



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ

Distr.  
GENERAL

ENERGY/GE.1/1999/10  
5 August 1999

RUSSIAN  
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

КОМИТЕТ ПО УСТОЙЧИВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Специальная группа экспертов по углю  
и тепловой энергии

Вторая сессия, 8-9 ноября 1999 года  
(Пункт 5 предварительной повестки дня)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ\*

(Препровождено правительством Российской Федерации)

---

\* Подготовлено Л.М. Ереминым, заместителем директора по технической политике  
РАО "ЕЭС России", Москва.

## Развитие электроэнергетики России и повышение её экологической эффективности

### 1. Общее

Электроэнергетика относится к числу тех немногих отраслей промышленности, которые определяют благополучие всех сфер экономической и социальной жизни общества и оказывает непосредственное влияние на общий технический прогресс. Вместе с тем она берёт на себя заботы, связанные с негативным влиянием энергетических объектов на окружающую среду, не считаясь с которым невозможно.

Экологическая эффективность деятельности предприятий электроэнергетической отрасли является одним из неперенных условий, оказывающих существенное влияние на национальную экологическую безопасность, а также важным фактором сохранения природной среды на планете в целом. На долю тепловых электростанций в России приходится 16% общего объёма загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от промышленных предприятий и транспорта. По этой причине на протяжении последних 20 лет экологическая ситуация в электроэнергетике находится под контролем органов административного и технологического управления отраслью. В каждой энергокомпании сформированы службы, отвечающие за организацию природоохранной деятельности. На государственном уровне приняты нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (ГОСТ), не уступающие по жёсткости нормативам, принятым во многих индустриально развитых странах.

Контроль за величинами выбросов загрязняющих веществ на предприятиях осуществляется в соответствии с "Правилами организации контроля выбросов в атмосферу на тепловых электростанциях и котельных", согласованных с Минприроды России. Регламент проведения контроля на конкретной электростанции согласовывается с местным государственным органом охраны окружающей среды. В нём отражены источники выбросов (сбросов), указаны контролируемые ингредиенты, методы и периодичность контроля. Измеренные величины вносятся в Журнал учёта выбросов и сбросов в окружающую среду. В целом контролю подлежат все вещества, для которых разработаны и действуют соответствующие нормативы. Результаты контроля запи-

сываются в отчёты, предписанные Государственным статистическим управлением.

Организован должный контроль за безопасным состоянием золошлакоотвалов, ведётся мониторинг состояния плотин гидроэлектростанций и сейсмологические наблюдения в зонах расположения ответственных гидросооружений. Эксплуатация действующих энергообъектов, проектирование новых, а также принятие важнейших организационно-технических решений осуществляются с учётом необходимости последовательного уменьшения техногенного воздействия на окружающую среду в соответствии с принятой мировым сообществом идеологией обеспечения устойчивого развития экономики.

Вот уже на протяжении 2-х лет отраслевые энергокомпании ведут свою деятельность в соответствии с принятой в 1996 г. отраслевой “Экологической программой развития электроэнергетики до 2005 года”, которая является для них основополагающим документом. В основе этой программы лежит задача постепенного сокращения выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду даже при условии восстановления к 2010 г. масштабов производства электрической и тепловой энергии до уровня, достигнутого в 1990 г. При разработке данной программы принимались во внимание также обязательства России по соблюдению взятых на себя обязательств при подписании международных конвенций по уменьшению трансграничного переноса диоксида серы и стабилизации к 2010 г. эмиссии диоксида углерода на уровне 1990 г.

## **2. Современное состояние электроэнергетики и её экологические характеристики**

На протяжении многих десятилетий электроэнергетика России формировалась на основе отечественной техники и технологий и к настоящему времени представляет мощный хозяйственный комплекс. Общая генерирующая мощность составляет 215 тыс. МВт. В 1998 г. произведено 812 млрд. кВтч электрической и 656 млрд. кВтч тепловой энергии (всего-1469 млрд. кВтч).

В структуре производства электроэнергии тепловые электростанции (ТЭС) играют доминирующую роль, ими производится более 60% её. С экологической точки зрения ТЭС являются объектами, длительно (в течение десятков лет) воздействующими на атмосферный воздух выбросами продуктов сгорания топлива.

В 1998 г. сохранилась сложившаяся в последние несколько лет положительная тенденция уменьшения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от ТЭС за счет благоприятного с экологической точки зрения топливного баланса, доля природного газа в котором увеличилась с 61,5 до 62,9% за счёт соответствующего вытеснения твёрдого и жидкого топлива, а также проведения на ТЭС реконструктивных и технологических мероприятий, направленных на подавление оксидов азота и повышение эффективности золоулавливающих установок.

Общая динамика основных экологических показателей ТЭС в период 1990-1998 гг. представлена следующими данными:

МЛН.Т

| Наименование<br>показателей<br>эмиссии | 1990 | 1993 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | Умень-<br>шение к<br>1990 г., % |
|--|------|------|------|------|------|------|---------------------------------|
| Твёрдые<br>частицы                     | 2,3  | 1,8  | 1,38 | 1,38 | 1,17 | 1,15 | 50,0                            |
| Оксиды азота                           | 1,6  | 1,4  | 1,17 | 1,12 | 1,07 | 1,03 | 35,6                            |
| Диоксид серы                           | 3,1  | 2,4  | 2,05 | 1,98 | 1,76 | 1,70 | 45,1                            |
| Итого:                                 | 7,0  | 5,5  | 4,60 | 4,48 | 4,00 | 3,88 | 44,5                            |

Как видно из таблицы, в 90-х гг. обозначилось устойчивое снижение эмиссии основных загрязнителей атмосферы, за 7 лет общее уменьшение выбросов составило 44,5%. Конечно, основное влияние на такую положительную динамику оказал весьма глубокий спад общей промышленной активности в стране (около 44%), вступившей на путь перехода к рыночной экономике. Однако, общее уменьшение производства электрической и тепловой энергии было не столь значительным и составило за тот же период 34,2%. Анализ этих данных показывает, что ещё более глубокое уменьшение эмиссии загрязняющих веществ достигнуто за счёт качественного улучшения работы ТЭС в условиях спада нагрузки. Особенно наглядно это можно видеть из сравнения тех же показателей, но в удельном выражении.

| Удельные показатели эмиссии | Единиц. измер. | 1990 | 1993 | 1995 | 1997 | 1998 | Уменьшение к 1990 г., % |
|-----------------------------|----------------|------|------|------|------|------|-------------------------|
| Твёрдые частицы             | кг/тут         | 24,5 | 21,6 | 19,2 | 16,8 | 16,4 | 33,1                    |
| Оксиды азота                | - " -          | 4,7  | 4,5  | 4,5  | 4,3  | 4,3  | 8,5                     |
| Диоксид серы                | - " -          | 21,8 | 20,6 | 20,6 | 19,5 | 18,8 | 13,8                    |

Среди продуктов сгорания ископаемого топлива особое место принадлежит диоксиду углерода ( $\text{CO}_2$ ), негативное влияние которого на окружающую среду, по мнению большей части учёных, сказывается на состоянии климата планеты. Климатическая проблема носит глобальный характер, её острота напрямую увязывается с характером производства и потребления энергии.

Принятие Рамочной конвенция ООН по климатическим изменениям значительной частью государств мира подтверждает настороженность мирового сообщества и единодушное желание предотвратить возможные катастрофические явления на нашей планете. Взятое на себя Сторонами-участницами Конвенции обязательство стабилизировать выбросы  $\text{CO}_2$  к 2000 г. на уровне, не превышающем 1990 г., выполняется пока лишь незначительным числом государств (Россией, Германией и Великобританией). В России в 90-х гг. наблюдалось существенное уменьшение эмиссии  $\text{CO}_2$ , к 1996 г. оно составляло по сравнению с 1990 г. около 600 млн. т (22,4%), что в основном связано с общим снижением промышленной активности. Электроэнергетика, являясь одной из основных отраслей, существенно (около 34%) влияющих на общую эмиссию  $\text{CO}_2$  в России, также добилась определённых успехов.

| Наименование показателей (на ТЭС) | Единиц. измер. | 1990  | 1991  | 1995  | 1997  | 1998  | Уменьшение к 1990 г., % |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
| Абсолютная эмиссия $\text{CO}_2$  | млн. тонн      | 708,5 | 698,5 | 516,9 | 493,0 | 485,3 | 31,5                    |
| Удельная эмиссия $\text{CO}_2$    | кг/кг тут      | 2,03  | 2,02  | 2,02  | 1,98  | 1,95  | 3,94                    |
| То же                             | кг/кВтч        | 0,478 | 0,476 | 0,464 | 0,460 | 0,414 | 13,3                    |

<sup>1</sup> выбросы золы отнесены только к твёрдому топливу

<sup>2</sup> выбросы оксидов азота даны для всего органического топлива

<sup>3</sup> выбросы диоксида серы отнесены только к серосодержащему топливу

<sup>4</sup> Отношение общей эмиссии  $\text{CO}_2$  на ТЭС ко всему количеству органического топлива в условном выражении (1 кг усл. топлива = 7000 ккал), израсходованному на ТЭС

Уменьшение валовых выбросов диоксида углерода по сравнению с базовым 1990 г. связано главным образом с общим экономическим спадом в стране и пропорциональным уменьшением спроса на электрическую и тепловую энергию. Улучшение показателей удельных выбросов диоксида углерода говорит о некоторых качественных положительных изменениях в структуре производства энергии и качестве потребляемого органического топлива.

Говоря о соблюдении взятых на себя международных обязательств, следует также упомянуть об уменьшении трансграничного загрязнения воздуха и сокращении к 1993 г. выбросов соединений серы на 30% относительно уровня базового 1980 года (протоколы 1979 г., Осло и 1995 г., София к международной Конвенции). Фактическое же уменьшение этих выбросов составило 48,3%. Уменьшение выбросов окислов серы на предприятиях электроэнергетики за этот период составило 69%.

### 3. Перспективы улучшения экологических показателей ТЭС

Участие России в указанных международных соглашениях, а также понимание важности сохранения природной среды обязывают работников электроэнергетической отрасли всячески содействовать дальнейшему продвижению вперёд. Принятая в отрасли “Экологическая программа” является важнейшим документом, определяющим важнейшие направления в этой деятельности. Согласно программе производство электрической энергии будет увеличиваться и к 2005 г. достигнет 1018 млрд. кВтч. Фактически перелом в уровне производства электроэнергии ожидается в 1999 г. Однако рост производства в отрасли не должен привести к увеличению техногенного воздействия на окружающую среду. Основные экологические показатели Программы представлены в следующей таблице:

---

<sup>5</sup> Отношение общей эмиссии CO<sub>2</sub> на ТЭС ко всему количеству произведённой электрической и тепловой энергии.

млн. тонн

| Наименование<br>показателей<br>эмиссии ТЭС | 1990 | 1994 | 1997 | 2000 | 2005 | Уменьше-<br>ние 2005/<br>1990 гг., % |
|--|------|------|------|------|------|--------------------------------------|
| Твёрдые<br>частицы                         | 2,3  | 1,5  | 1,17 | 1,6  | 1,3  | 43,5                                 |
| Оксиды азота                               | 1,6  | 1,2  | 1,07 | 1,4  | 1,3  | 18,8                                 |
| Диоксид серы                               | 3,1  | 2,2  | 1,76 | 2,6  | 2,7  | 12,9                                 |
| Итого:                                     | 7,0  | 4,9  | 4,00 | 5,6  | 5,3  | 24,3                                 |

Несмотря на увеличение объёма производимой энергии абсолютные значения эмиссии основных загрязняющих веществ будут существенно уменьшены за счёт реализации в период 1998-2005 гг. комплекса мер, направленных на повышение экологических показателей отрасли. Данный прогноз согласуется с намеченной динамикой повышения этих показателей в удельном выражении, что видно из следующих данных.

| Наименование за-<br>грязнителей на<br>ТЭС | Един.<br>измер. | 1990 | 1994 | 1997 | 2000 | 2005 | Уменьше-<br>ние<br>2005/1990<br>гг., % |
|---|-----------------|------|------|------|------|------|--|
| Твёрдые частицы                           | кг/тут          | 24,5 | 20,4 | 16,8 | 17,2 | 16,3 | 31,4                                   |
| Оксиды азота                              | - " -           | 4,7  | 4,6  | 4,3  | 4,2  | 4,1  | 12,8                                   |
| Диоксид серы                              | - " -           | 21,8 | 20,9 | 19,5 | 20,2 | 19,4 | 11,0                                   |

Снижение негативного воздействия теплоэнергетических объектов на окружающую природу в 1997-2005 гг. будет обусловлено рядом факторов, а именно:

- изменением топливного баланса в результате дальнейшего увеличения доли природного газа взамен высокосернистого жидкого топлива;
- увеличением доли твердого топлива с улучшенными экологическими характеристиками (пониженным содержанием серы и золы), в первую очередь - рядовых и обогащенных кузнецких и березовских углей;

<sup>6</sup> выбросы золы отнесены только к твёрдому топливу

<sup>7</sup> выбросы оксидов азота даны для всего органического топлива

<sup>8</sup> выбросы диоксида серы отнесены только к серосодержащему топливу

- выведением из баланса устаревшего, низкоэкономичного и экологически "грязного" оборудования;

- оснащением действующих котельных агрегатов современными установками газоочистки;

- вводом в действие нового экологически чистого оборудования, удовлетворяющего современным требованиям (нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для новых котельных установок определены новым ГОСТ'ом 50831-95).

- созданием нового высокоэффективного энергетического оборудования с повышенным на 10-15% КПД (ПГУ, энергоблоки на суперсверхкритических параметрах пара);

Большая часть указанных факторов, а вместе с ними ещё и такие, как ввод новых генерирующих мощностей на гидроэлектростанциях, строительство ветровых и геотермальных электростанций, расширение масштабов комбинированного производства электрической и тепловой энергии будут способствовать уменьшению эмиссии диоксида углерода. Динамика и прогноз абсолютных и удельных показателей эмиссии CO<sub>2</sub> в электроэнергетике представлен в следующей таблице:

| Наименование показателей (на ТЭС)  | Един. измер. | 1990  | 1991  | 1995  | 1997  | 2000  | 2005  | Уменьшение к 1990 г., % |
|------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
| Абсолютная эмиссия CO <sub>2</sub> | млн. тонн    | 708,5 | 698,5 | 516,9 | 493,0 | 517,6 | 557,8 | 21,3                    |
| Удельная эмиссия CO <sub>2</sub>   | кг/кг тут    | 2,03  | 2,02  | 2,02  | 1,98  | 1,96  | 1,94  | 4,4                     |
| То же                              | кг/кВтч      | 0,478 | 0,476 | 0,464 | 0,460 | 0,455 | 0,448 | 6,3                     |

Особо следует остановиться на последнем показателе. В отличие от предыдущего показателя, который характеризует главным образом структуру используемого на ТЭС органического топлива, он указывает на степень технологической эффективности работы теплоэнергетических установок. Чаще всего на вопрос о том, какова удельная эмиссия на ТЭС, представители большинства энергокомпаний затрудняются с ответом. А между тем, это очень ва-

<sup>9</sup> Отношение общей эмиссии CO<sub>2</sub> на ТЭС ко всему количеству органического топлива в условном выражении (1 кг усл. топлива = 7000 ккал), израсходованному на ТЭС

<sup>10</sup> Отношение общей эмиссии CO<sub>2</sub> на ТЭС ко всему количеству произведённой электрической и тепловой энергии.



жный показатель и его следовало бы ввести в практику во всём мире. Значение этого показателя зависит как от вида используемого топлива, так и от КПД технологического цикла тепловой электростанции.

Этот показатель в 1991 г. для ТЭС России составлял 0,476 кг/кВтч. Для сравнения, - в одной из крупнейших энергосистем Канады - "Ontario Hydro" (установленная мощность 35 млн. кВт) в 1992 г. он был равен 0,971 кг/кВтч<sup>11</sup>. Из приведённого сравнения видна значительная разница в показателях. Она объясняется тем, что в Российской электроэнергетике традиционно используется технология комбинированного производства электрической и тепловой энергии, при которой более 30% электроэнергии производится на тепловом потреблении, что в экологическом отношении имеет большое преимущество. В последние десятилетия некоторые страны Северной Европы также добились больших успехов в использовании данной технологии. Так, в одной из 2-х энергокомпаний Дании - "Элькрафт" (установленная мощность - 4 млн. кВт) - удельный показатель эмиссии CO<sub>2</sub> в 1996 г. составил 0,535 Тг/ТВтч<sup>12</sup>. В этой стране около 50% электроэнергии производится на тепловом потреблении. Однако неблагоприятная с экологической точки зрения топливная структура (основное топливо - каменный уголь) не позволяет Дании стать мировым лидером в данном показателе.

#### 4. Международное сотрудничество в решении проблемы климата на планете

Итоги состоявшейся в декабре 1997 г. в Киото 3-й конференции Сторон-участниц Рамочной конвенции ООН по климату в значительной степени оживили работу экологов и различных международных экологических организаций. Усиленно разрабатываются проекты документов, которые бы регламентировали процедуры учёта, мониторинга и проведения купли-продажи излишков эмиссии CO<sub>2</sub> (emission trading). Некоторые страны усомнились в своих возможностях проводить экономически приемлемые мероприятия, обеспечивающие выполнение взятых на себя обязательств по стабилизации или уменьшению существующих объёмов эмиссии диоксида углерода. У таких стран возникает интерес купить необходимую квоту на соответствующее количество

---

<sup>11</sup> Ontario Hydro 1992 Environmental Performance (Annual Report)

<sup>12</sup> SK Power company, Denmark, Annual Report '96

CO<sub>2</sub>. Ожидается, что в скором времени будет разработан международный механизм осуществления этой торговли, его рассмотрение намечено провести в ходе 4-й конференции Сторон-участниц Конвенции, которая состоится в ноябре 1998 года в Буэнос-Айресе (Аргентина). Таким образом, в скором времени появится возможность покупать “излишки” CO<sub>2</sub> у стран, которые их имеют. При этом в качестве главных доноров рассматриваются Китай и Россия.

В России резкое уменьшение эмиссии CO<sub>2</sub> в 90-х гг. связано в основном с резким падением производственной активности в условиях переходной экономики. Образовавшийся “излишек” диоксида углерода - явление временное, с восстановлением экономики его не будет, поэтому безоглядная распродажа его (если она произойдет по воле правительственных органов) может обернуться новой кабалой. Обратная покупка проданных излишков наверняка обойдется дороже.

Однако возможен и другой путь в торговле квотами на эмиссию CO<sub>2</sub>. Он заключается в осуществлении совместных проектов на территории страны-продавца за счёт финансовых средств страны-покупателя. Этот путь менее рискованный для страны-продавца, т. к. не создаёт препятствий для естественного экономического её развития. Однако, в этом случае необходимо оговорить, что приобретённая квота на выброс CO<sub>2</sub> действительна только на расчётный срок действия реализованного проекта, ибо с исчерпанием ресурса техники и сооружений прекращается действие экологического эффект, ради которого осуществлялся этот проект.

Именно в этом направлении начало действовать правительство Японии. Оно поручило своим крупнейшим корпорациям установить с соответствующими хозяйствующими структурами России, в том числе электроэнергетическими, контакты и получить предложения по осуществлению проектов, реализация которых позволит существенно уменьшить эмиссию парниковых газов. К настоящему времени только в электроэнергетической области сформировался пакет предложений, насчитывающий около 50 проектов. Это пакет передан японским корпорациям для изучения правительством Японии. На сегодня известно, что в список проектов вошли 18 объектов электроэнергетики, по которым Япония разработает технико-экономические обоснования.

Указанный пакет содержит главным образом проекты, связанные с широким внедрением парогазовых технологий на ряде мощных электростанций, имеются также проекты по реконструк-

ции ТЭС, строительству ГЭС и нетрадиционных источников энергии.

## **5. Заключение**

Говоря об эффективных проектах в российской электроэнергетике, следует отметить, что наибольшие резервы Россия имеет в области энергосбережения. В этой сфере потенциал оценивается в 200 млн. тонн условного топлива. Выше указывалось, что средний уровень состояния дел в производственном электроэнергетическом секторе не столь разительно отличается от показателей промышленно развитых стран, но в потребительском секторе хозяйства использование и электрической, и тепловой энергии недостаточно эффективно. Именно в этот сектор целесообразно в первую очередь направить инвестиции, где они могут дать наилучшее соотношение затрат на тонну высвобождаемого диоксида углерода.