

### III. ОТЧЕТЫ ОТДЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 1. SF<sub>6</sub> В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Гексафторид серы (SF<sub>6</sub>) или, как его обычно называют в электротехнике, элегаз - это тяжелый, инертный, нетоксичный и негорючий газ. Его молекулярный вес - 146. Основные его применения в мире - газовая изоляция в системах электропередач и электрических распределительных устройствах и создание инертной среды или вытеснение газовых примесей при выплавке металлов.

Производство SF<sub>6</sub> в промышленных масштабах было начато в 1953 г. в США в связи с выходом на рынок электрической коммутационной аппаратуры с элегазовой изоляцией. Примерно к этому же времени относится начало исследований по применению элегаза в СССР. С этого периода и до настоящего времени производство SF<sub>6</sub> в мире постоянно возрастало, причем темп этого роста увеличился в начале 70-х гг., когда началось широкое внедрение в практику электрических устройств с элегазовой изоляцией. Соответствующими темпами возрастала и эмиссия элегаза, в результате чего к 1995 г. в атмосферу поступило около 85 700 т. антропогенного SF<sub>6</sub>.

Данные мониторинга содержания SF<sub>6</sub> в атмосфере ясно и недвусмысленно указывает на рост его относительной объемной концентрации в приземном слое с 0,6 ppt\* в 1978 г. (начало мониторинга) до 4 ppt в 1997 г. Таким образом, скорость роста содержания SF<sub>6</sub> в атмосфере составляет около 7% в год. Исследования вертикальных и горизонтальных градиентов атмосферной концентрации подтверждает и без того достаточно очевидный вывод о том, что основные источники эмиссии элегаза находятся в средних широтах северного полушария Земли, т.е. сосредоточены в промышленно развитых странах.

Интерес к климатическому воздействию SF<sub>6</sub> и последующее его включение в перечень газов, контролируемых рамочной Конвенцией ООН по предотвращению изменения климата, обусловлен в первую очередь тем, что он является достаточно сильным поглотителем излучения в тех "окнах" инфракрасного диапазона, где имеется сильный поток естественного теплового излучения Земли, направленный через атмосферу в космос. Кроме того, время пребывания SF<sub>6</sub> в атмосфере очень велико (оценивается величиной около 3200 лет.) Единственный механизм его выведения из атмосферы - распад в верхних слоях, на высоте более 60 км. Таким образом, SF<sub>6</sub> является очень эффективным парниковым газом и источники поступления его в атмосферу значительно (на порядки величины) преобладают над стоками. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) оценивает потенциал глобального потепления SF<sub>6</sub> для столетнего горизонта интегрирования\*\* величиной 23900. Это наибольший из потенциалов глобального потепления, определенных МГЭИК, и он значительно превосходит ППП<sub>100</sub> других парниковых газов.

---

\* 1 ppt - соответствует содержанию вещества 10<sup>-12</sup> моль/моль в сухом атмосферном воздухе.

\*\* ППП<sub>100</sub> - стандартизированный показатель для оценки относительной эффективности парникового воздействия различных веществ в атмосфере. За единицу ППП<sub>100</sub> принято парниковое воздействие 1 кг CO<sub>2</sub>.

Величина парникового эффекта, создаваемого накопленным в атмосфере SF<sub>6</sub>, составляет 0,1% величины парникового эффекта антропогенного CO<sub>2</sub>. В то же время, CO<sub>2</sub>-эквивалент современной годовой эмиссии SF<sub>6</sub> (оцениваемой величиной 5 900 - 6 500 т/год) составляет около 0,7% годовой эмиссии CO<sub>2</sub> (*Geller et al., 1997; Maiss and Brenninkmeijer, 1998; Olivier and Bakker, 1999*).

Обсуждавшиеся выше свойства SF<sub>6</sub> обусловили его включение в список газов, подлежащих инвентаризации и регулированию эмиссий. В России до настоящего времени инвентаризация эмиссии элегаза в атмосферу не проводилась. Настоящая работа, являющаяся развитием выполненной нами в 1999 г. предварительной оценки (*Kokorin et al., 2000*), представляет собой, по-видимому, первую попытку исследования эмиссии этого газа в электроэнергетическом секторе российской экономики и должна рассматриваться как первый шаг в процессе инвентаризации эмиссии SF<sub>6</sub> для России в целом.

Конечное потребление SF<sub>6</sub> происходит в следующих секторах (*Olivier and Bakker, 1999*):

- производство электротехнического и электрофизического (ускорители) оборудования;
- эксплуатация электрических и электрофизических устройств (перезаполнение находящегося в эксплуатации оборудования и компенсация утечек);
- производство магния (создание инертной среды в процессе выплавки первичного магния и при жидкой штамповке);
- заполнение автомобильных шин, теннисных мячей и капсул в подошвах спортивной обуви;
- электронная промышленность - производство полупроводников (плазменная обработка и травление поверхностей);
- прочее: заполнение шумоизолирующих окон, дегазация алюминия при плавке, течейскатели, применение в медицине.

Отмечается, что шумоизолирующие окна и автомобильные шины, заполненные SF<sub>6</sub>, используются, в основном, в Германии и, отчасти, в некоторых окружающих странах, а использование его при выплавке алюминия не получило широкого распространения и происходило лишь в течении нескольких лет в 90-х гг. (*Maiss and Brenninkmeijer, 1998*).

Распределение произведенного в мире SF<sub>6</sub> по его конечному потреблению, в среднем за 1992 - 1996 гг. (без учета SF<sub>6</sub>, произведенного в России и Китае) показано на рис. 3.1.1. Суммарное производство в этих двух странах оценивается в 400 т. в 1992 г. и 880 т. в 1996 г. (*Maiss and Brenninkmeijer, 1998*; со ссылкой на информацию "Solvay Fluor und Derivate GmbH") составляя в 1995 г. около 12% мирового выпуска SF<sub>6</sub>.

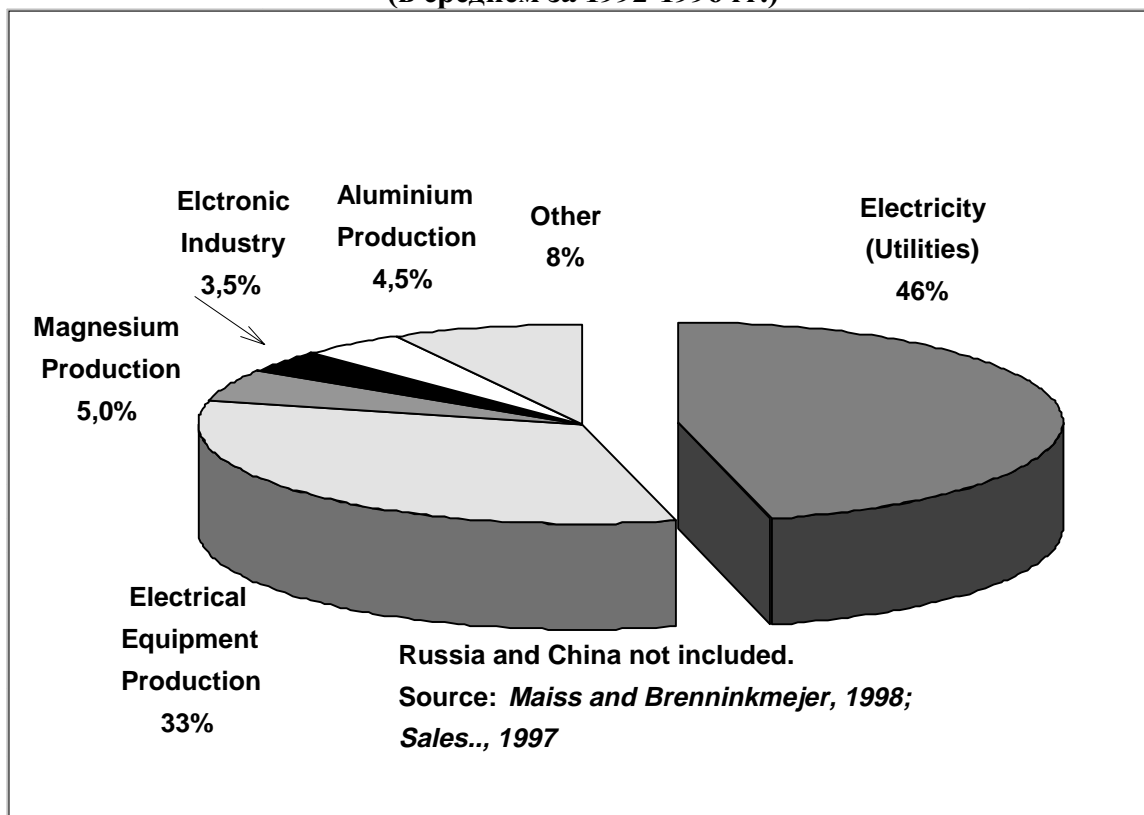
Начало практического внедрения элегазовых электротехнических устройств в России относится к концу 80-х гг. По данным, имеющимся в распоряжении РАО ЕЭС России, к началу 90-х гг. эксплуатировалось лишь порядка десяти единиц такого оборудования. В течении текущего десятилетия элегазовое оборудование довольно интенсивно внедрялось в практику и в настоящее время его доля в общем количестве

соответствующих электротехнических устройств в “большой” электроэнергетике (РАО ЕЭС России) составляет порядка 10%.

В электрических сетях России эксплуатируются элегазовые выключатели 13 типов на напряжения 35, 110, 220, 330 и 500 кВ (в том числе 9 типов выключателей отечественного производства), элегазовые трансформаторы и комплектные элегазовые распределительные устройства (КРУЭ) на 110 и 220 кВ. Элегазовые электрические устройства выпускаются 4 российскими предприятиями. Выключатели и трансформаторы устанавливаются в электросетях различных регионов страны, в то время, как КРУЭ используются, в основном, в Московском регионе, на Урале и в Восточной Сибири. В электросетях Новгородской области элегазовые устройства не используются.

**Рисунок 3.1.1**

**Распределение мирового производства SF<sub>6</sub> по конечным потребителям  
(в среднем за 1992-1996 гг.)**



Обобщенные данные о количестве элегазовых устройств, содержании элегаза и эмиссиях в атмосферу в результате утечек на 1999 г. приведены в табл. 1. Необходимо отметить, что все оборудование, установленное в сетях напряжением 110 кВ и выше относится к РАО ЕЭС России, в то время, как значительная часть выключателей на напряжение 35 кВ установлена в местных электрических сетях.

Эмиссии, приведенные в табл. 3.1.1, рассчитаны на основе нормативов утечек, указанных в ТУ на аппаратуру. Для устройств выпуска 80-х гг. нормативные утечки составляли 2-3% в год, к середине 90-х гг. они уменьшились до 1% в год. Данные о фактических утечках в настоящее время отсутствуют. Средневзвешенные значения

коэффициентов эмиссии по массиву КРУЭ, находящихся в эксплуатации на 1999 г. составляют 1,13% в год, по массиву выключателей - 2,83% в год. Для расчетов эмиссий от трансформаторов было принято среднее значение утечки 1,5% в год.

Таким образом, обобщенный коэффициент эмиссии SF<sub>6</sub> составляет 1,16 кг на единицу оборудования в год. В будущем он, по-видимому, будет снижаться по мере вывода из эксплуатации или модернизации элегазового оборудования первых поколений и внедрения более совершенных устройств с меньшими утечками. Поскольку в настоящее время подавляющая часть оборудования еще не исчерпала свой ресурс, то эмиссии, связанные с ее выводом из эксплуатации и утилизацией в настоящей работе не рассматриваются. Значительно больший смысл имеет рассмотрение эмиссий SF<sub>6</sub>, связанных с производством элегазовых устройств. Информация о величине таких эмиссий в России отсутствует, анализ данных из различных источников (*NEMA, 1997; 1998; SF6-switchgear., 1998 и др.*) проведенный в работе (*Maiss and Brenninkmeijer, 1998*) показывает, что для США, Европейского региона в целом и Японии (причем для Японии в эту оценку включаются и эмиссии в процессе разработки и испытания аппаратуры) они составляют 40-42% содержащегося в аппаратуре SF<sub>6</sub>, а для Китая - около 100%. *Olivier and Bakker (1999)* предлагают несколько более низкие оценки эмиссии: для европейских производителей 30% в период до 1990 г. и 12% после 1995 г., для японских 35%, для американских (производство выключателей) 55% в период до 1970 г. и 29% на 1975 г., и для прочих производителей - 50%.

**Табл. 3.1.1**

**Количество установленного элегазового оборудования и эмиссия SF<sub>6</sub> в результате утечек в России**

Тип оборудования	Количество (шт)	Общее Содержание элегаза (т)	Эмиссия (кг)
КРУЭ	39	44,5	504
Трансформаторы	168	0,76	11,3
Выключатели:			
РАО ЕЭС России	502	4,88	138
Местные сети	ок. 70	ок. 0,28	≈4,2
<b>Всего</b>	<b>≈570</b>	<b>≈50</b>	<b>≈660</b>

Используя данные табл. 3.1.1 и полагая коэффициент эмиссии SF<sub>6</sub> при производстве оборудования равным 40%, приходим к оценке суммарного поступления элегаза в атмосферу от этого источника - приблизительно 20 000 кг за период 1985 - 1999 гг.

Остальные источники эмиссии SF<sub>6</sub> в России, по-видимому, играют существенно меньшую роль. В качестве инертной газовой среды при производстве магния используется, в основном, SO<sub>2</sub>, сведения об использовании SF<sub>6</sub> в электронной промышленности отсутствуют, однако известно, что спад производства в этой отрасли в 90-е годы был одним из самых больших в России и, следовательно, эмиссии в

настоящее время не могут составлять значительную величину. Производства заполненных SF<sub>6</sub> шин и спортивной обуви, а также шумопоглощающих окон в стране не имеется, хотя последние, вероятно, могут в небольших количествах ввозиться из-за рубежа в готовом к установке виде. Для получения количественной информации по этим секторам необходимо проведение дополнительных исследований.

Для оценки вклада SF<sub>6</sub> в суммарную эмиссию парниковых газов в России воспользуемся результатами инвентаризации эмиссий CO<sub>2</sub> на 1996 год. Сумма национальных эмиссий CO<sub>2</sub> в этом году составляла 1496 Мт. Эмиссия элегаза в результате утечек из оборудования, согласно данным, приведенным в табл. 1, составляет 0,66 т. (разницей между величиной утечек в 1999 г., приведенной в таблице и утечками 1996 г. можно в первом приближении пренебречь). Далее, в качестве верхней оценки, предположим, что в 1996 г. было выброшено в атмосферу 15% всего элегаза, потерянного в процессе производства аппаратуры, т.е. 3 тонны SF<sub>6</sub>. Просуммировав эти эмиссии и пересчитав их, путем умножения на ППП100 (равный для SF<sub>6</sub>, как указывалось выше, 23 900) в эквивалентную эмиссию CO<sub>2</sub>, получаем величину 87 500 т. (округленно), что соответствует 0,006% суммарной эмиссии CO<sub>2</sub> в стране. Вклад SF<sub>6</sub> в суммарную эмиссию всех парниковых газов будет еще меньше, поскольку эмиссия CO<sub>2</sub> составляет чуть больше 70% общей эквивалентной эмиссии парниковых газов в России.

Что касается электроэнергетической отрасли, т.е. крупных тепловых и электрических станций, то для них эмиссия CO<sub>2</sub> составляла в 1996 г. 517 Мт. Эквивалентная эмиссия SF<sub>6</sub>, рассчитанная без учета эмиссии от производства аппаратуры (данная эмиссия по классификации МГЭИК/РКИК относится к промышленному а не энергетическому сектору), равняется 0,016 Мт CO<sub>2</sub>, или 0,003% эмиссии CO<sub>2</sub> в электроэнергетике.

Можно также отметить, что общее увеличение годовой эквивалентной эмиссии SF<sub>6</sub> от утечек из аппаратуры за период 1990 - 1996 г., которое, во всяком случае, не превышает полученную выше величину 0,016 Мт CO<sub>2</sub> на 4 порядка меньше, чем происшедшее в этот период уменьшение эмиссии CO<sub>2</sub> в электроэнергетике, составившее, по данным РАО ЕЭС России, около 200 Мт

## Литература

- Geller, L.S., Elkins, J.W., Lobert, J.W. et al. (1997) *Geophys. Res. Lett.*, **24**, 675-678.
- Kokorin, A.O., Nakhutin, A.I. and Irving W.N. (2000) Proc.of 2-nd Symposium on Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases (*In print*).
- Maiss, M., and C.A.M. Brenninkmeijer (1998) *Environm. Sci. Techn.* **32**, 3077-3086.
- NEMA, U.S. National Electrical Manufacturer Association, Rosslyn, VA (1977) Information
- Olivier, J.G.J. and J.Bakker, (1999) Supporting Information Paper for the IPCC Workshop on Good Practice in Inventory Preparation: Industrial Processes and the New Gases. Washington DC, 26-28 January 1999.
- Sales of Sulfure Hexafluoride (SF<sub>6</sub>) by End-Use Applications*; Science and Policy Services Inc.: Washington, DC, 1997.
- SF<sub>6</sub>-switchgear and the greenhouse effect-the situation in the european Union*; Joint Statement of the Coordinating Committee for European Market Associations of Industrial Electrical Switchgear and Controlgear (CAPIEL) and the International Union of Producers and Distributers of Electrical Energy (UNIPEDA): Paris, 1998.

## 2. УГОЛЬНЫЙ МЕТАН

Подземная добыча угля сопровождается выделением метана из угленосных свит, представляющим технологическую опасность. Для обеспечения безопасности на угольных шахтах применяют проветривание горных выработок с выводом разбавленного воздухом метана на поверхность, а также дегазацию угольных пластов и выработанных пространств. При добыче угля открытым способом метан выделяется в атмосферу из угольных пластов естественным образом.

Около 55 % от объема подземной добычи угля в России приходится на Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс), большая часть которого расположена в Кемеровской области. При этом в регионе добывается почти 70 % всех коксующихся углей. Площадь Кузнецкого угольного бассейна - 26,7 тыс. км<sup>2</sup>, наибольшие длина - 335 км, ширина - 110 км. Общие геологические запасы угля в бассейне до глубины 1800 м оцениваются в 637 млрд. т. По некоторым оценкам ресурсы метана угольных пластов в Кузбассе составляют 13,1 трлн. м<sup>3</sup> [1-4].

Рассмотрим применение методики МГЭИК для оценки эмиссии метана из угольных пластов в Кузбассе. В соответствии с методикой для определения общей эмиссии метана учитываются его выбросы при:

- добыче угля подземным способом;
- добыче угля открытым способом;
- последующей деятельности.

Из суммарной эмиссии метана вычитается объем метана извлеченного и использованного метана.

Оценка эмиссии метана при подземной добыче угля представляется наиболее важной, т.к. добыча угля этим способом ведется на больших глубинах из угольных пластов, обладающих высокой газоносностью. Инженерные службы шахт постоянно контролируют метанообильность для предотвращения загазований горных выработок и обеспечения безопасной работы. Как правило, эти данные доступны в региональных службах Госгортехнадзора. Поэтому оценка эмиссии шахтного метана может быть получена с высокой точностью, соответствующей Ряду 3 методики МГЭИК.

В табл. 3.2.1 представлен фрагмент данных, использовавшихся для оценки эмиссии метана при добыче угля подземным способом в Кузбассе в 1998 г.

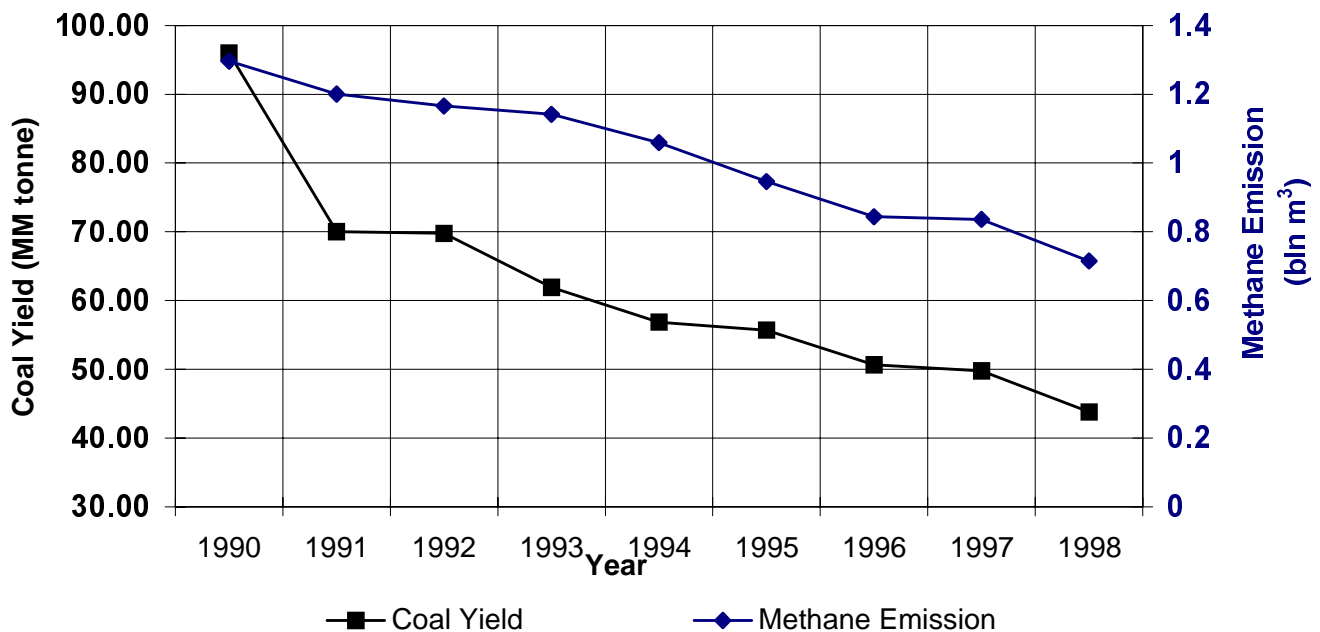
Изменение добычи угля подземным способом и снижение эмиссии метана, в 1990 – 1998 гг. приведено на рис. 3.2.1.

Таблица 3.2.1

Данные, использованные для оценки эмиссии метана из угольных шахт Кузбасса в 1998 г.

Шахта	Добыча угля, тыс. тонн	Абсолютная метанообильность, м <sup>3</sup> /мин.	Общая эмиссия метана, м <sup>3</sup>	Общая эмиссия метана, тыс. тонн
Физкультурник	380	0,86	452016	0,30
Сибирское	550	1,94	1019664	0,68
Первомайская	750	15,85	8330760	5,58
Берозовская	495	18,41	9676296	6,48
Волкова	270	7,03	3694968	2,48
Кирова	2119	60,4	31746240	21,27
Кольчугинское	815	6,5	3416400	2,29
им. 7 Ноября	1048	32,6	17134560	11,48
Ярославского	480	17,1	8987760	6,02
Комсомолец	830	85,8	45096480	30,21

Рис. 3.2.1. Эмиссия метана и добыча угля подземным способом в Кузбассе в 1990-1998 гг.



Эмиссия метана при добыче угля открытым способом оценивалась по формуле:

$$\text{Эмиссия (Гг } \text{CH}_4) = [\text{Метаноносность (м}^3 \text{CH}_4/\text{т)} + \text{Предполагаемый коэффициент эмиссии для вмещающих пород (м}^3 \text{CH}_4/\text{т)}]$$

$$\times \text{Объем добытого угля открытым способом (т)} \times \text{Переводной коэффициент (0,67 Гг/10}^6 \text{ м}^3 \text{)].}$$

Таблица 3.2.2

## Оценка эмиссии метана при добыче угля открытым способом

Угольный разрез	Добыча угля, тыс. тонн	Марка угля	Газоносность, м <sup>3</sup> /тонн	Эмиссия метана, тыс. тонн
Кедровский	5501,7	С	8,50	31,33
Моховский	1538,5	Д	6,00	6,18
Сартаки	1579,1	Д	6,00	6,35
Караканский	1775,0	Д	6,00	7,14
Бачатский	6503,9	С	8,50	37,04
Красный Брод	3235,0	Т	9,50	20,59
Киселевский	1071,2	С	8,50	6,10
Вахрушевразрезуголь	1612,5	Ж, Д	8,50	9,18
Талдинский	2943,2	Ж, Д	8,50	16,76
Ерунаковский	2311,7	Ж	8,50	13,17
Листвянский	1140,0	Т	9,50	7,26
Калтанский	786,3	Т	9,50	5,00
Осинниковский	1448,8	Т	9,50	9,22
Краногорский	3008,0	Т	9,50	19,15
Томусинский	3223,0	С	8,50	18,35
Сибиргинский	2469,0	Т	9,50	15,72
Ольжерский	1303,0	Ж,С,Т	8,50	7,42
Барзаский	219,0	Нет данных	8,50	1,25
Шестаки	185,0	С	8,50	1,05
Прокопьевский	530,0	Нет данных	8,50	3,02
Талдинский –Северный	487,0	Нет данных	8,50	2,77
Березовский	141,0	Нет данных	8,50	0,80
Междуреченский	4003,2	Т,С,К	10,00	26,82
Черниговский	3429,3	С	8,50	19,53
Задубровский	500,0	Нет данных	8,50	2,85

Анализ геофизических данных крупнейшей угледобывающей компании региона «Кузбассразрезуголь», в состав которой входит большая часть угольных разрезов Кузбасса, показал, что десорбционные свойства угольных пластов, отрабатываемых разрезами, исследованы недостаточно. Поэтому метаноносность определялась косвенно на основании данных о марочном составе углей, добываемых разрезами, и известном соответствии газоносности марочному составу. При отсутствии данных газоносность полагалась равной среднему значению, найденному для разрезов Кузбасса – 8,50 м<sup>3</sup>/тонн.

В табл. 3.2.2 приведены данные, которые использовались для расчета выбросов метана при добыче угля открытым способом в Кузбассе в 1998 г.

Изменение объемов добычи угля открытым способом и связанное с ним изменение эмиссии метана приведено на рис. 3.2.2.



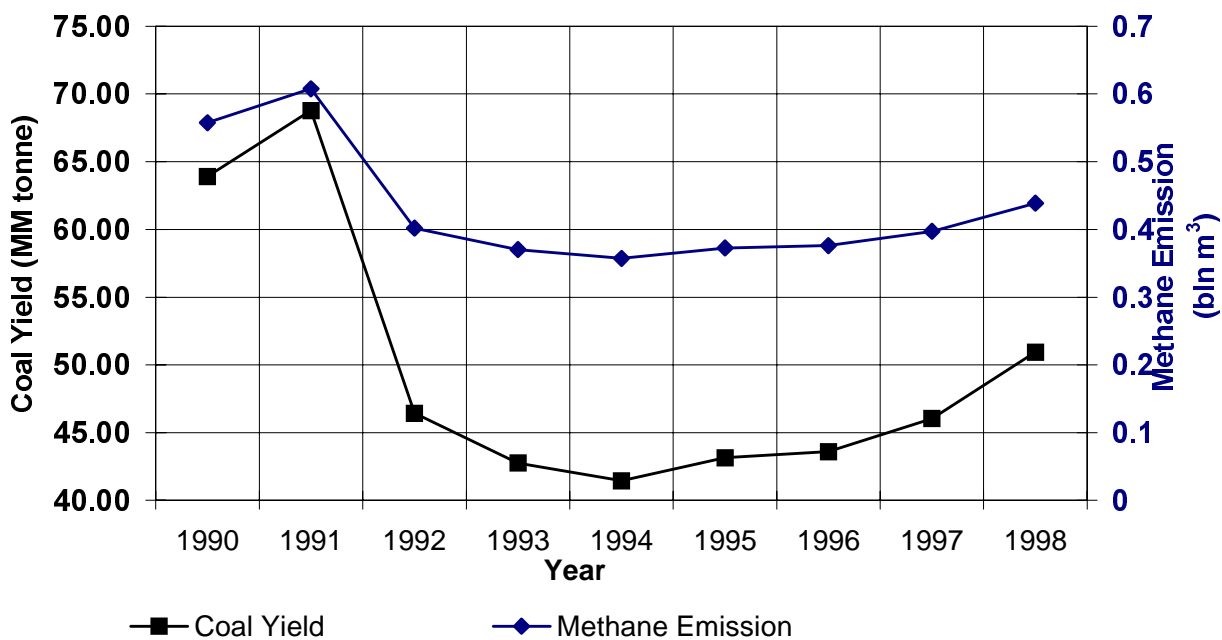
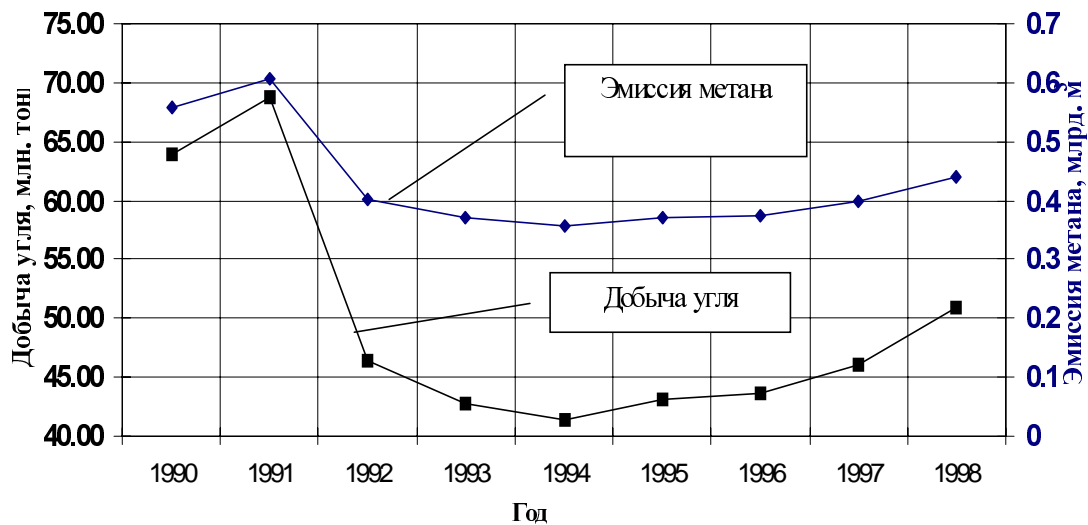


Рис. 3.2.2. Добыча угля открытым способом и эмиссия метана в Кузбассе в 1990-1998 гг.

Эмиссии метана при последующей деятельности оценивалась по формуле:

$$\text{Эмиссия (Гг } \text{CH}_4) = \text{Метаноносность (м}^3 \text{ CH}_4/\text{т)} \times \text{Объем угля, добытого подземным способом (т)} \times \text{Доля метана, высвободившегося при последующих операциях (\%)} \times \text{Переводной коэффициент (Гг/10}^6 \text{ м}^3 \text{)].}$$

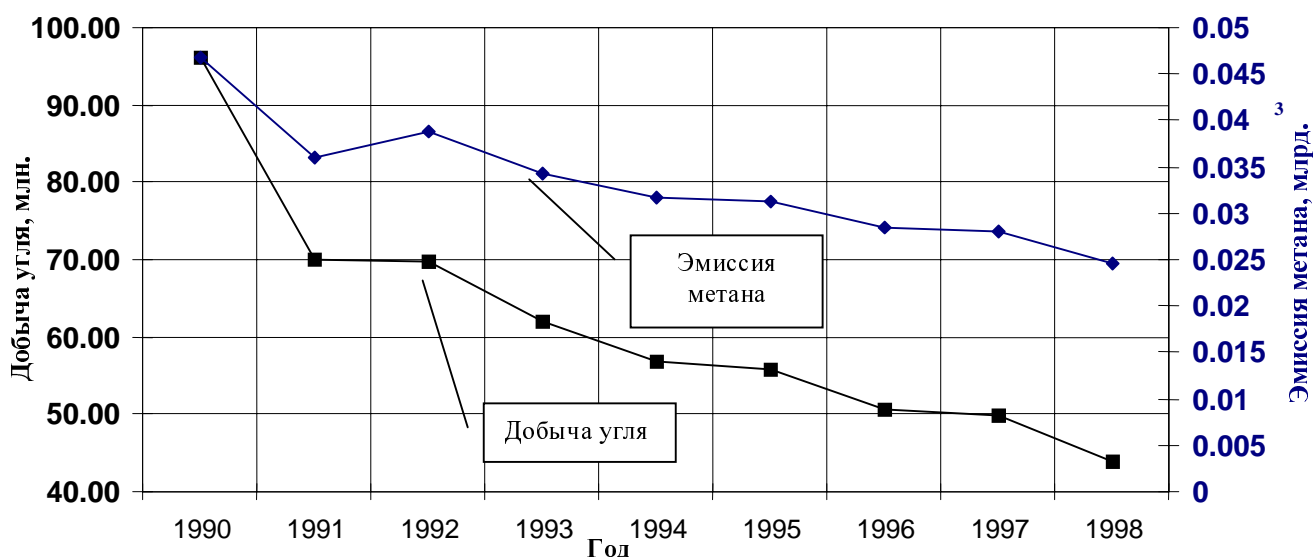
Вычисления проводились в предположении, что метан из угля, добытого открытым способом, выделился в атмосферу на стадии его извлечения из недр. Доля метана, высвободившегося при последующих операциях, принята 31%.

В табл. 3.2.3 приведен фрагмент исходных данных и оценка выбросов метана при последующей деятельности. Общая оценка эмиссии метана при последующей деятельности из угля, добытого подземным способом в 1990 –1998 гг., приведена на рис. 3.2.3.

**Таблица 3.2.3**

**Оценка эмиссии метана при последующей деятельности (транспортировка и обогащение угля)**

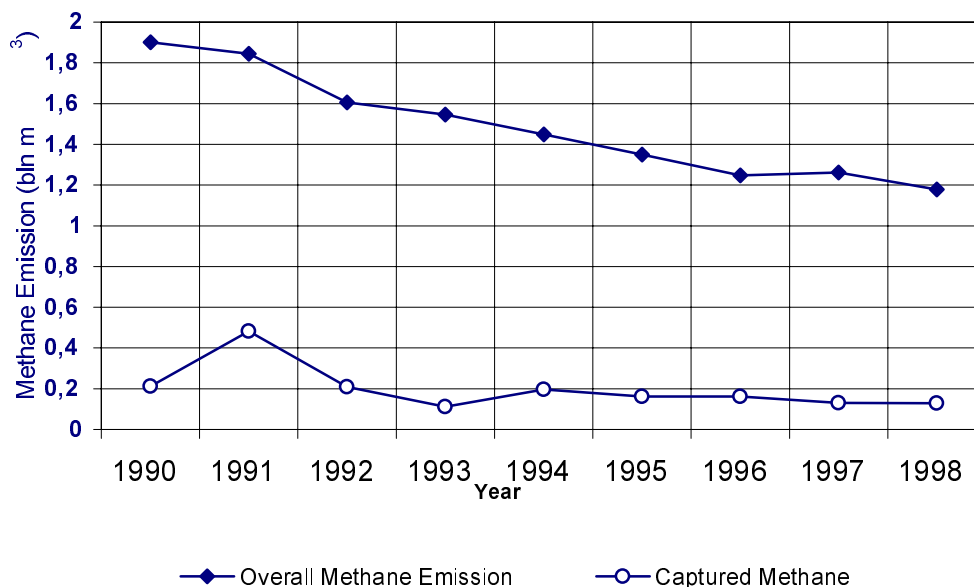
Шахта	Газоносность, м <sup>3</sup> /тонн	Добыча угля, тыс. тонн	Эмиссия метана, м <sup>3</sup>	Эмиссия метана, тыс. тонн
Физкультурник	14,5	380	179075	0,12
Сибирское	12	550	214500	0,14
Первомайская	25	750	609375	0,41
Березовская	26	495	418275	0,28
Волкова	13	270	114075	0,08
Кирова	21	2119	1446218	0,97
Кольчугинское	17	815	450288	0,30
Им. 7 Ноября	16	1048	544960	0,37
Ярославского	15	480	234000	0,16
Комсомолец	20	830	539500	0,36



**Рис. 3.2.3. Снижение добычи угля подземным способом и эмиссия метана при последующей деятельности в 1990-1998 гг.**

В Кузнецком угольном бассейне применяются системы дегазации угольных пластов. Метан, каптируемый такими системами, имеет высокую концентрацию в метановоздушной смеси (40-90 %) и может быть эффективно использован для производства тепло- и электроэнергии. Изменение объемов каптированного метана в Кузнецком угольном бассейне за девять лет приведено на рис. 3.2.4. Однако в регионе не ведется утилизация метана в промышленных масштабах и поэтому объем использованного метана не учитывался при проведении анализа.

Общая оценка эмиссии метана, полученная с учетом выбросов метана при добыче угля подземным и открытым способами, а также при транспортировке и обогащении угля в 1990–1998 гг. представлена на рис. 3.2.4.



**Рис. 3.2.4. Общая эмиссия и каптированный метана в Кузбассе в 1990 – 1998 гг.**

Анализ эмиссии метана, проведенный на основе рекомендаций методики IPCC, показал резкое снижение эмиссии метана в Кузнецком угольном бассейне с 1265 тонн до 786 тонн в год. Однако планируемое увеличение объемов добычи угля в 2000 г. может привести к изменению сложившейся тенденции.

## Литература

1. Горная энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, тома 1-5, 1989.
2. Ступаков В.П., Ефремова А.Г., Зимаков Б.М. Структура ресурсов и перспективы добычи метана в угольных месторождениях СНГ // Оценка прогнозных ресурсов углеводородных газов в угольных бассейнах СНГ: Сб. науч. тр. Книга 1/ ВНИИГАЗ, -М, 1994.-195 с.
3. Козловский Е.А., Шаров Н.Г., Золотых С.С. и др. Особенности сырьевой базы промышленной добычи метана из угольных пластов в Кузбассе // Метан угольных шахт: прогноз, управление, использование. Препринт МЦ ИУУ СО РАН, № 3. -Кемерово, 1996.- С. 1-7.
4. Tailakov O.V., Polevshikov G.Y., Abramov I.L., Panchiseva T.A., Sinelnikova A.V., Zolotykh S.S. Potential and Utilization Trends of Coalbed Methane Recovery in Kuznetsk Coal Basin of Russia.// Proc. of International Coalbed Methane Symposium. Alabama. 12-16 May 1997, p. 157-167.

### 3. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ В ЛЕСАХ

В соответствии с Рамочной конвенцией ООН об изменении климата (РКИК), эмиссии парниковых газов подлежат обязательной ежегодной инвентаризации во всех государствах-участниках РКИК (Рамочная Конвенция ООН, 1998; Climate Change, 1995.). В свете принятого в 1997 г. Киотского протокола РКИК, перед Россией стоит задача более надежного контроля выбросов парниковых газов в различных секторах экономики, в том числе при изменении землепользования и в лесном хозяйстве (Киотский протокол, 1998). При этом особое внимание следует уделять созданию лесов на территориях, которые до этого находились под другими видами землепользования. Цель настоящего исследования - рассмотреть вопросы практического применения статей 3.3 и 3.4 Киотского протокола и выполнить предварительную оценку стоков парниковых газов в соответствии со статьей 3.3 на примере Новгородской области.

#### Объекты и методы исследования

Как указано в статьях 3.3 и 3.4 Киотского протокола, увеличение чистых стоков парниковых газов в результате прямой деятельности человека может быть достигнуто в результате облесения и лесовозобновления, то есть путем создания искусственных лесов на территориях, находившихся до этого в других видах пользования. При этом необходимо учитывать только те виды деятельности, которые осуществляются с 1990 года (Киотский протокол, 1998). С практической точки зрения это значит, что в качестве поглотителей двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) рассматриваются леса, созданные в результате антропогенных изменений в землепользовании. В таблице 3.3.1 приведена динамика создания искусственных лесонасаждений (лесных культур) на землях, принятых Новгородским управлением лесами из других видов землепользования.

Таблица 3.3.1.

#### Создание лесных культур на землях, принятых Новгородским управлением лесами из других видов землепользования за период с 1990 по 1998 гг.

Год	Площадь созданных за год лесных культур, га		
	На выработанных		На бывших сельхозугодьях
	торфяниках	карьерах	
1990	35	-	-
1991	-	-	-
1992	50	-	-
1993	30	-	5
1994	47	16	48
1995	63	7	157
1996	154	16	83
1997	20	27	23
1998	86	41	106

На первый взгляд все виды антропогенной деятельности, приведенные в Таблице 3.3.1, удовлетворяют ст. 3.3 и 3.4 Киотского протокола. Однако с точки зрения определения МГЭИК, которое устанавливает временные рамки происходящих изменений, только лесные культуры на бывших сельскохозяйственных землях в полной мере соответствуют понятию “облесения” Протокола. Поэтому в качестве объектов исследования были выбраны лесные культуры, высаженные на бывших сельскохозяйственных угодьях Новгородской области начиная с 1990 г. включительно. Создание высокопродуктивных насаждений является приоритетной задачей лесокультурного производства. Поэтому лесохозяйственные мероприятия в молодняках

направлены на формирование качественных древостоев. При этом большинство мероприятий назначается с момента перевода культур в лесопокрытую площадь (Наставление по рубкам ухода, 1996). Перевод осуществляется по достижении культурами возраста 6 лет. Оценка запасов древостоев начинается, как правило, с 20-летнего возраста (Третьяков с соавт., 1952). Кроме того, применяемые в настоящее время методы позволяют определить лишь биомассу главного элемента леса - древесного яруса, в то время как биомасса напочвенного растительного покрова, подлеска и подроста не учитывается. Таким образом оценка биомассы лесных культур до 10-летнего возраста является достаточно сложной задачей.

Мы приняли ряд предварительных условий и допущений, которые основываются на информации об организации и ведении лесного хозяйства и технологии создания лесных культур на территории Новгородской области. Поскольку в 90% случаев на территории области создаются чистые культуры ели, было принято, что все искусственные лесонасаждения на бывших сельскохозяйственных землях были созданы 3-летними саженцами ели. По данным региональных, экспертов густота посадки лесных культур составляет 4.0-4.5 тыс. шт. на 1 га, а их приживаемость - 90-93%. Для наших расчетов была взята средняя величина густоты посадки - 4.25 тыс. шт./га. и приживаемость 92%. Таким образом по состоянию на 1998 год возраст культур ели, созданных на сельскохозяйственных землях Новгородской области (таблица 3.3.1), определялся как сумма числа лет, прошедших с момента посадки и 3 лет, в течение которых саженцы выращивались в лесных питомниках (таблица 3.3.2).

**Таблица 3.3.2.**

**Возраст лесных культур ели созданных на сельскохозяйственных землях Новгородской области по состоянию на 1998 год.**

Год создания лесных культур	Возраст в 1998 г., лет
1993	8
1994	7
1995	6
1996	5
1997	4
1998	3

Поиск данных литературы и консультации с экспертами - специалистами Федеральной службы лесного хозяйства России позволили выявить два основных метода оценки запасов молодняков:

1. В том случае, если культуры имеют возраст 6 лет и менее, их запас на 1 гектаре определяется по Справочному пособию “Запас молодняков в кубометрах на гектар”, составленному в 1981 г. Юго-Восточным лесоустроительным предприятием ВО “Леспроект”.
2. Запас культур старше 6 лет может быть определен на основе объема ствола одного дерева в коре в соответствии с таблицами Общесоюзных нормативов для таксации лесов (1992) и последующего пересчета в запас на гектаре с учетом густоты посадки и приживаемости культур.

Очевидно, что для определения биомассы лесных культур на бывших сельхозугодьях Новгородской области необходимо использовать оба метода оценок. Таким образом, запас культур, созданных в 1993-1994 и в 1995-1997 рассчитывался отдельно. Запас культур 1998 г., не определялся, так как действующие методы оценок неприменимы к насаждениям 3-летнего возраста.

Для оценки запаса 7-8-летних культур ели (год посадки 1993-1994) было принято, что

их диаметр на высоте 1.3 м составляет 1.0 см, а высота не превышает 2.0 м. Тогда объем ствола в коре для 1 дерева составляет 0.0002 м<sup>3</sup> (Общесоюзные нормативы..., 1992). Учитывая среднюю густоту посадки (4.25 тыс. шт./га) и среднюю приживаемость (92%), получали количество стволов и, соответственно, общий запас на 1 га.

По свидетельству региональных экспертов, средняя высота 3-6-летних культур не превышает 0.6 м. В соответствии с Общесоюзными нормативами для таксации лесов (1992), относительная полнота хвойных молодняков при количестве 4.0-4.5 тыс. шт./га составляет 0.4. Тогда по Справочному пособию “Запас молодняков в кубометрах на гектар” для культур ели высотой 0.5 м и полнотой 1.0 был найден запас - 4.0 м<sup>3</sup>/га. Следовательно при полноте 0.4 запас составит 1.6 м<sup>3</sup>/га.

Величины запасов пересчитывали в т сухой массы с использованием коэффициентов перевода для молодняков 1.190 т/м<sup>3</sup> (Исаев с соавт., 1993) и 0.5 (для сухой массы), приведенного в *Рабочей книге Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК (Revised 1996 IPCC Guidelines, 1997)*. Полученные значения использовали для определения общего объема накопленной биомассы по процентному соотношению элементов древостоя в сухой массе, приведенному в справочном пособии Лозового с соавт. (1990) для густоты посадки 5 тыс. саженцев на 1 га. Поскольку пособие не содержало данных для ели, были использованы соотношения для сосны, которые в возрасте до 10 лет незначительно отличаются от соответствующих величин для ели. Результаты расчетов пересчитывались в СО<sub>2</sub> и выражались в Гг.

### Результаты и обсуждение

В таблице 3.3.3 приведены значения запасов культур ели разного возраста, рассчитанные на 1 га и на общую площадь, которую они занимают.

Таблица 3.3.3.

#### Запас культур ели на 1 га и на общую площадь, которую они занимают.

Возраст культур, лет	Запас, м <sup>3</sup> /га	Занимаемая площадь	Общий запас на занимаемой площади, м <sup>3</sup>
3-6 лет	1.60	263	420.80
7-8 лет	0.78	53	41.45

Как видно из таблицы 3.3.3, запасы на 1 га культур разного возраста различаются практически в 2 раза. По-видимому это связано с точностью использованных методов оценок. Метод расчета на основе объема 1 дерева в коре для культур 7-8-летнего возраста является безусловно более точным, чем грубая оценка запаса культур в возрасте от 3 до 6 лет. К сожалению, оба метода имеют ограниченные возможности применения, чем и обусловлено их совместное использование в данном исследовании.

Таблица 3.3.4.

#### Процентное соотношение элементов древостоя в сухой массе (рассчитано на основе данных Лозового с соавт., 1990).

Показатель	Процент в составе древостоя, %
Стволы в коре	66
Живые ветви	9
Хвоя	9
Корни	16
Всего	100

В таблице 3.3.4 приведено процентное соотношение элементов древостоя в сухой массе, рассчитанное для сосны по данным Лозового с соавт. (1990) для густоты посадки

5 тыс. саженцев на 1 га. Это соотношение было использовано для расчета общего объема биомассы в культурах ели, созданных на бывших сельскохозяйственных землях Новгородской области после 1990 г.

Стволы в коре составляют около 66% всей биомассы дерева (таблица 3.3.4). Следовательно, зная общую массу стволов в коре, можно рассчитать суммарный объем биомассы, накопленный культурами по состоянию на 1998 год.

Результаты расчетов массы углерода в древесине и коре культур разного возраста на бывших сельскохозяйственных землях Новгородской области, приведены в таблице 5. В таблице также приведены значения общей биомассы, накопленной рассматриваемыми древостоями, которые были получены на основе соотношений таблицы 3.3.4.

**Таблица 3.3.5.**

**Масса углерода в древесине в коре и общая биомасса культур, созданных на бывших сельскохозяйственных землях Новгородской области в пересчете на т сухого вещества.**

Возраст культур, лет	Масса углерода в древесине и коре, т сухого вещества	Общая биомасса культур, т сухого вещества
3-6 лет	250.4	379.4
7-8 лет	24.7	37.4
	Всего	416.8

По состоянию на 1998 г. общая биомасса культур 3-6-летнего возраста (годы посадки 1995-1997) составила в пересчете на сухое вещество 379.4 т. Соответственно поглощение углекислого газа (CO<sub>2</sub>) этими насаждениями - 1.39 Гг. Суммарная биомасса культур в возрасте 7-8 лет (1993 и 1994 годов посадки) составляет 37.4 т., то есть они являются стоком 0.14 Гг CO<sub>2</sub>. Таким образом, созданные на сельскохозяйственных землях Новгородской области леса поглотили 1.53 Гг CO<sub>2</sub>.

За период с 1990 по 1998 гг. площадь сельскохозяйственных земель Новгородской области изменилась на 1.5 тыс. га. При этом лесные культуры были созданы на 28% этой площади. С 1990 по 1997 гг. площадь сельскохозяйственных угодий Российской Федерации изменилась на 7.6 млн. га (Сельское хозяйство в России, 1998). Если принять, что лесные культуры были созданы на 28% этой территории, то их общая площадь составит 2.1 млн. га. По грубым оценкам 1 га лесных культур является стоком около 0.005 Гг CO<sub>2</sub>. Следовательно, поглощение двуокиси углерода на территории 2.1 млн га составит приблизительно 10 500 Гг. Таким образом на примере Новгородской области показано, что создаваемые на бывших сельскохозяйственных землях России леса играют важную роль в поглощении CO<sub>2</sub> из атмосферы.

Авторы благодарны US EPA и PNNL за финансовую поддержку исследования. Мы признательны Ю.В. Федорову из Комитета по экологии Новгородской области и Н.Н. Гусеву из Центрального лесоустроительного предприятия за ценные советы и замечания по ходу выполнения исследования.

## **Выводы**

1. Только создание искусственных лесов на территории бывших сельскохозяйственных земель может быть прямо отнесено к понятию “облесение” статьи 3.3 Киотского протокола.
2. Леса, созданные на бывших сельскохозяйственных землях, играют важную роль в стоке CO<sub>2</sub> из атмосферы. Выполненные для территории Новгородской области расчеты показывают, что по состоянию на 1998 г., 316 га лесных культур поглотили 1.53 Гг CO<sub>2</sub>.
3. Представляется целесообразным продолжение исследований по повышению точности оценок поглощения CO<sub>2</sub> искусственными лесами.

## **Список использованной литературы**

1. Загреев В.В., Сухих В.И., Швиденко А.З., Гусев Н.Н., Мошкалев А.Г. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. -М.: Колос, 1992, -495 с.
2. Исаев А.С., Коровин Г.И., 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.
3. Киотский протокол к Конвенции об изменении климата. UN—FCCC, UNEP / IUC. 1998. 33 с.
4. Лозовой А.Д., Бугаев В.А., Смольянов А.Н. Таксация тонкомерного леса и недревесного сырья: Справочное пособие.-Воронеж: Изд-во ВГУ,1990,-248 с.
5. Наставление по рубкам ухода в равнинных лесах европейской части России. -М.: ВНИИЦлесресурс, 1996. -192 с.
6. Рамочная Конвенция ООН об изменении климата UN—FCCC, UNEP / IUC. 1998. 29 с.
7. Сельское хозяйство в России. Статистический сборник. Госкомстат России. -М.: 1998, -448 с.
8. Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора. -М.: Гослесбумиздат, 1952, -853 с.
9. Climate Change 1995. IPCC Second Assessment. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO - UNEP, 1995. 64 p.
10. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-OECD-IEA. Paris, 1997.



#### **4. УГЛУБЛЕННОЕ РАССМОТРЕНИЕ РЯДА ПРЕДПРИЯТИЙ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ, ОРИЕНТИРОВАННОЕ НА ИХ УЧАСТИЕ В МЕХАНИЗМАХ ГИБКОСТИ**

Данное специальное исследование призвано дать дополнительную более подробную информацию о выбросах парниковых газов на ведущих предприятиях Новгородской области – потенциальными участниками проектов совместного осуществления и пробных сделок по торговле квотами. Прежде всего, после детального обсуждения с новгородскими экспертами, участвующими в выполнении данного проекта, был составлен список предприятий и организаций, выглядевших наиболее перспективными для наших целей:

1. ОАО “АКРОН”
2. ТЭЦ-20 в г. Новгороде
3. Подземное газохранилище “НЕВСКОЕ”
4. Угловский известковый комбинат
5. Боровичский завод огнеупоров (г. Боровичи)
6. ОАО “ОКУЛОВСКИЙ БУМАЖНИК” (целлюлозно-бумажное производство)
7. Российско-Финское предприятие “РАУТАМА” по переработке древесины в г. Чудово
8. Компания “ФЛАЙДЕР ЧУДОВО” (производство термоизоляционных материалов)
9. Фабрика по производству фанеры в г. Парфино (поблизости от г. Старая Русса)
10. Черкизовский мясоперерабатывающий комбинат
11. АО Мясоперерабатывающий комбинат “МЯСНОЙ ДВОР”
12. Пестовский деревообрабатывающий комбинат
13. Предприятие “ЮПИТЕР” (производство оптики)
14. Муниципальная система теплоснабжения “ЛЕВОБЕРЕЖНАЯ”
15. Новгородский полигон твердых бытовых отходов (ТБО)
16. Маловишерская фабрика по производству стекла
17. Сооружения водоочистки в г. Новгороде
18. Авиаремонтное предприятие в г. Старая Русса
19. Авторемонтное предприятие в г. Старая Русса
20. Фабрика по производству силикатного кирпича в г. Боровичи
21. Гальваническая фабрика в г. Новгород
22. Свиноводческий комбинат “НОВГОРОДСКИЙ”

При составлении “короткого листа” предприятий принимались во внимание следующие критерии:

- Устойчивое экономическое состояние предприятия
- Четко выраженное желание руководства предприятия участвовать в данном проекте
- Наличие ясных и конкретных возможностей снижения выбросов парниковых газов
- Существенный вклад в валовый выброс парниковых газов в области

После более детальной оценки и получения на месте первичных данных,

дополнительной информации о деятельности, связанной с эмиссиями парниковых газов, и информации для оценки возможности организации проектов совместного осуществления и пилотных вариантов торговли квотами, были отобраны 6 предприятий. Была организована специальная поездка трех московских и нескольких местных экспертов по этим предприятиям.

- ОАО "Акрон";
- Новгородская ТЭЦ -20;
- Невская станция подземного хранения газа;
- Угловский известковый комбинат;
- ОАО "Боровичский комбинат огнеупоров";
- АОЗТ "Новгородский свмнокомбинат".

Во время поездки также проводились детальные обсуждения ситуации в районах области с представителями местных администраций. Всего поездками было охвачено 6 наиболее промышленно развитых районов области (Новгородский, Боровичский, Окуловский, Валдайский, Демьянский и Крестцовский).

### ***НЕВСКАЯ СТАНЦИЯ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГАЗА***

Местоположение: Крестцовский район. Алексей Алексеевич Бондаренко, начальник Невской СПХГ и Игорь Алексеевич Веткин, председатель Государственного комитета по экологии Крестецкого района.

По территории Новгородской области проходят магистральные газопроводы Серпухов - Санкт-Петербург и Грязовец - Санкт-Петербург с отводами Валдай - Чудово и Валдай - Псков. Компрессорные станции (КС) магистральных газопроводов расположены в районах гг. Валдай и Новгород (еще одна КС - Крестцовская входит в состав Невской станции подземного хранения газа и эксплуатируется в течении половины каждого года). Валдайская КС оснащена только компрессорами с электрическим приводом, кроме того она, как правило, не эксплуатируется, а служит резервной. Таким образом, она является лишь источником очень небольших эмиссий метана. На Новгородской КС установлены 5 компрессоров ГПА-Ц-6,3, работающих на газовом топливе, но она тоже является резервной, работая обычно лишь 2-3 недели в зимний период, когда объемы транспортировки и потребления газа максимальны, а плотность его максимальна. Основной "дожимной" КС на этом участке газотранспортной системы является станция в Торжке (Тверская область).

Невская СПХГ является крупнейшим в Европе газохранилищем. Действует с 1975 г. Закачка газа на хранение в подземные горизонты осуществляется в летний период, отбор газа – в зимний, когда потребление его промышленностью и населением максимально. В конструктивно-технологическом отношении СПХГ состоит из:

- Газового промысла площадью около 100 км<sup>2</sup> (3км \* 3 км), на котором имеется 85 скважин для закачки и отбора газа (из них 29 действующих, остальные законсервированы);
- Компрессорной станции для закачки газа в подземные горизонты (отбор газа из хранилища осуществляется под естественным давлением);
- Трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, узлов измерения расхода газа и т.д.;
- Вспомогательной инфраструктуры.

Основные показатели работы СПХГ за период 1990 – 1998 гг. приведены в таблице 3.4.1.

**Таблица 3.4.1. Показатели работы Невской СПХГ**

Показатель	1990	1994	1996	1997	1998
Объем закачки газа на хранение, млрд. м <sup>3</sup>	0,376	0,460	0,632	0,592	0,750
Нормативные выбросы газа в атмосферу, т.	2812	3441	4727	3220	4080

Компрессорная станция оснащена 13 мотокомпрессорными агрегатами типа 10ГКНа-40/150 (давление газа на входе 40 атм., на выходе 150 атм.), использующими в качестве топлива природный газ. Конструкция агрегатов относится к 1956 г., год выпуска – 1975. Одновременно работают 9-10 агрегатов, остальные находятся в ремонте или на профилактике. Пуск и остановка агрегатов сопровождаются технологическими выбросами природного газа и происходят на КС 1-2 раза в сутки. Это считается значительным достижением, поскольку ранее (несколько лет назад) число таких событий достигало 15 в сутки. Прогресс был достигнут в результате улучшения технического обслуживания компрессоров.

Удельный расход топливного газа на работу компрессоров (во время закачки газа в 1999 г.) составляет 1,63% от общего объема закачиваемого газа. Планируется закупка и установка новых компрессоров типа "Катерпиллер". Для этого был заключен контракт на сумму 16,7 млн. долл. США, но финансирование этого контракта к настоящему времени не открыто. Использование этого оборудования позволило бы повысить топливную эффективность КС примерно в 2 раза. Работа компрессоров сопровождается выбросами N<sub>2</sub>O, а также и NO<sub>x</sub>, однако в настоящее время оценок эмиссии N<sub>2</sub>O не имеется.

Рассматривалась также возможность использования компрессоров с электрическим приводом, однако этот вариант был отвергнут, так как использование газа обходится дешевле. Цена электроэнергии в регионе является высокой, до 2 раз превосходя цены других регионов. Эта ситуация связана с тем, что Новгородская область получает значительную часть электроэнергии извне.

Имеется компьютеризованная система замеров количества природного газа, дублированная приборами обычного типа. Эта же система используется для детализированного учета потребления газа на собственные нужды КС.

Замеров технологических выбросов и утечек природного газа не производится. Нормативное значение потерь составляет 0,8% закачиваемого газа. Имеется 3 категории источников эмиссии газа: 1) пуск и остановка компрессоров при закачке газа в газохранилище (только в теплый период, около полугода), 2) продувка сепараторов при подготовке газа, отбираемого из хранилища, 3) утечки в соединениях трубопроводов и запорно-регулирующей арматуре. По мнению администрации СПХГ эмиссия природного газа от последних двух источников значительно меньше, чем эмиссия связанная с пуском и остановкой компрессоров.

Организованные выбросы природного газа при продувке сепараторов происходят в зимний период. Для их минимизации применяется двухрезервуарная схема продувки, причем газ выпускается в атмосферу только из второго резервуара, в котором он смешивается с воздухом.

Технологический автотранспорт играет второстепенную роль с точки зрения

эмиссии парниковых газов.

**Таблица 3.4.2. Оценка эмиссий парниковых газов на Невской СПХГ**

	1990	1994	1996	1997	1998
Выбросы CH <sub>4</sub> , Гг	0,308	0,377	0,518	0,486	0,615
Эмиссия CO <sub>2</sub> от сжигания газа, Гг CO <sub>2</sub>	11,220	13,795	18,945	15,818	22,439
Эмиссия CH <sub>4</sub> от сжигания газа, Гг CH <sub>4</sub>	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004
Эмиссия N <sub>2</sub> O от сжигания газа, Гг N <sub>2</sub> O	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Всего, Гг CO <sub>2</sub> –экв.	17,692	21,718	29,829	26,030	35,362

*Возможные проекты по снижению эмиссий парниковых газов:*

- установка новых компрессоров (снижение потребления газа до 2 раз или снижение выбросов примерно на 10 Гг CO<sub>2</sub>)
- резервы экономии топлива за счет подогрева газа, отбираемого их хранилища
- оптимизация режимов работы технологического оборудования

### **АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЗАКРЫТОГО ТИПА “НОВГОРОДСКИЙ СВИНОКОМБИНАТ”**

Местоположение: Новгородский район. Представители предприятия и природоохранных органов: Владимир Сергеевич Федоров, главный энергетик, Галина Ивановна Брызгалова, главный зоотехник, Василий Сафронович Швалев, председатель районного Государственного комитета по экологии.

Комбинат специализируется на производстве свинины и, отчасти, говядины и молока для Новгорода и Новгородской области. Производство свинины составляет 1300 т/год (в 1990 г. 7500 т/год). Общая численность основного и вспомогательного персонала составляла на 1999 г. 540 чел., на 1990 г. 850 чел. поголовье свиней на 1998-1999 гг. составляет 14,5-15,0 тыс. голов (в 1990 г. - 50 тыс. голов, в 1988 - 53 тыс. голов при максимальной вместимости свиного комплекса 58 тыс. голов), крупного рогатого скота (КРС) - 900-1000 голов (в 1990 г. - 2000 голов). Свинокомплекс промышленного типа, включающий типовые системы удаления навоза и очистные сооружения, вводился в эксплуатацию очередями начиная с 1974 г. На комплексе содержится стадо смешанной породы (крупно-белой и черной плюс хряки пород "Ландрас" и "Дюрок"). Средний вес животного при сдаче на убой 65-68 кг, суточный привес откармливаемых животных 150 г. В 1990 г. привес составлял 600 г/сутки. Падение привесов объясняется 40-процентным дефицитом комбикормов из-за их высокой стоимости. Используемые грубые корма и силос не являются эквивалентной заменой.

Структура стада (приведены обобщенные данные, необходимые для расчета эмиссии):

- Маточное стадо (средний вес 130 кг) - 2 тыс. голов;
- Поросята-сосуны (8 кг) - 5-5,5 тыс. голов;
- 2-4-месячные поросята (20 кг) - 3,5 тыс.;
- Животные на откорме (50 кг) - 3,5 тыс.

Сезонные колебания численности и структуры стада практически отсутствуют.

КРС зимой содержится в стойлах, летом - с 20 мая до 1 октября - на пастбищах (за исключением части телят).

Структура стада (обобщенно):

- Дойные коровы (450 кг) - 300-400;
- Нетели (370 кг) - 80;
- Молодняк прошлых лет (200 кг) - 200;
- Молодняк текущего года (100 кг) - 200;
- Приплод.

В течении года численность стада колеблется в пределах 850-950 голов.

Жидкие (разбавленные водой) отходы периодически (1 раз в неделю) поступают из свинокомплекса на очистные сооружения, где подвергаются механической очистке, биологической очистке в аэротенках (аэротенки были запущены в 1986 г. и в начале 90-х гг. выведены из эксплуатации), попадают в отстойники и далее на поля орошения.

Количество образующегося навоза в настоящее время составляет 20 т/сутки при влажности 78-90%. Количество жидких отходов на выходе очистных сооружений - 390 м<sup>3</sup>/сутки. БПК<sub>5</sub> на входе очистных сооружений составляет 1850 мг/л, на выходе - 612 мг/л, после полей орошения 12,6 мг/л. Очистные сооружения не используются ни для очистки отходов КРС, ни для очистки коммунально-бытовых стоков. Отходы КРС транспортируются с фермы тракторами непосредственно на поля или на площадку компостирования. Компостирование происходит в аэробных условиях.

На предприятии имеется газовая котельная, оснащенная тремя небольшими котлоагрегатами ДКВР-6,5/13, установленными в 1974 г. и двумя более современными агрегатами ДЭ-16 производительностью 16 т. пара в час. Котельная используется на часть мощности, зимой 1998/99 г. работало по одному агрегату каждого типа. В 1999 предприятие подало заявку на 3,877 млн.м<sup>3</sup> газа, однако реально будет использовано меньшее количество. В 1998 г. потребление газа составляло 4,950 млн.м<sup>3</sup> - в 2 с лишним раза меньше, чем в 1990 г., когда 10-11 млн.м<sup>3</sup> было использовано на производственные нужды и отопление жилья, находившегося в собственности свинокомбината. В настоящее время это жилье приватизировано и получает тепло из других источников.

Администрация комбината хотела бы организовать сбор и использование метана, выделяющегося из отходов животных, с последующим его использованием в качестве топлива, однако в настоящий момент не имеет для этого финансовых возможностей.

Приведенные выше сведения позволяют сделать вывод о том, что основным парниковым газом для свинокомплекса "Новгородский" является СН<sub>4</sub>, источники которого - животные и отходы животных. За период 1990 - 1999 гг. эмиссия сократилась приблизительно в 5 раз. Основной источник СО<sub>2</sub> - котельная. Дополнительным источником эмиссии СО<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O и, в некоторой степени, СН<sub>4</sub> служит технологический автотранспорт и тракторы. Основными путями уменьшения эмиссии парниковых

газов - сбор и использование выделяющегося метана.

**Таблица 3.4.3. Оценка эмиссий СН<sub>4</sub> на Новгородском свинокомбинате.**

	1990	1994	1996	1997	1998
от продуктов жизнедеятельности, т СН <sub>4</sub>	196	180	116	98	60
от кишечной ферментации, т СН <sub>4</sub>	73,5	67,5	43,5	36,8	22,5
ВСЕГО, т СН <sub>4</sub>	269,5	247,5	159,5	134,8	82,5
Всего, Гг СО <sub>2</sub> -эквив.	5,660	5,198	3,350	2,831	1,733

*Возможные проекты по снижению эмиссий парниковых газов:*

- сбор метана, выделяющегося из отходов животных и его утилизация для топливных целей (например, для отопления комбината)

### **НОВГОРОДСКАЯ ТЭЦ-20**

Местоположение: г. Новгород. Представители предприятия и природоохранных органов: Анатолий Федорович Голуб, директор Новгородской ТЭЦ, Сергей Александрович Мирошниченко, главный инженер, Василий Сафронович Швалев, председатель районного Государственного комитета по экологии.

Станция эксплуатируется в течении 30 лет. Основное технологическое оборудование состоит из 3 турбоагрегатов с газоугольными горелками и за время эксплуатации не заменялось. В качестве топлива используется кузнецкий (Сибирь) энергетический уголь марки ТР с зольностью 8-12%, закупаемый главным образом на разрезе "Междуреченский". Смена поставщиков угля с целью сокращения транспортных издержек практически невозможна из-за того, что технологическое оборудование рассчитано на использование угля с конкретными характеристиками. Другой вид топлива – природный газ, используемый до 97% времени, в то время, как уголь - 3% времени.. За последние годы к станции подведен газопровод с давлением 27 атмосфер, позволяющий, в перспективе, установить газотурбинные энергетические установки и отказаться от использования угля. Однако для этого потребуются значительные инвестиции (порядка двенадцати миллионов долларов США). Основным аргументом, в пользу установки нового оборудования служит то, что действующее оборудование уже превысило свой нормативный срок службы, он продлен до 2002 г., однако дальнейшее продление маловероятно. При установке нового оборудования экономичность может быть повышена на 20-30%.

**Таблица 3.4.4. Потребление топлива на Новгородской ТЭЦ-20**

Вид топлива	1990	1994	1996	1997	1998
Природный газ, млн.м <sup>3</sup>	420,865	385,560	354,418	347,108	379,732
Уголь, т.	149876	114566	85181	24131	14867
Бензин, т.	Нет данных	73	71	129	118
Дизельное топливо, т.	Нет данных	73	80	67	81

Среднемесячное производство тепловой энергии в 1998 г. составляло 70-75 тыс. Гкал, электрической – 60 млн. квт-ч. Вся выработанная тепловая энергия поставляется на химический комбинат АКРОН в виде пара с давлением 10, 27 и 40 атмосфер и (в период с 1 октября по 15 апреля) горячей воды. Выработанная электроэнергия поступает на энергетический рынок (через Единую энергосистему России). Удельные расходы условного топлива на выработку электрической и тепловой энергии составляли в 1990 г. 370-380 г/кВт и 150 г/кВт соответственно, в 1998 г. – 400 и 170 г/кВт. Рост удельных расходов топлива связан с уменьшением загрузки станции (в настоящее время одна из трех имеющихся турбин не эксплуатируется).

Следует сделать вывод о том, что основным парниковым газом, выбрасываемым Новгородской ТЭЦ является CO<sub>2</sub>, образующийся при сжигании твердого и газового топлива энергетическим оборудованием. Эмиссии других парниковых газов также оценены, но их величина значительно меньше. Технологический автотранспорт является малосущественным источником эмиссий, однако данные по использованию им топлива включены в приведенную выше таблицу. Трудности с данными на 1990 г. вызваны широким использованием моторного топлива в непроизводственных целях (обслуживание социальных объектов и т.д.)

**Таблица 3.4.5. Эмиссии парниковых газов от сжигания топлива на Новгородской ТЭЦ-20**

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998*
Выбросы CO <sub>2</sub> , Гг	1119	1068	1073	1044	958	833	844	698	698
Выбросы CH <sub>4</sub> , Гг	0,018	0,017	0,017	0,017	0,016	0,014	0,014	0,012	0,012
Выбросы N <sub>2</sub> O, Гг	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,002	0,002
Всего, Гг CO <sub>2</sub> –экв.	1121,2	1070,2	1075,2	1045,9	959,9	834,5	845,5	698,9	698,9

\* Оценочные данные.

*Возможные проекты по снижению эмиссий парниковых газов:*

- установка новых газотурбинных энергоустановок (экономия энергии 20-30%)
- оптимизация систем распределения тепловой энергии

## **ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "АКРОН"**

Местоположение: г. Новгород. Представители предприятия: Сергей Николаевич Кузин, член совета директоров, Владимир Борисович Овчинников, директор по техническому развитию.

Акционерное общество "АКРОН" является одной из ведущих российских компаний по производству удобрений и другой химической продукции. Кроме производства, находящегося в Новгороде, компания включает Дорогобужский завод удобрений в Смоленской области и ряд небольших сервисных компаний. Все приводящиеся ниже данные касаются производства, расположенного в Новгородской области.

Около 89% объема продаж компании приходится на минеральные удобрения и аммиак, 10% продукция органической и неорганической химии, и 1% - товары народного потребления. Доля АКРОНа в производстве азотных удобрений в России в 1997 г. составляла 19%.

По итогам 1998 г. рентабельность производства сохранилась на уровне 1997 г. несмотря на неблагоприятную конъюнктуру цен на готовую продукцию, повышение цен на сырье и рост издержек, связанный с резким падением курса рубля по отношению к мировым валютам. В 1988 г. АКРОН признан победителем в конкурсе "Лучшие предприятия России - 98" в номинации "За наивысшую эффективность использования всех видов ресурсов".

Объем производства метанола в 1998 г. составил около 70 тыс. тонн. Большая часть выпущенного метанола используется на внутризаводское потребление. За счет реконструкции производства метанола, проведенной в 1998 г., общий объем продаж продукции органического синтеза возрос на 7% по сравнению с 1997 г.

АО АКРОН обеспечивает минеральными удобрениями потребителей на севере и северо-западе России и поставляет продукцию на экспорт. Экспортируется более 80% продукции (Таблица 3.4.7), что отчасти связано с низкой платежеспособностью отечественных потребителей. Стоимость природного газа, используемого при производстве, составляет около 70% себестоимости выпускаемых удобрений.

На предприятии установлено достаточно современное оборудование, отличающееся хорошими показателями энергоэффективности. Уровень загрузки мощностей по производству метанола в 1998 г. составил 100%, по минеральным удобрениям 83%, по аммиаку - 99%. Проводятся мероприятия по повышению энергоэффективности, снижению удельного расхода сырья, повышению эффективности менеджмента. Администрация предприятия контролирует обстановку в окружающей его санитарно-защитной зоне и хотело бы установить научно обоснованные размеры этой зоны (возможно, изменить ее размеры в сторону уменьшения).

На производство одной тонны аммиака затрачивается около 1200 м<sup>3</sup> природного газа (сырья) и 9,5 Гкал энергии. Реконструкция производства аммиака была проведена в 1975 и 1979 гг., но используемая технология и оборудование по-прежнему считается достаточно современной. Установка новейшего оборудования (например, производства Германии) может уменьшить удельный расход энергии до 7 Гкал/т. и увеличить надежность производства. Основная часть аммиака используется для производства удобрений на самом АКРОНе, остальная (около 220 тыс.т.) поставляется потребителям, в основном, зарубежным. При производстве азотной кислоты из аммиака используется



процесс при высоком давлении.

CO<sub>2</sub>, образующийся при производстве аммиака, используется в производстве карбамида, некоторое количество его также поставляется потребителям (в твердом, жидком и газообразном виде).

Тип газоочистки при производстве азотной кислоты - каталитическое восстановление окислов азота до элементарного азота (не предназначен для улавливания парниковых газов). В 1998 г., в рамках российско-датского сотрудничества реконструирована первая очередь биологических очистных сооружений, что позволило довести качество сточных вод, сбрасываемых в водоемы до нормативного уровня.

Основным парниковым газом на данном предприятии следует считать CO<sub>2</sub>, однако N<sub>2</sub>O, выделяющийся при производстве азотной кислоты, тоже играет существенную роль. Для оценки эмиссии ключевую роль будут играть данные по использованию природного газа в нетопливных целях. При оценке эмиссии следует учитывать переток CO<sub>2</sub> в готовую продукцию (жидкая, твердая и газообразная углекислота). Дополнительные данные об объемах производства и технологических процессах будут предоставлены администрацией ОАО АКРОН в течении ближайших месяцев.

**Таблица 3.4.6. Деятельность АО АКРОН, связанная с эмиссиями парниковых газов (1990-1998 гг.)**

Продукция	Год				
	1990	1994	1996	1997	1998
Аммиак, т	926302	850098	924956	875978	887756
Азотная кислота, т	877904	646368	822750	805168	752857
Природный газ (потребление на производство аммиака), м <sup>3</sup>	1141232	1083378	1141556	1078894	1086097
Минеральные удобрения всего, т	1989649	1555990	2008956	1936239	1958975
в том числе карбамид, т	351745	350346	371534	260280	347450

**Таблица 3.4.7. Структура продаж АО АКРОН в 1998 г.**

Регион	Объем продаж, %
Россия	11
СНГ	2
Европа	17
Америка	12
Азия	57
Прочие	1

**Таблица 3.4.8. Эмиссии парниковых газов на АО АКРОН.**

	1990	1994	1996	1997	1998
Эмиссия N <sub>2</sub> O при производстве азотной кислоты, Гг N <sub>2</sub> O	6,2	4,6	5,8	5,6	5,2
Эмиссия CO <sub>2</sub> при производстве аммиака, Гг CO <sub>2</sub>	2091	1986	2093	1980	1991
Эмиссия CH <sub>4</sub> при производстве метанола, Гг CH <sub>4</sub>	0,2	0,15	0,13	0,11	0,14
Эмиссия CO <sub>2</sub> при сжигании газа, Гг CO <sub>2</sub>	258,9	203,4	295,9	277,4	277,4
Эмиссия CH <sub>4</sub> при сжигании газа, Гг CH <sub>4</sub>	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005
Эмиссия N <sub>2</sub> O при сжигании газа, Гг N <sub>2</sub> O	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
Общая эмиссия в CO <sub>2</sub> эквиваленте, Гг CO <sub>2</sub>	4276,2	3618,6	4190,0	3996,1	3883,8

*Возможные проекты по снижению эмиссий парниковых газов:*

- повышение энергоэффективности при производстве аммиака.

### **ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО “УГЛОВСКИЙ ИЗВЕСТКОВЫЙ КОМБИНАТ”**

Местоположение: пос. Угловка Окуловского района. Представители предприятия и природоохранных органов: Владимир Иванович Лапин, заместитель генерального директора по охране труда и окружающей среды, Александр Антонович Сосынков, и.о. главного инженера, Михаил Яковлевич Щетинкин, председатель Государственного комитета по экологии Окуловского района.

Угловский известковый комбинат работает с 1879 г. Численность работающих составляет около 700 человек и практически не изменялась с 1990 г. Является основным (градообразующим) промышленным предприятием пос. Угловка. Комбинат выпускает три вида негашеной извести:

- Комовую известь (содержание CaO+MgO 65-70%; из них MgO ≤5%);
- Порошкообразную известь с добавками (содержание CaO+MgO 60-70%; из них MgO ≤5%);
- Металлургическую известь (содержание CaO ≥65%; MgO ≤ 1%).
- Минеральный порошок для асфальтобетонных смесей с содержанием CaCO<sub>3</sub> 88,7 - 99,3% и MgCO<sub>3</sub> 0,3 - 1,7%;
- Известняковую муку для раскисления почв и производства комбикормов для животных и птицы с таким же содержанием этих веществ, как и в предыдущем случае.

Уменьшение объемов производства в 1990-1998 г. связано с падением платежеспособного спроса, особенно со стороны сельскохозяйственных предприятий в 1992 - 1994 гг., при этом в 1991 г. производство было около 90% от уровня 1990 г. (см. Табл. 3.4.9).

**Таблица 3.4.9. Производство извести и известняковой муки Угловским известковым комбинатом**

	1990	1994	1996	1997	1998
Известь - все марки (тыс.т.)	360,98	235,05	293,24	163,51	158,08
Известняковая мука (тыс.т.)	254,89	8,69	1,44	0,53	0,83

Сырье (известняк) добывается открытым способом в карьере, расположенном в 2-3 км. от предприятия и транспортируется автомобилями БЕЛАЗ и КраЗ. Одновременно (круглосуточно, в 3 смены) работают 3-4 БЕЛАЗа и 5-7 грузовиков меньшей грузоподъемности. Срок службы автомобильного парка достигает 20 лет, он находится в плохом состоянии. Такой же срок эксплуатации имеют бульдозеры, дизельные и электрические экскаваторы, работающие в карьере. Расход дизельного топлива автотранспортом достигает 20 - 25 тыс. т в неделю. Замена грузовиков и бульдозеров рассматривается как основная возможность сокращения эмиссии парниковых газов. Использование бывших в эксплуатации но находящихся в хорошем состоянии импортных грузовиков и бульдозеров (например, "Катерпиллер") может дать экономию до 30% дизельного топлива.

Сырье поступает на дробильно-сортировочную фабрику, оснащенную дробилками с электрическим приводом, затем в печи для обжига. В качестве топлива для печей используется природный газ. Удельный расход газа составляет около 50 м<sup>3</sup> на тонну извести. Для производства известняковой муки и минерального порошка используются отходы дробильно-сортировочной фабрики, подвергающиеся помолу без обжига. Основное технологическое оборудование исчерпало свой ресурс на 80% (например, дробилка фирмы "Крупп" получена из Германии после Второй мировой войны по репарациям). Из-за отсутствия инвестиционных ресурсов закупка нового оборудования не производится, но приобретает бывшее в эксплуатации оборудование на аналогичных производствах, испытывающих экономические трудности. Несмотря на это, в 1997-1998 гг. запущен новый цех по производству молотой извести, заменивший старое производство.

Потребителями продукции комбината являются предприятия строительного комплекса (производство кирпича, стекла и др.), пищевой и химической промышленности, (в последнем случае продукция комбината используется для химической нейтрализации отходов производства), асфальтовые заводы и сельскохозяйственные предприятия. Выпуск порошкообразной извести возрастает, т.к. производство готового к использованию конечного продукта в настоящее время выгоднее производства полуфабриката.

В собственности предприятия находится часть жилья и инфраструктуры в п. Угловка, включая котельную, оснащенную двумя котлами типа ДКВР 4/13 на газовом топливе.

На долю комбината приходится около 16% выбросов "непарниковых" загрязняющих веществ в атмосферу в Новгородской области (в основном, СО, пыль, небольшое количество NO<sub>x</sub>). Это свидетельствует о необходимости проведения соответствующих мероприятий, при проведении которых сокращение эмиссии парниковых газов может быть попутным эффектом.

Основными источниками CO<sub>2</sub> являются выделение CO<sub>2</sub> из известняка при обжиге и сжигание газового топлива. Грузовой автотранспорт также вносит существенный вклад в эмиссию. Он может быть существенно уменьшен путем замены автопарка (даже путем импорта бывших в употреблении грузовиков и бульдозеров).

**Таблица 3.4.10. Эмиссии парниковых газов от сжигания газа на Угловском известковом комбинате**

	1990	1994	1996	1997	1998
Эмиссия CO <sub>2</sub> при производстве извести, Гг CO <sub>2</sub>	190	125	155	80	75
Эмиссия CO <sub>2</sub> от сжигания газа, Гг CO <sub>2</sub>	90,3	64,1	57,7	43,1	33,9
Эмиссия CH <sub>4</sub> от сжигания газа, Гг CH <sub>4</sub>	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
Эмиссия N <sub>2</sub> O от сжигания газа, Гг N <sub>2</sub> O	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Общая эмиссия в CO <sub>2</sub> эквиваленте, Гг CO <sub>2</sub>	280,3	189,1	212,7	123,1	108,9

*Возможные проекты по снижению эмиссий парниковых газов:*

- замена старых бульдозеров и грузовиков (до 30% экономии дизтоплива)
- замена устаревшего дробильного оборудования
- оптимизация работы печи (снижение потребления топлива)

### **ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО “БОРОВИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ ОГНЕУПОРОВ”**

Местоположение: г. Боровичи (административный центр Боровичского района). Представители предприятия и природоохранных органов: Геннадий Александрович Абрамов, заместитель главного инженера, Валерий Иванович Капитонов, председатель районного Государственного комитета по экологии, Константин Викторович Михайлов, инспектор этого же комитета.

Предприятие работает с 1828 года. Общая численность персонала составляет 4,8 тыс. чел. на 1999 г. (В 1990 г. около 7 тыс. чел.). Продукция – все виды огнеупорных материалов для черной и цветной металлургии, порошковые материалы. Сырьем являются огнеупорная глина (каолин), добываемая открытым способом, в карьерах. Ранее, до 1999 г., практиковалась также шахтная добыча, однако эмиссии метана из этих шахт не было. В прошлом производилась также добыча бурого угля в шахте возле г. Любытино, сопровождавшаяся эмиссией CH<sub>4</sub>, однако эта шахта была закрыта ранее 1990 г. В качестве сырья используются также бокситы (закупаются в г. Бокситогорск и импортируются), транспортируемые по железной дороге.

Карьеры находятся на расстоянии 30 км. от основного производства. Добыча каолина производится шагающими и роторными экскаваторами с электрическим приводом. Для транспортировки используются грузовые автомобили большой грузоподъемности (БЕЛАЗы для внутрикарьерных перевозок, КАМАЗы и КрАЗы для

доставки сырья на комбинат). Автомобильный парк постоянно обновляется и находится в хорошем техническом состоянии. Данные о потреблении бензина и дизельного топлива будут получены позже.

При производстве огнеупоров используются следующие технологические процессы: механическое дробление с помощью дробильных машин; обжиг во вращающихся печах, работающих на газовом топливе; прессовка; обжиг полуфабрикатов огнеупоров в туннельных печах на газовом топливе; сортировка. Основное производственное оборудование находится в хорошем состоянии. Вращающиеся печи установлены в период 1963 – 1970-е гг., но постоянно подвергаются ремонту и модернизации. Действующие туннельные печи пущены в эксплуатацию в 1997-1998 гг. Новейшее оборудование используется при выпуске материалов для нефтедобывающей промышленности.

На комбинате имеется собственная электрическая станция на газовом топливе (в качестве резервного используется мазут), подключенная к Единой энергосистеме России. В настоящее время она по экономическим соображениям используется на треть мощности, т. к. электричество, получаемое с атомной электростанции в Удомле (Тверская область) обходится дешевле. Общее потребление топливного газа на работу технологического и энергоснабжающего оборудования в 1998 г. составило 105 млн. м<sup>3</sup>.

Потребителями огнеупоров являются все заводы черной металлургии России (крупнейший, потребляющий около 40% продукции – Череповецкий металлургический комбинат) и предприятия цветной металлургии. Часть продукции экспортируется в Финляндию и другие страны, включая страны Южной Америки. Падение объема производства за период 1990 – 1999 гг. составило приблизительно 40%.

Комбинат имеет вполне современную систему очистки жидких отходов, включая сооружения биологической очистки.

В период до 1995-1996 гг. в собственности предприятия находилось несколько мелких котельных на твердом топливе, частично обеспечивавших теплом жилые дома и инфраструктуру некоторых районов г. Боровичи. В настоящее время все они переданы в ведение городских властей.

Можно сделать вывод о том, что основными источниками эмиссии парниковых газов в атмосферу на комбинате являются: автотранспорт (сжигание жидкого топлива), печи для обжига (сжигание газового топлива), энергетическое оборудование (сжигание газового и небольшого количества жидкого топлива). Все они могут служить объектами мер по снижению эмиссии парниковых газов. Дополнительно может быть рассмотрен вопрос о выделении CO<sub>2</sub> из исходного сырья в процессе обжига.

**Таблица 3.4.11. Эмиссии парниковых газов от сжигания топлива для технологических нужд на Боровическом комбинате огнеупоров**

	1990	1994	1996	1997	1998
Эмиссия CO <sub>2</sub> , Гг CO <sub>2</sub>	254,4	230,2	198,1	223,5	196,1
Эмиссия CH <sub>4</sub> , Гг CH <sub>4</sub>	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004
Эмиссия N <sub>2</sub> O, Гг N <sub>2</sub> O	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Всего, Гг CO <sub>2</sub> -эквив.	254,7	230,4	198,3	223,7	196,3

*Возможные проекты по снижению эмиссий парниковых газов:*

- совершенствование печей для обжига
- модернизация энергетического оборудования
- снижение эмиссий от транспорта предприятия

### **СВОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Сводные данные по 6 предприятиям, рассматриваемым как потенциальные участники проектов по снижению эмиссий парниковых газов (1998) представлены в Таблице 3.4.12.

**Таблица 3.4.12. Сводные данные по эмиссиям парниковых газов по предприятиям, 1998 г.**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> -экв.	оценка сокращения эмиссий
Невская СПХГ	22,4	0,615	0	35,362	~10
Новгородский свмнокомбинат	-	0,083	-	1,733	~1
Новгородская ТЭЦ-20	698	0,012	0,002	698,9	100 - 140
Боровичский комбинат огнеупоров	196	0,004	0	196,3	~20
Угловский известковый комбинат	109	0,001	0	108,9	~3
АКРОН	2271	0,145	5,201	3883,8	~100
Всего	3296,4	0,86	5,203	4925	~250

В сумме 6 выбранных предприятий дают более половины всех выбросов области (при этом основной вклад вносит АКРОН). На большинстве из предприятий выбросы могут быть снижены на 15 – 25%, при этом ориентировочная оценка суммарного снижения выбросов в результате тех или иных мер дает примерно 250 тыс. т CO<sub>2</sub> экв. в год.