

# **Экологические основы общественного производства**

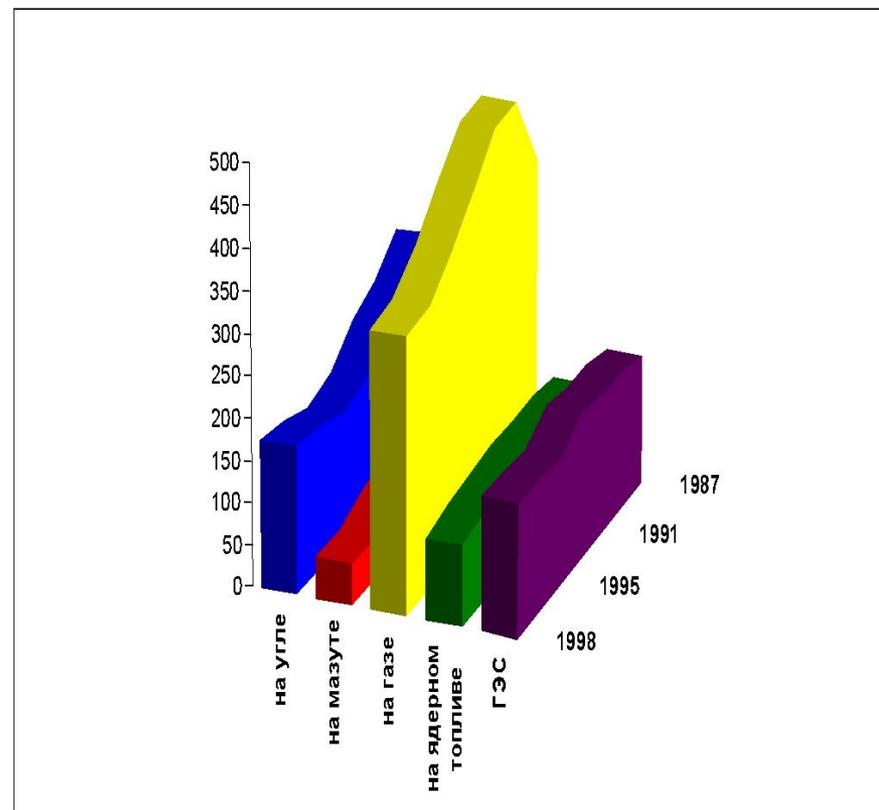
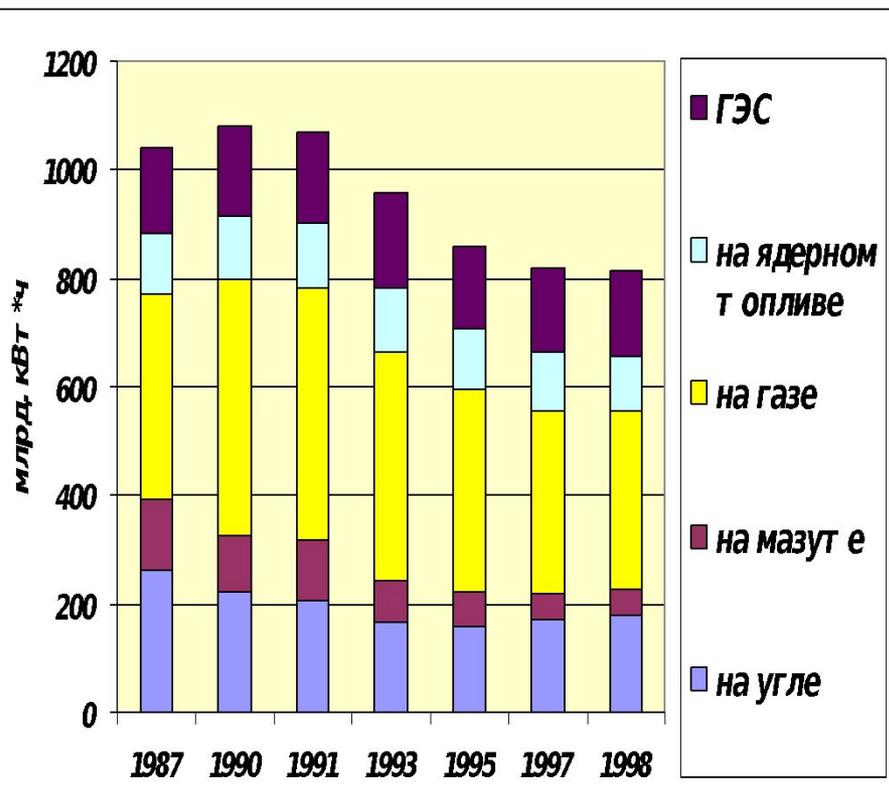
- **Битюкова Виктория  
Расуловна,**
- **Каф. Экономической и  
социальной географии  
России**

Ратанова М.П. Экологические основы  
общественного производства,  
Смоленск, 1999

# ЭНЕРГЕТИКА

Тепловая энергетика

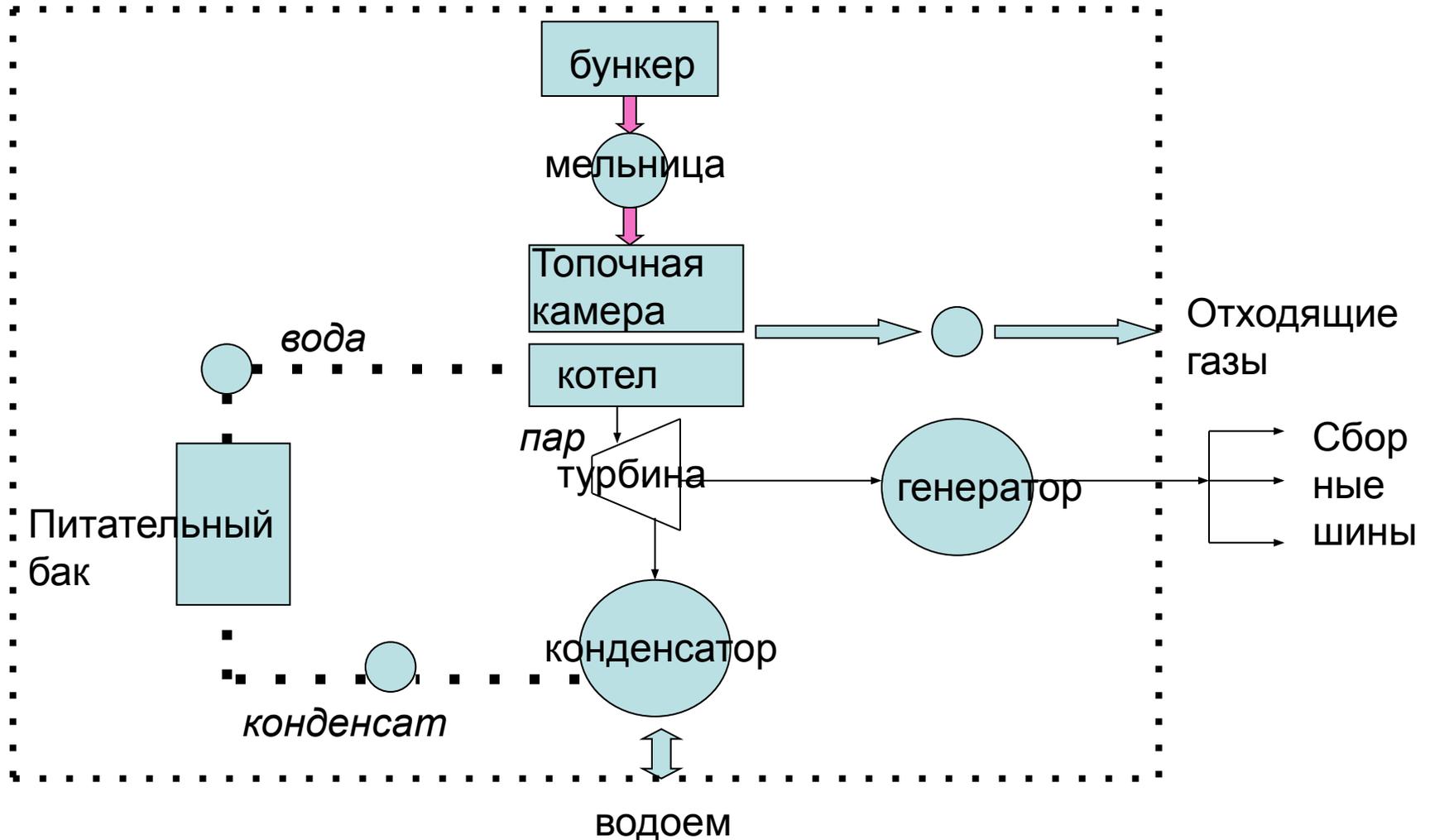
# структура производства электроэнергии в России по видам используемых энергоресурсов. (846 млрд.кВт\*ч)



# Типы тепло-энергоустановок

- ГРЭС
- ТЭС
- ТЭЦ
- КОТЕЛЬНЫЕ

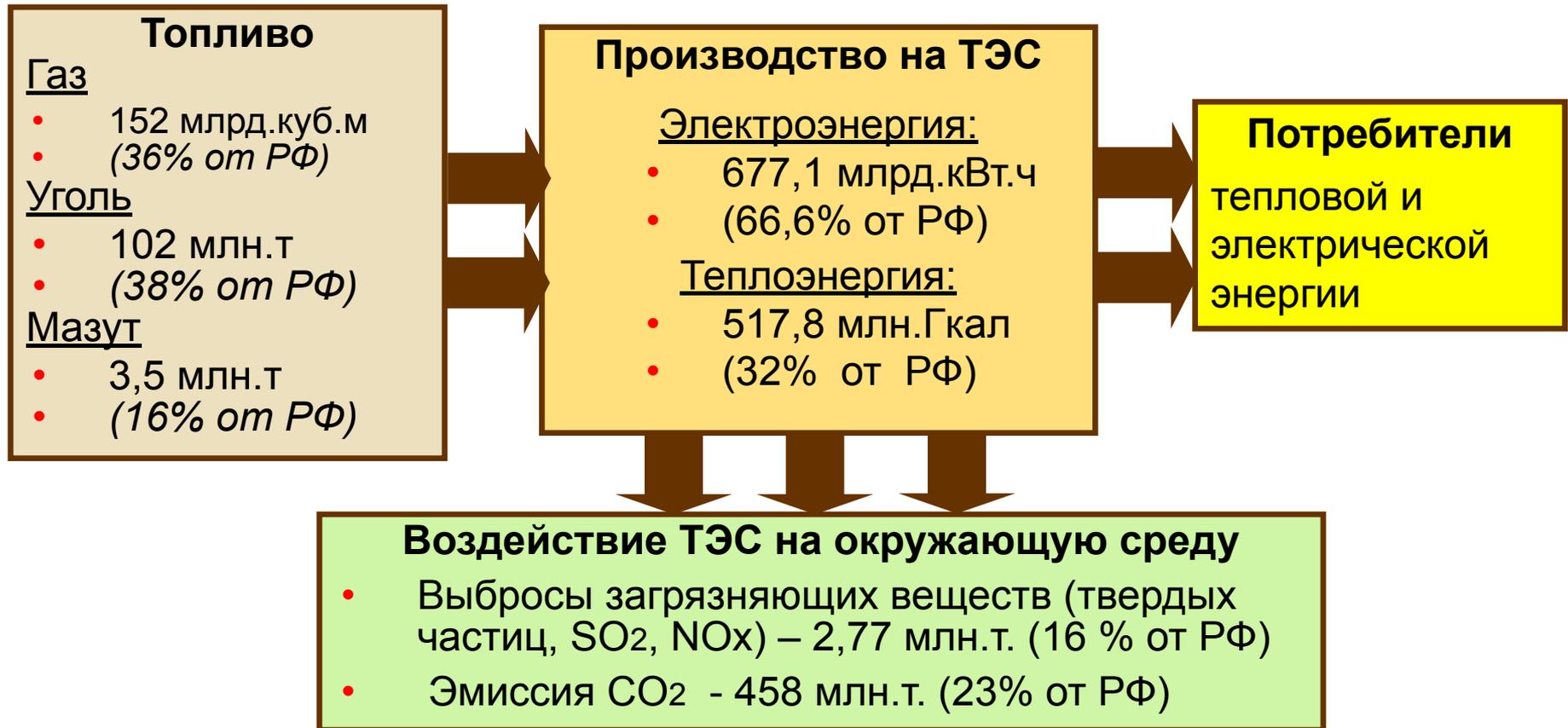
# Схема технологического процесса паротурбинной конденсационной станции



Тепловые электростанции являются основными  
стационарными источниками загрязнения  
воздушного бассейна

30%  20%

# Воздействие электростанций на окружающую среду в 2007 году



- Вывод: электроэнергетика более экологически эффективна, по сравнению с другими секторами экономики, потребляющими топливо (ЖКХ, черная металлургия, нефтехимия и т.д.)

# Загрязнение природного комплекса от ТЭС

# Факторы загрязнения атмосферы

1. Структура топливного баланса
2. Качество сжигаемого топлива
3. Тип энергоустановки
4. Возраст энергоустановки
5. Систем очистки
6. Высота выброса
7. Температура выброса
8. Структура выброса

# **1. СТРУКТУРА ТОПЛИВНОГО БАЛАНСА**

## **1.1. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ**

## **1.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

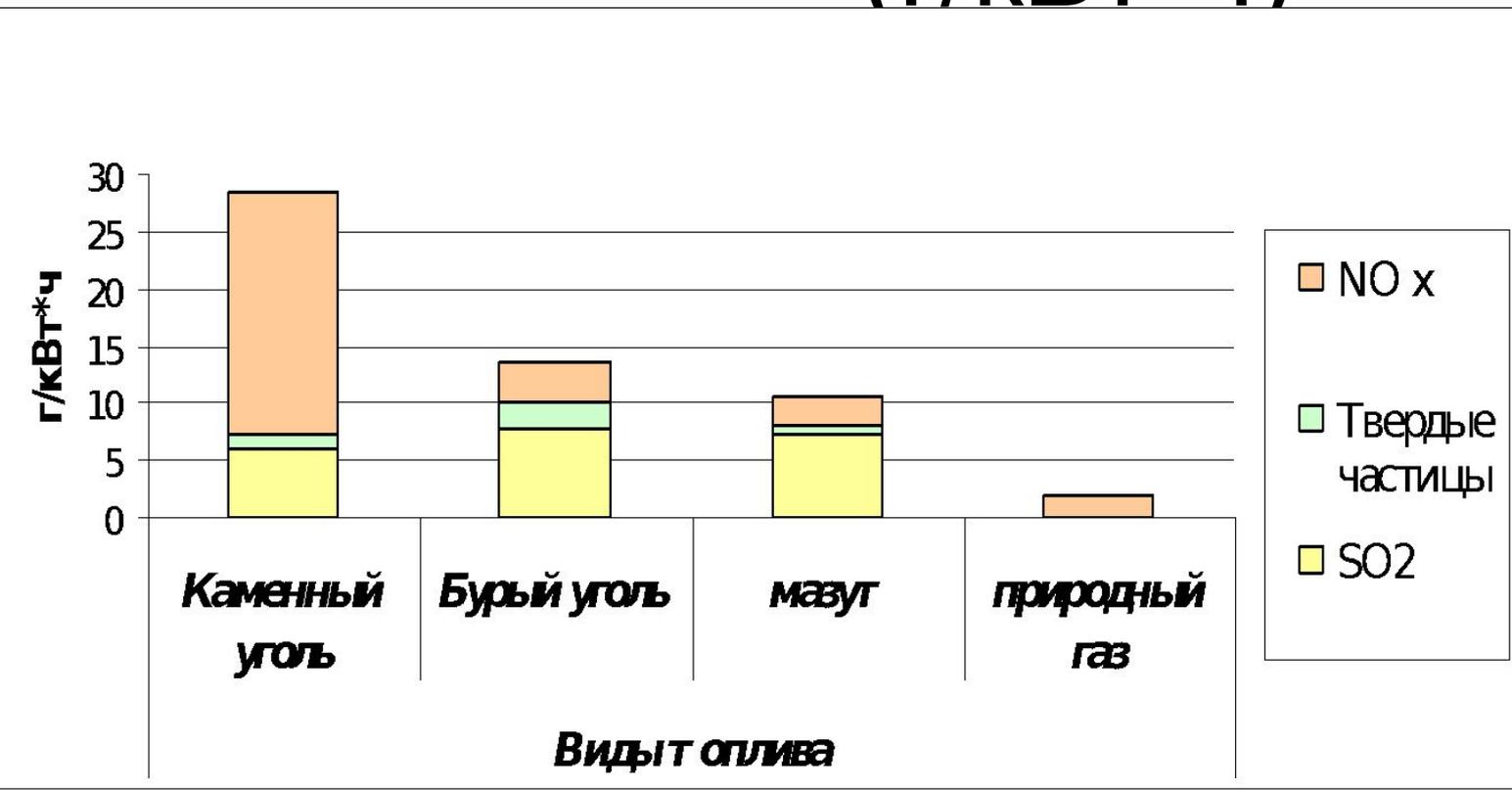
## **1.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ**

# 1.1. Угольные ресурсы

| Страна, год     | Доля угля в ТБ | Энергетическая<br>ценность, МДж/кг |
|-----------------|----------------|------------------------------------|
| Россия 1990     | 20,7           | 19                                 |
| 1995            | 18,3           | 18,5                               |
| 2000            | -              | 18,7                               |
| 2010            | -              | 18,3                               |
| США 1990        | 55,9           | 22,4.....31,4                      |
| Германия, 1990  | 55,1           | 24,4.....31                        |
| Англия, 1990    | 54             | 19,3.....25,5                      |
| Япония, 1990    | 20             | 25,1.....35,5                      |
| Австралия, 1993 | 88             | 22,4.....25,5                      |
| КНР, 1990       | 59             | 19,7                               |
| Польша, 1992    | -              | 24,9                               |
| 1993            | 91             | 23,9                               |
| 2000            | -              | 25,9                               |

# 1.2. Пирамида «ЭКОЛОГИЧНОСТИ» ВИДОВ ТОПЛИВА

# 1.3. Выбросы в атмосферу при сжигании топлива (г/кВт\*ч)



# Эффект суммации

$$\frac{C1}{ПДК1} + \frac{C2}{ПДК2} + \frac{C3}{ПДК3} + \frac{Cn}{ПДКn} \leq 1$$

1. озон+NO<sub>2</sub>+формальдегид
2. SO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
3. SO<sub>2</sub>+ NO<sub>2</sub>
4. SO<sub>2</sub>+HF
5. SO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>S
6. SO<sub>2</sub>+ NO<sub>x</sub>+NH<sub>3</sub>
7. SO<sub>2</sub>+ фенол

## 2 ФАКТОР. Качество сжигаемого топлива

### Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от разных видов топлива

| Вид топлива           | Теплота сгорания<br>(МДж/кг) | Выбросы<br>SO <sub>2</sub><br>(г/кВт*ч) | Выбросы<br>NO <sub>x</sub><br>(г/кВт*ч) |
|-----------------------|------------------------------|---|---|
| Мазут                 | <b>38,8</b>                  | 15,9                                    | 2,4                                     |
| Подмосковный уголь    | 10,4                         | <b>53,9</b>                             | 2,2                                     |
| Донецкий уголь        | <b>24,2</b>                  | 21,6                                    | 2,8                                     |
| Кузбасский уголь      | 22,6                         | 3,5                                     | <b>3,7</b>                              |
| Канско-Ачинский уголь | 15,7                         | 2,6                                     | 1,5                                     |
| Экибастузский уголь   | 12,1                         | 10,2                                    | <b>3,5</b>                              |

# Выход вредных соединений при сжигании топлива в топках котлов

| Вредные соединения              | Выход вредных соединений, кг/тут       |                                   |   |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|---|
|                                 | нефть, мазут,<br>Q = 10 000<br>ккал/кг | уголь,<br>Q =<br>7 000<br>ккал/кг | природный или<br>промышленны<br>й газ,<br>Q = 9 000 ккал/кг |
| <b>Сернистый ангидрит</b>       | <b>14</b>                              | <b>20</b>                         | <b>0,39</b>   |
| Серный ангидрит                 | 0,7                                    | 1                                 | 0,031   |
| Сероводород                     | < 0,7                                  | < 1                               | 0,08  |
| <b>Оксиды азота</b>             | <b>4,9</b>                             | <b>4</b>                          | <b>6,55</b>   |
| Синильная кислота               | < 0,7                                  | < 1                               | 0   |
| Аммиак                          | 0,7                                    | 1                                 | 0,28  |
| Соляная кислота                 | < 0,7                                  | 1                                 | 0,28  |
| Формальдегид                    | 0,7                                    | 1                                 | 0,85  |
| Органические вещества           | 3,5                                    | <b>10</b>                         | 1,37  |
| Кислоты в пересчете на уксусную | <b>10,5</b>                            | <b>15</b>                         | 1,25  |
| <b>Пыль</b>                     | <b>0,7</b>                             | <b>100</b>                        | <b>0,08</b>   |
| Фтористые соединения            | 0                                      | 0,2                               | 0   |

# 3 ФАКТОР. Тип энергоустановки

Парогазовая установка состоит из двух отдельных установок: паросиловой и газотурбинной.

В газотурбинной установке турбину вращают газообразные продукты сгорания топлива.

## Преимущества ПГУ

- КПД более 60 %.
- Низкая стоимость единицы мощности
- потребляют существенно меньше воды
- Короткие сроки возведения (9-12 мес.)
- Меньше топлива
- Компактные размеры что сокращает затраты на ЛЭП
- Выброс меньше

## Недостатки ПГУ

- Низкая единичная мощность оборудования (160—972,1 МВт на 1 блок), в то время как современные ТЭС имеют мощность блока до 1200 МВт, а АЭС 1200—1600 МВт.
- Необходимость осуществлять фильтрацию воздуха, используемого для сжигания топлива.

# Преимущества были впервые доказаны еще в 1950-х годах

В СССР Невинномысской ГРЭС и Молдавской ГРЭС.

В России введены в эксплуатацию блоки на :

1. Северо-Западной ТЭЦ
2. Южной ТЭЦ в Санкт-Петербурге
3. Калининградской ТЭЦ-2
4. Тюменская ТЭЦ-1<sup>[2]</sup>
5. ТЭЦ-27 и ТЭЦ-21 в Москве
6. Ивановской ГРЭС
7. Сочинской ТЭС. Шатурской ГРЭС
8. Краснодарская ТЭЦ
9. Челябинской ТЭЦ-3
10. Среднеуральской ГРЭС
11. Невинномысской ГРЭС

Таблица 6. 20 крупнейших ТЭС по количеству сжигаемого топлива в 1998 г.

| Ранг | Ранг по выбор. | Станция                                 | всего | Доля в % |     |       |        |
|------|----------------|---|-------|----------|-----|-------|--------|
|      |                |   |       | мазут    | газ | Уголь | прочие |
| 1    | 69+44          | Сургутская ГРЭС-1+2                     | 14986 |          | 100 |       |        |
| 2    | 1              | Рефтинская ГРЭС г. Асбест               | 5517  | 2        | 0   | 98    |        |
| 3    | 23             | Костромская ГРЭС                        | 4035  | 18       | 82  |       |        |
| 4    | 101            | ТЭЦ-21 г. Москва                        | 3695  | 1        | 99  |       |        |
| 5    | 30             | Ириклинская ГРЭС пос. Энергетик         | 3617  | 13       | 87  |       |        |
| 6    | 54             | ТЭЦ-22 г. Люберцы                       | 3460  | 0        | 86  | 14    |        |
| 7    | 78             | ТЭЦ-23 г. Москва                        | 3323  | 1        | 99  |       |        |
| 8    | 102            | ТЭЦ-26 г. Москва                        | 3277  | 2        | 98  |       |        |
| 9    | 11             | Кармановская ГРЭС пос. Карманово        | 3169  | 40       | 60  |       |        |
| 10   | 7              | Рязанская ГРЭС                          | 3142  | 10       | 59  | 30    |        |
| 11   | 57             | Ставропольская ГРЭС пос. Солнечнодольск | 3104  | 10       | 90  |       |        |
| 12   | 3              | Новочеркасская ГРЭС                     | 2974  | 17       | 9   | 74    |        |
| 13   | 91             | ТЭЦ-25 г. Москва                        | 2938  | 2        | 98  |       |        |
| 14   | 108            | ТЭЦ ВАЗа                                | 2710  | 1        | 99  |       |        |
| 15   | 39             | Конаковская ГРЭС                        | 2496  | 21       | 79  |       |        |
| 13   | 85             | Невинномысская ГРЭС                     | 2447  | 4        | 96  |       |        |
| 17   | 18             | Нижекамская ТЭЦ-1                       | 2396  | 30       | 70  |       |        |
| 18   | 15             | Томь-Усинская ГРЭС г. Мыски             | 2376  | 0        |     | 100   |        |
| 19   | 14             | Назаровская ГРЭС                        | 2335  | 1        |     | 99    |        |
| 20   | 19             | Беловская ГРЭС                          | 2330  | 0        |     | 100   |        |

20 крупнейших ТЭС России по объему выбросов в 1998 г.

| Ранг | Станция                          | Всего  | Зола | SOx | NOx | Прочие |
|------|----------------------------------|--------|------|-----|-----|--------|
| 1    | Рефтинская ГРЭС г. Асбест        | 284490 | 39   | 35  | 25  |        |
| 2    | Троицкая ГРЭС                    | 176296 | 63   | 27  | 8   | 2      |
| 3    | Новочеркасская ГРЭС              | 131422 | 23   | 51  | 19  | 7      |
| 4    | Аргаяшская ТЭЦ                   | 93579  | 64   | 27  | 3   | 7      |
| 5    | Черепетская ГРЭС                 | 88981  | 59   | 27  | 11  | 3      |
| 6    | Приморская ГРЭС г. Лучегорск     | 73850  | 42   | 44  | 6   | 9      |
| 7    | Рязанская ГРЭС                   | 66906  | 15   | 57  | 19  | 10     |
| 8    | Омская ТЭЦ-4                     | 65631  | 50   | 39  | 10  |        |
| 9    | Верхне-Тагильская ГРЭС           | 62704  | 45   | 39  | 16  |        |
| 10   | Омская ТЭЦ-5                     | 60485  | 37   | 45  | 16  | 2      |
| 11   | Кармановская ГРЭС пос. Карманово | 59238  | 1    | 78  | 19  | 2      |
| 12   | Южно-Уральская ГРЭС              | 58561  | 36   | 44  | 13  | 7      |
| 13   | Череповецкая ГРЭС                | 54346  | 25   | 63  | 11  |        |
| 14   | Назаровская ГРЭС                 | 52736  | 36   | 50  | 12  | 2      |
| 15   | Томь-Усинская ГРЭС г. Мыски      | 52077  | 30   | 34  | 32  | 3      |
| 16   | Воркутинская ТЭЦ-2               | 50655  | 44   | 47  | 8   | 1      |
| 17   | Владивостокская ТЭЦ-2            | 48725  | 32   | 31  | 12  | 25     |
| 18   | Нижекамская ТЭЦ-1                | 41630  |      | 64  | 33  | 2      |
| 19   | Сургутская ГРЭС-1+2              | 40888  |      |     | 76  | 24     |
| 20   | Беловская ГРЭС                   | 40679  | 36   | 35  | 29  |        |

# **сброс загрязненных сточных вод (более 3%),**

- На 1 кВт/час – 3 л воды (охлаждение турбогенератора)
- От 25 до 625 млн куб. м/год
- Средний расход охлаждающей воды на 1000 МВт – 30 куб. м/сек и 4500 ГДж
- Температура водоема на 5° – зимой и 3° – летом по санитарным нормам

# Последствия водного загрязнения

- 1. изменение биоты
- 2. больше чем в 1,5 раза увел. БПК
- 3. растёт кол-во основных форм азота
- Более активно проявляются токсичные свойства
- Патогены
- Синергизм

# Способы уменьшения

- Разбрызгивание
- Отвод на большую глубину
- Сооружение зигзагообразных дамб
- Искусственная аэрация
- Обратное водоснабжение
- Градирни

# **Земельные ресурсы накопление в золоотвалах более 1,0 млрд.т ЗШО.**



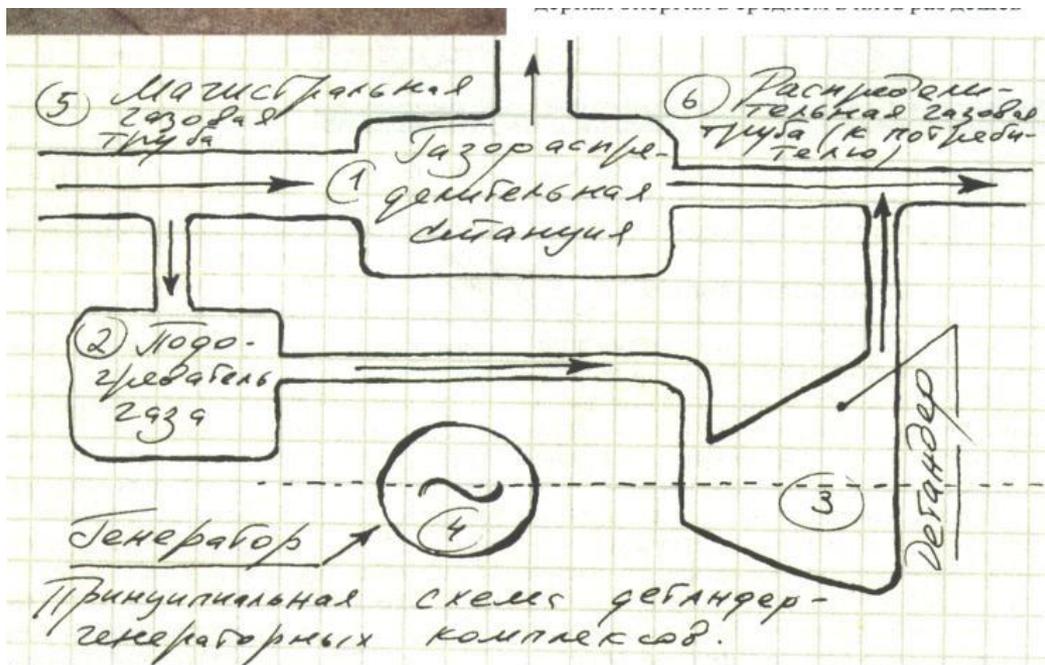
# ЭМП



# Пути снижения загрязнения

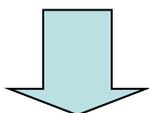
1. Новые технологии производства
2. Фильтры и системы очистки
3. Снижение энергоемкости
4. Тепло-энергосбережение

# 1. Новые технологии



# РОССИЯ – ЭНЕРГОРАСТОЧИТЕЛЬНАЯ СТРАНА

| Страна   | Энергопотребление (тнэ) на душу населения (МЭА, 2005) |
|----------|---|
| Россия   | 4,46  |
| Швеция   | 5,75  |
| Норвегия | 5,11  |
| Дания    | 3,85  |
| Польша   | 2,45  |



По объему потребления энергии на душу населения Россия несильно отстает от стран с развитой экономикой и схожими климатическими условиями. Проблема в том, что около трети этой энергии расходуется вхолостую.

Россия занимает первое место в мире по доле централизованного теплоснабжения на рынке отопления жилого сектора (около 70%). И первое место в мире по объему абсолютных потерь в тепловых сетях. Москва – мировой лидер по потерям в тепловых сетях.

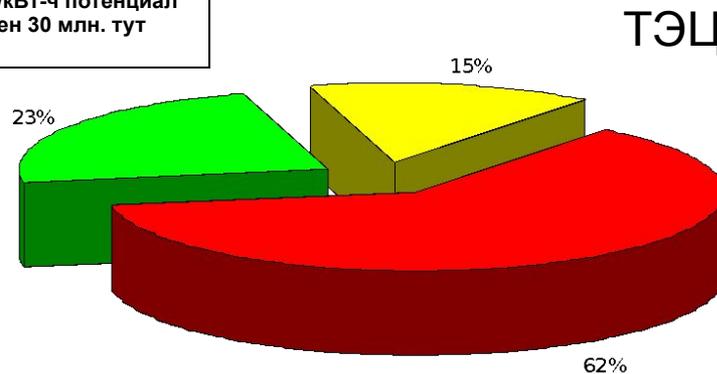
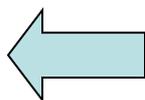


|   | Россия | Западная Европа |
|---|--------|-----------------|
| Потери при распределении тепловой энергии (% от поставленной энергии) | 15-25  | 5-10            |
| Потери при выработке (%)  | 15-40  | 5-15            |

# ЭНЕРГОРАСТОЧИТЕЛЬНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

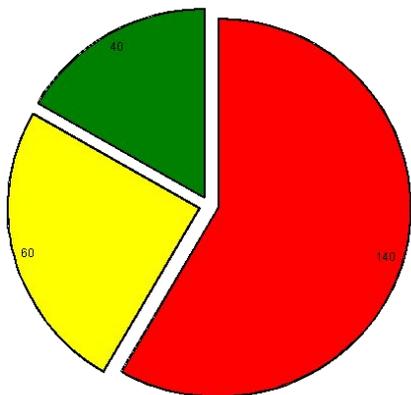
В России на ТЭЦ вырабатывается около 350 млрд. кВт-ч со средним удельным расходом топлива на производство электроэнергии (на отпуск с шин электростанций) 327 гут/кВт-ч, что ниже среднего КПД конденсационных станций стран ОЭСР и только на 4% меньше среднего расхода на российских ГРЭС, а значит, преимущества совместной выработки электроэнергии и тепла на ТЭЦ минимальны.

При снижении удельного расхода топлива на производство электроэнергии на ТЭЦ до 240 гут/кВт-ч потенциал экономии топлива равен 30 млн. тут

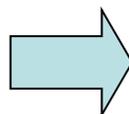


- Число котельных до 240 гут./кВтч
- Число котельных от 240 до 300 гут./кВтч
- Число котельных от 300 до 800 гут./кВтч

## ГРЭС



- Выработка электроэнергии на ГРЭС с КПД < 38%, млрд. кВтч (удельный расход топлива 380-1350 г.т./кВтч)
- Выработка электроэнергии на ГРЭС с КПД > 38%, млрд. кВтч (удельный расход топлива 250-380 г.т./кВтч)
- Выработка электроэнергии на ГРЭС с КПД > 52%, млрд. кВтч (удельный расход топлива до 250 г.т./кВтч)



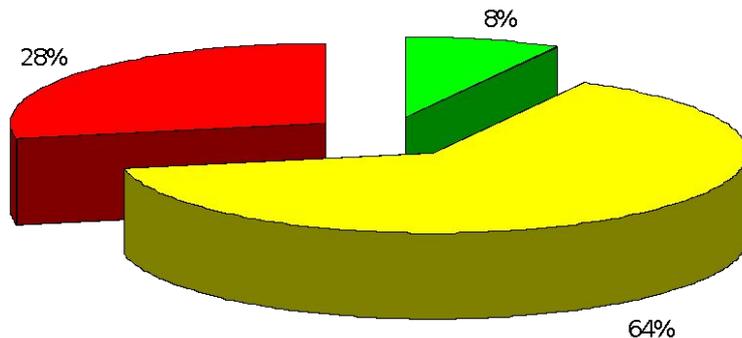
В России на тепловых электростанциях, работающих на конденсационном оборудовании, вырабатывается около 250 млрд. кВт-ч со средним удельным расходом топлива на производство электроэнергии (на отпуск с шин электростанций) 341 гут/кВт-ч, что соответствует КПД электростанций 36%. Это ниже как среднего по ОЭСР показателя по угольным и мазутным (38%), так и по газовым станциям (41%).

Потенциал экономии топлива на ГРЭС равен 16,5 млн. тут, (в.ч. 9,7 млрд. м3 газа), а при повышении загрузки оборудования – 19 млн. тут

# ЭНЕРГОРАСТОЧИТЕЛЬНОСТЬ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

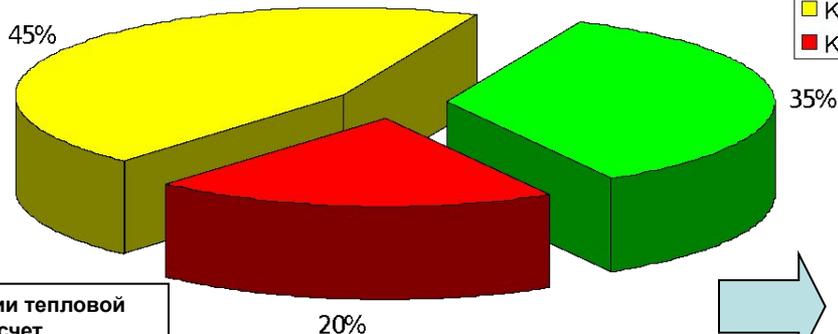
Средний КПД котельных равен только 67% при 92-95% в странах Западной Европы. В России КПД выше 85% имеют только 8% всех котельных. Еще 64% котельных с КПД выше 80% попадают в «желтую» зону, а 28% с КПД ниже 60% находятся в «красной» зоне, которая также включает 13% котельных с КПД даже ниже 40%.

Доведение среднего КПД всех российских котельных, работающих на газе, до 92% (уровень, достигнутый на многих новых котельных), а прочих – до 85% позволит «сбрить» красную зону взлета удельных расходов топлива и получить экономию в размере 41 млн. т. у.т., включая экономию 2,5 млн. т нефтепродуктов и 7 млрд. м3 природного газа.



Потенциал экономии топлива за счет повышения КПД котельных равен 41 млн. т. у.т., в т.ч. 7 млрд. м3 природного газа

- Котельные с КПД выше 85%
- Котельные с КПД 80-85%
- Котельные с КПД ниже 60%, включая 13% котельных с КПД ниже 40%



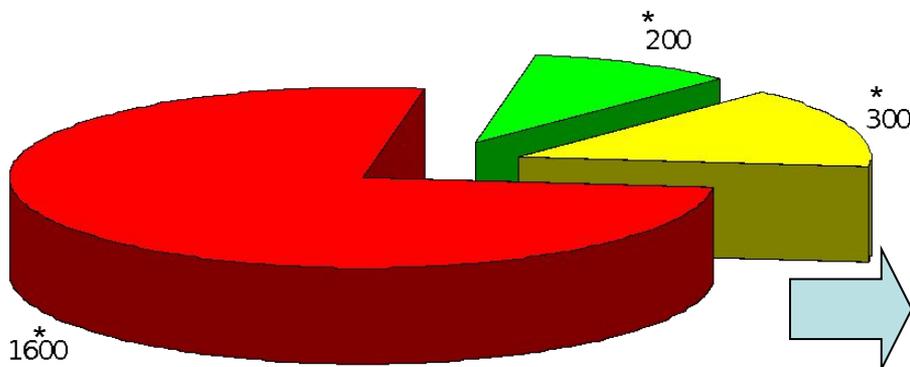
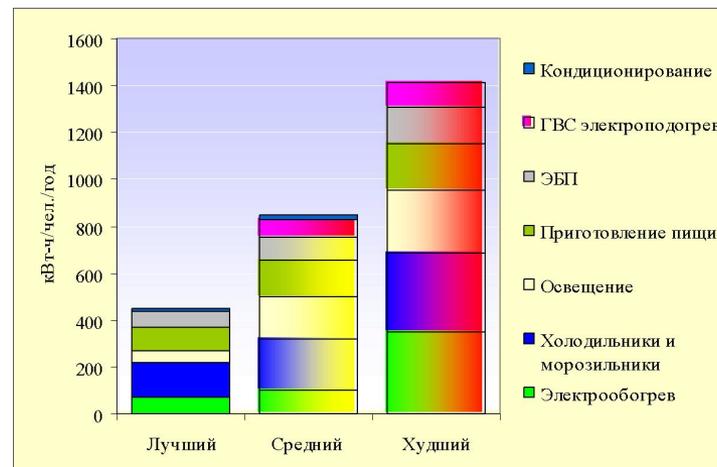
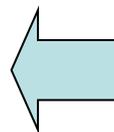
Потенциал экономии тепловой энергии в сетях за счет снижения сверхнормативных потерь тепла - 250 млн. Гкал, что эквивалентно ежегодной экономии 50 млн. т. у.т., включая 16 млрд. м3 природного газа

- Тепловые муниципальные сети, нуждающиеся в срочной замене
- Тепловые муниципальные сети, нуждающиеся в замене
- Тепловые муниципальные сети, в настоящее время не нуждающиеся в замене

Тепловые сети в России имеют протяженность 184 тыс. км, из которых 34 тыс. км нуждаются в срочной замене. Средний возраст тепловых сетей превышает 13 лет, а износ – 65%. Во многих странах Западной Европы с развитыми системами теплоснабжения потери в тепловых сетях составляют 2-10%. В России средние нормативные потери в тепловых сетях можно принять равными 10%. Средние сверхнормативные потери в тепловых сетях составляют 12-15% (по некоторым оценкам – до 20-30%).

## ЭНЕРГОРАСТОЧИТЕЛЬНОСТЬ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Для оценки потенциала экономии электроэнергии, используемой домохозяйствами, все домохозяйства были разбиты на три группы: лучшие, средние и худшие. В лучшую группу входит не более 2% домохозяйств, в среднюю – 50%, в худшую – еще 48%. Разрыв по уровню потребления электроэнергии на одного человека очень велик.



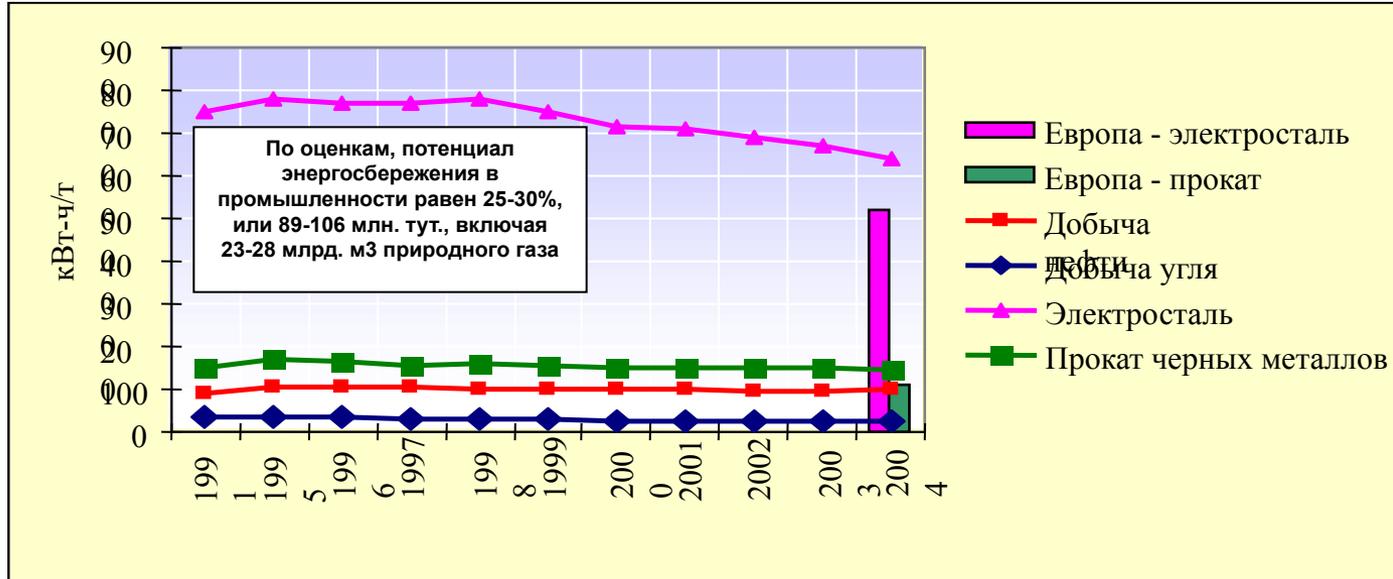
Потенциал экономии тепловой энергии в жилых зданиях на цели отопления - 276 млн. Гкал, что эквивалентно ежегодной экономии 52 млн. т.т., включая 24 млрд. м<sup>3</sup> и 4 млн. т нефти

\* млн. м<sup>2</sup> жилой площади с централизованным отоплением

- Построенные после 2000 г. (расход тепловой энергии до 0,1 Гкал/м<sup>2</sup> в год)
- Построенные между 1990 и 2000 гг. (расход тепловой энергии 0,1-0,15 Гкал/м<sup>2</sup> в год)
- Построенные до 1990 г. (расход тепловой энергии 0,15-0,5 Гкал/м<sup>2</sup> в год)

Небольшая часть жилых зданий, построенных после 2000 г. по новым СНиП, соответствует современным показателям эффективности систем теплозащиты и теплоснабжения зданий (зеленая зона). Основная же масса зданий построена с еще довольно низкими параметрами эффективности использования тепловой энергии на цели отопления. «Сбрить» красную и желтую зоны можно за счет мер по утеплению зданий, которые способны обеспечить при разумных затратах экономию в размере 35-60% от нынешнего уровня потребления.

# ЭНЕРГОРАСТОЧИТЕЛЬНОСТЬ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ



В 2004 г. энергоёмкость российской промышленности осталась практически на уровне 1990 г. В одних отраслях очевиден прогресс, а в других – регресс. Например, удельный расход электроэнергии в добыче нефти в 2004 г. вырос на 7% по сравнению с 1991 г., снизился в добыче угля на 32% (за счет снижения доли шахтной добычи), в производстве электростали – на 15%, в прокате черных металлов – только на 3% .

## Динамика изменения энергоёмкости в основных отраслях

тыс. т у.т./млрд. руб, в ценах 2000 г.

