерации данная система ведения хозяйства не применяется. Поэтому предлагаемый в *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК* метод расчета эмиссии и стока парниковых газов может быть лишь частично адаптирован к условиям Российской Федерации, что приводит к неполному заполнению рабочих листов, а также значительно снижает точность приводимых оценок.

Требуются специальные исследования, которые позволят достичь более полного учета всех источников эмиссии и стоков парниковых газов в лесном секторе и при изменении землепользования. Целесообразно проведение работ по детализации запасов древесной и недревесной биомассы в зависимости от породного состава, условий местопроизрастания и других факторов, определяющих структурно-функциональные особенности лесов. Необходимы отдельные исследования по оценке запасов подземной биомассы лесов, пастбищ и сенокосов, а также потерь биомассы при разных типах пожаров. Выполнение этих работ не входило в задачи данного проекта. Однако без них представленные оценки эмиссии и стоков парниковых газов в лесном хозяйстве и при изменении землепользования на территории Новгородской области следует считать очень приблизительными.

## 7. ОТХОДЫ

В соответствии с принципиальным методическим подходом МГЭИК, примененным в Руководстве по инвентаризации эмиссий, в данный раздел вошли:

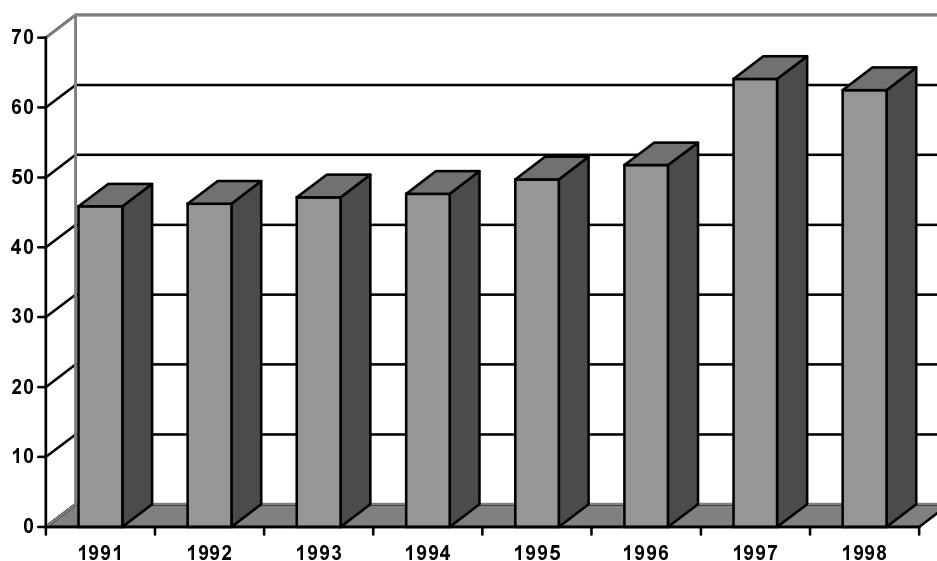
- оценки эмиссий  $\text{CH}_4$  от захоронения твердых отходов на свалках;
- оценки эмиссии  $\text{CH}_4$  от очистки коммунально-бытовых сточных вод и обработки образующегося при этом осадка;
- оценки эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$ , связанные с отходами жизнедеятельности человека.

Расчет эмиссии  $\text{CH}_4$  от твердых отходов производился на основе данных о количестве захораниваемых отходов, предоставленных государственным областным предприятием "Новжилкоммунсервис". Плотность отходов принималась равной  $0,21 \text{ т/м}^3$ . Для доли разлагаемого органического углерода в отходах принято типовое значение из Руководства - 17%. "Управляемыми" (в терминах Руководства) считали свалки в гг. Новгород, Боровичи и Старая Русса. На этих свалках захоранивалось от 70% (в 1998 г.) до 80% (в 1990 г.) всех отходов. Остальные свалки отнесены к категории неуправляемых.

В соответствии с методологией, описанной в Руководстве, эмиссии  $\text{CH}_4$  для каждого года рассчитывались, исходя из количества отходов, захороненных в данном году. Таким образом, не учитывалось ни выделение метана отходами, захороненными в предшествующие годы, ни запаздывание образования метана из отходов текущего года. Внедрение методологии, учитывающей эти процессы, следует считать резервом повышения точности (снижения неопределенности) расчета эмиссии от твердых отходов.

Рисунок 2.7.1

Эмиссия  $\text{CH}_4$  от захоронения твердых отходов на свалках Новгородской области, Гг



Величина эмиссии  $\text{CH}_4$  от захоронения твердых отходов в Новгородской области в период 1990 - 1998 гг. возросла с 45 до 64 Гг  $\text{CH}_4$ /год. Динамика изменения эмиссии показана на рис. 2.7.1.

Эмиссия  $\text{CH}_4$  от систем очистки жидких коммунально-бытовых стоков и обработки

осадков представлена в табл. 2.7.1. По величине данная эмиссия на два порядка меньше эмиссии от твердых отходов. При расчете использованы типовые расчетные коэффициенты и экспертные оценки. По нашему мнению, дальнейшее уточнение расчетных коэффициентов может привести к значительному снижению неопределенности оценки эмиссии от этого источника (в частности, это касается оценки эмиссии, связанной с аэробными системами очистки стоков, более корректного учета использования метантенков для сбраживания осадка и разработки способов учета полноты очистки стоков).

**Таблица 2.7.1**

**Эмиссия  $\text{CH}_4$  от систем очистки коммунально-бытовых стоков, Гг**

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Год     | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
| Эмиссия | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,54 | 0,54 |

Эмиссия  $\text{N}_2\text{O}$ , связанная с отходами жизнедеятельности человека (выделение из фекалий), определялась с использованием данных о численности населения области и типового коэффициента потребления белка, равного 30 кг/(чел.год). Ее величина не изменялась, в пределах точности расчета, на всем протяжении рассматриваемого периода (табл. 2.7.2).

**Таблица 2.7.2**

**Эмиссия  $\text{N}_2\text{O}$ , связанная с отходами жизнедеятельности человека, Гг**

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Год     | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
| Эмиссия | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |

Распределение по источникам выраженной в  $\text{CO}_2$ -эквиваленте эмиссии парниковых газов приведено в табл. 2.7.3. Для пересчета эмиссий в  $\text{CO}_2$ -эквивалент использованы значения потенциалов глобального потепления МГЭИК (для 100-летнего горизонта интегрирования), равные 21 для  $\text{CH}_4$  и 310 для  $\text{N}_2\text{O}$ .

**Таблица 2.7.3**

**Вклад источников в эквивалентную эмиссию (на 1998 г.)**

|                    |                |               |                          |
|--------------------|----------------|---------------|--------------------------|
| Источник           | Твердые отходы | Жидкие отходы | Отходы жизнедеятельности |
| Вклад в эмиссию, % | 97,8           | 0,8           | 1,4                      |

Вклад  $\text{CH}_4$  в эквивалентную эмиссию в 1998 г. составлял 98,6 %, вклад  $\text{N}_2\text{O}$  - 1,4 %.