

# Экономические вызовы для угольной генерации в России и мире

Ф.В.Веселов, А.А. Хоршев, И.В. Ерохина И.В., Р.О. Аликин

IV Международная научно-техническая конференция «Использование твердых топлив для эффективного и экологически чистого производства электроэнергии и тепла»

Москва, октябрь 2018 г.



## Роль угля в энергобалансе. Тенденции разных стран

|                       | 1990 г.     | 1995 г.     | 2000 г.     | 2005 г.     | 2010 г.     | 2015 г.     |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Мир в целом</b>    | <b>25,2</b> | <b>23,8</b> | <b>23</b>   | <b>26</b>   | <b>28,3</b> | <b>28,1</b> |
| <b>ЕС-28</b>          | <b>27,1</b> | <b>21,7</b> | <b>18,6</b> | <b>17,4</b> | <b>16</b>   | <b>16,2</b> |
| <b>Германия</b>       | <b>36,6</b> | <b>27,2</b> | <b>25,2</b> | <b>24,3</b> | <b>24,2</b> | <b>25,8</b> |
| <b>Великобритания</b> | <b>30,6</b> | <b>21,8</b> | <b>16,4</b> | <b>17</b>   | <b>15,2</b> | <b>13,2</b> |
| <b>Польша</b>         | <b>76,5</b> | <b>70,7</b> | <b>63,4</b> | <b>59,3</b> | <b>54,4</b> | <b>50,9</b> |
| <b>Канада</b>         | <b>11,5</b> | <b>10,8</b> | <b>12,5</b> | <b>10,6</b> | <b>8,7</b>  | <b>6,8</b>  |
| <b>США</b>            | <b>24</b>   | <b>22,9</b> | <b>23,5</b> | <b>24,1</b> | <b>22,7</b> | <b>17,1</b> |
| <b>Италия</b>         | <b>10</b>   | <b>7,7</b>  | <b>7,3</b>  | <b>8,8</b>  | <b>7,9</b>  | <b>8,1</b>  |
| <b>Китай</b>          | <b>60,6</b> | <b>62</b>   | <b>58,5</b> | <b>67,5</b> | <b>70,5</b> | <b>66,6</b> |
| <b>Турция</b>         | <b>32</b>   | <b>27</b>   | <b>29,6</b> | <b>26,9</b> | <b>30,2</b> | <b>26,8</b> |
| <b>Россия</b>         | <b>21,6</b> | <b>20,2</b> | <b>19,3</b> | <b>17,2</b> | <b>14,6</b> | <b>16,4</b> |
| <b>Индия</b>          | <b>30,3</b> | <b>33,2</b> | <b>33,1</b> | <b>35,7</b> | <b>40,3</b> | <b>44,5</b> |
| <b>Индонезия</b>      | <b>3,6</b>  | <b>4,8</b>  | <b>7,7</b>  | <b>12,4</b> | <b>15,1</b> | <b>18,2</b> |
| <b>Южная Корея</b>    | <b>27,3</b> | <b>18,4</b> | <b>22,3</b> | <b>23,6</b> | <b>29,4</b> | <b>29,6</b> |

Источник: МЭА

Уголь остается ключевым (после нефти) ресурсом в энергетике мира и ресурсом, обеспечивающим быстрый рост экономик многих развивающихся стран.

Крупнейшие развивающиеся страны переходят к сдерживанию его доли из-за диверсификации баланса и экологической нагрузки

Развитые страны резко сокращают долю угля в рамках активной экологической политики с замещением газом и ВИЭ

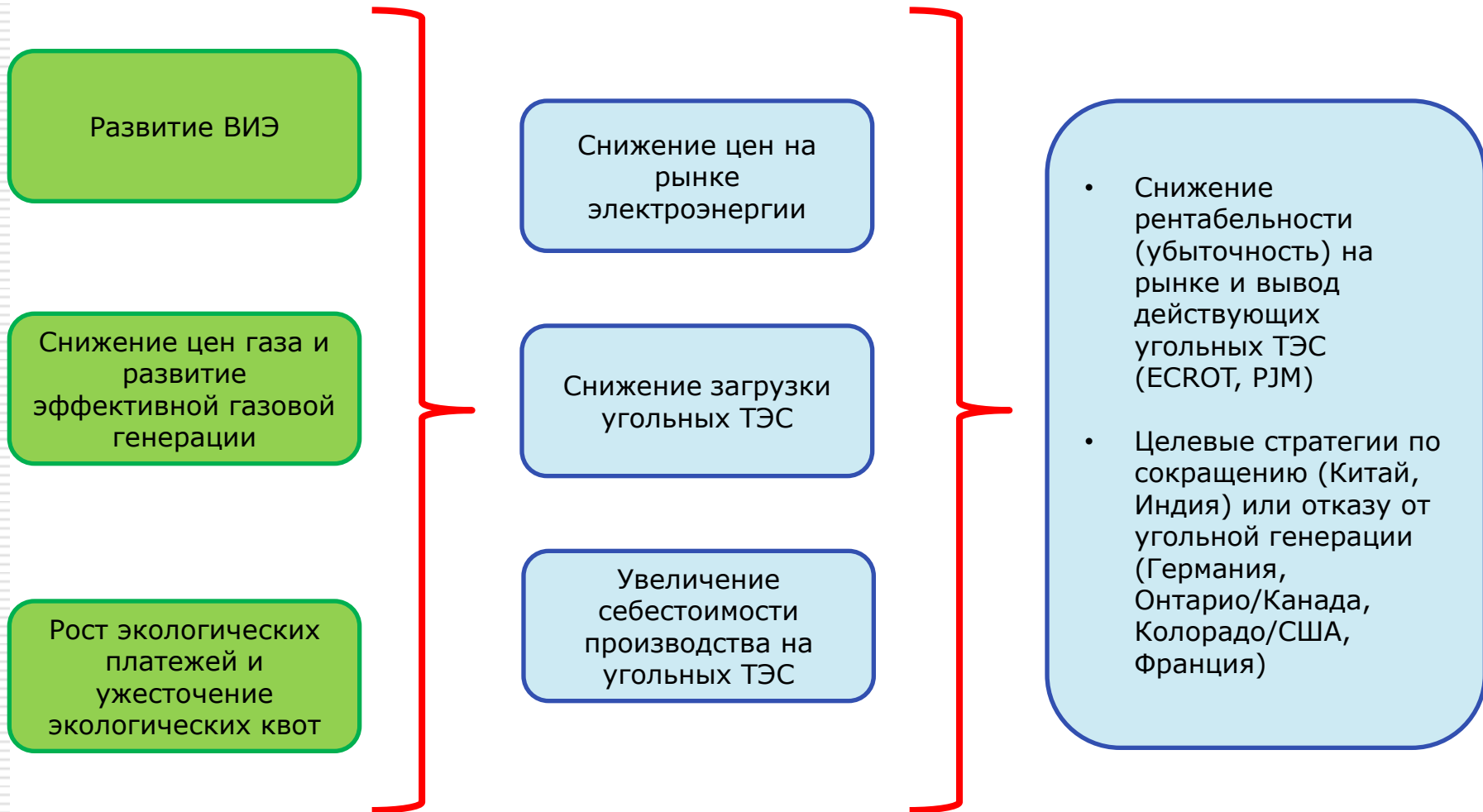
## Роль угля в электроэнергетике. Тенденции разных стран

|                       | 1990 г.     | 1995 г.     | 2000 г.     | 2005 г.     | 2010 г.     | 2015 г.     |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Мир в целом</b>    | <b>37,1</b> | <b>37,4</b> | <b>38,7</b> | <b>39,9</b> | <b>40,2</b> | <b>39,3</b> |
| <b>ЕС-28</b>          | 40          | 35,1        | 31,7        | 29,8        | 25,3        | 25,3        |
| <b>Германия</b>       | 58,7        | 55,6        | 53,1        | 48,3        | 43,6        | 44,3        |
| <b>Великобритания</b> | 65          | 46,7        | 32,7        | 34,5        | 28,7        | 22,8        |
| <b>Польша</b>         | 97,5        | 97,1        | 96,3        | 92,2        | 88,1        | 80,9        |
| <b>Канада</b>         | 17,1        | 15,6        | 19,4        | 16,2        | 13,2        | 9,8         |
| <b>США</b>            | 53,1        | 51,5        | 52,9        | 50,5        | 45,8        | 34,2        |
| <b>Италия</b>         | 16,8        | 11,6        | 11,3        | 16,6        | 14,9        | 16,1        |
| <b>Китай</b>          | 72,2        | 74,4        | 77,8        | 79,1        | 77          | 70,3        |
| <b>Турция</b>         | 35,1        | 32,5        | 30,6        | 26,7        | 26,1        | 29,1        |
| <b>Россия</b>         | 14,3        | 18,5        | 19,9        | 17,3        | 16          | 14,8        |
| <b>Индия</b>          | 65,5        | 69,9        | 68,5        | 66,9        | 67,2        | 75,3        |
| <b>Индонезия</b>      | 29,9        | 24,3        | 36,4        | 40,6        | 40,3        | 55,8        |
| <b>Южная Корея</b>    | 16,8        | 27,2        | 38,6        | 38,4        | 44,1        | 43,1        |

Источник: МЭА

Электроэнергетика – крупнейший внутренний потребитель угля и определяет его роль в энергобалансе. Именно здесь реализуется основная структурная перестройка отрасли с замещением угля в рамках реальной межтопливной конкуренции или активном стимулировании альтернативных технологий.

## Роль угля в электроэнергетике. Основные вызовы в конкурентной и экологически ориентированной среде



## Роль угля в электроэнергетике. Вынужденные изменения

Дополнительные затраты на повышение маневренности блоков

**Средние существующие и перспективные характеристики маневренности оборудования ТЭС Германии для условного блока 1000 МВт (по данным VDE)**

|                                                     | ТЭС на<br>каменном угле | ТЭС на<br>лигнитах | ПГУ     |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|---------|
| Технический минимум,<br>МВт                         | 400→200                 | 600→400            | 500→300 |
| Максимальное<br>изменение нагрузки за<br>5 мин, МВт | 75→300                  | 50→200             | 100→400 |
| Время запуска из<br>холодного состояния,<br>час.    | 10→4                    | 10→6               | 4→2     |

## Роль угля в электроэнергетике. Вынужденные изменения

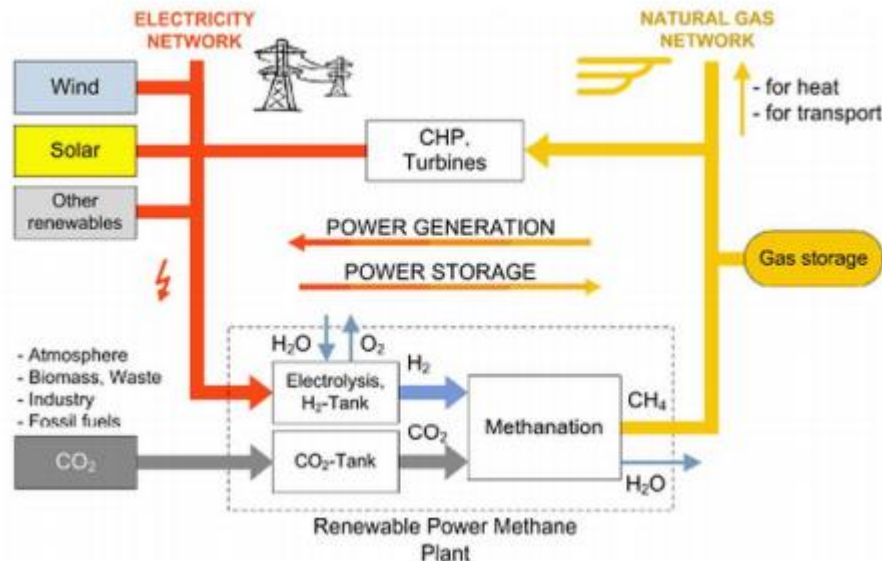
Переход к низкоуглеродной угольной энергетике

### ТЭС с улавливанием $\text{CO}_2$ (CCS) (по данным МЭА, 2016)

+ снижение выбросов ПГ на 90%

- рост капиталовложений в 2,5 раза (при перспективах удешевления не более чем на 15-35%)
- рост постоянных затрат в 3 раза
- рост УРУТ на 15%
- Дополнительные затраты на транспорт и долговременное хранение  $\text{CO}_2$

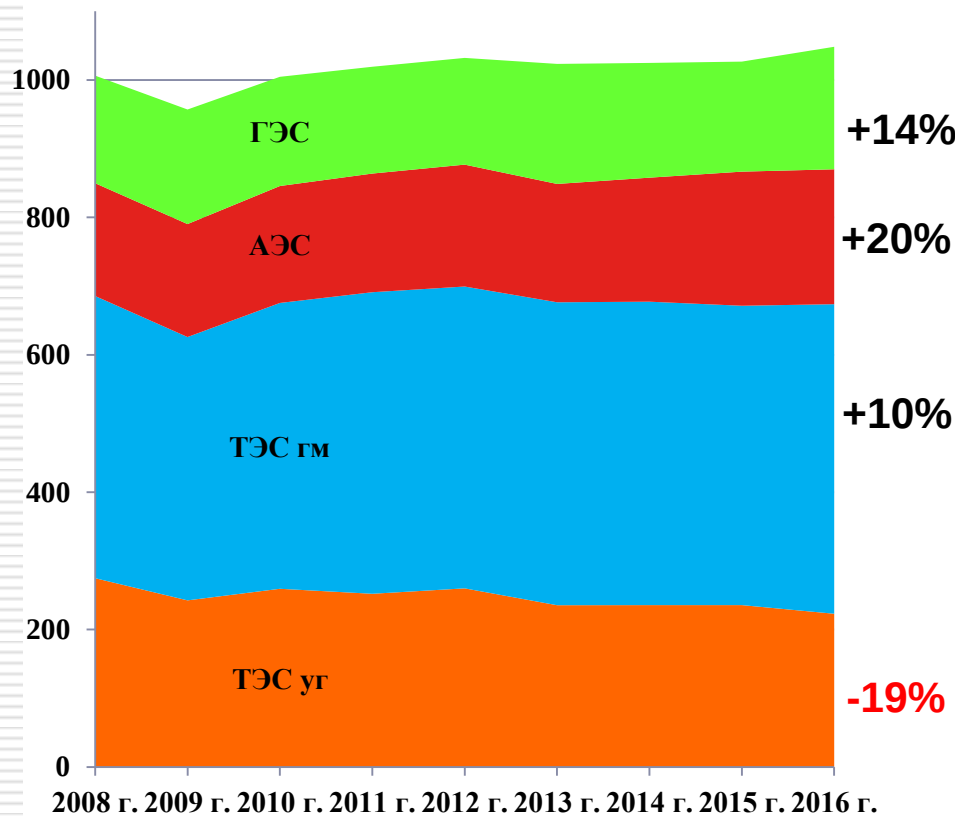
### Встраивание ТЭС с улавливанием $\text{CO}_2$ (CCS) в систему Power-to-Gas



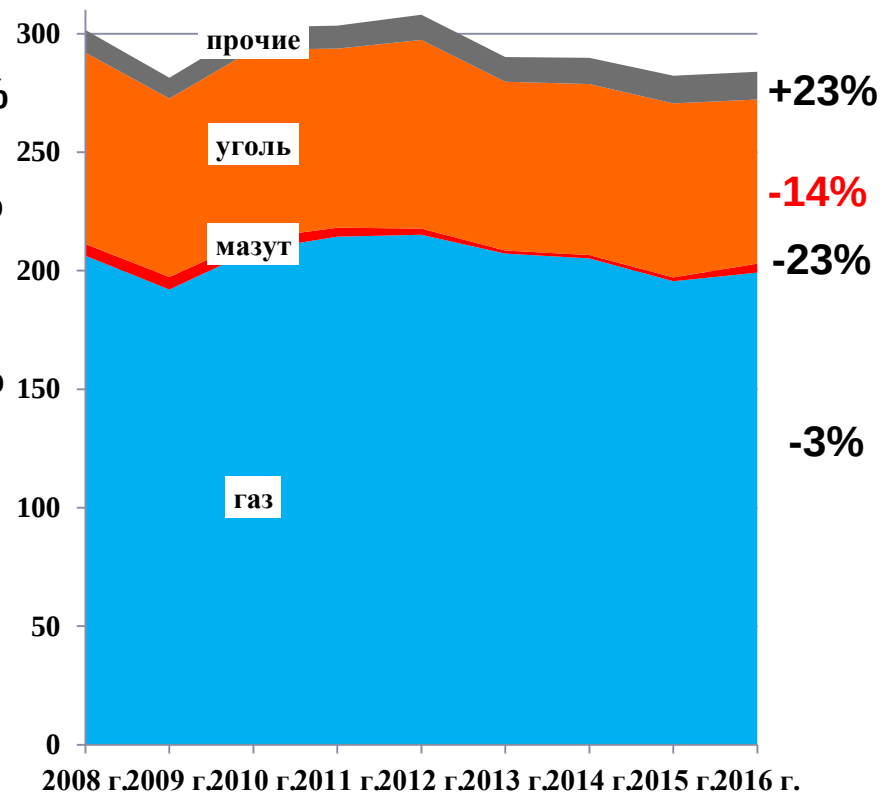
- + преобразование  $\text{CO}_2$  в метан с последующим использованием (при улавливании – переход к частично замкнутому циклу по углероду)
- + снижение потребления природного газа
- + компенсация нерегулярной выработки ВИЭ

# Роль угля в электроэнергетике. Тенденции использования различных ТЭР

Динамика изменения производства  
электроэнергии в ЕЭС России, млрд кВт\*ч

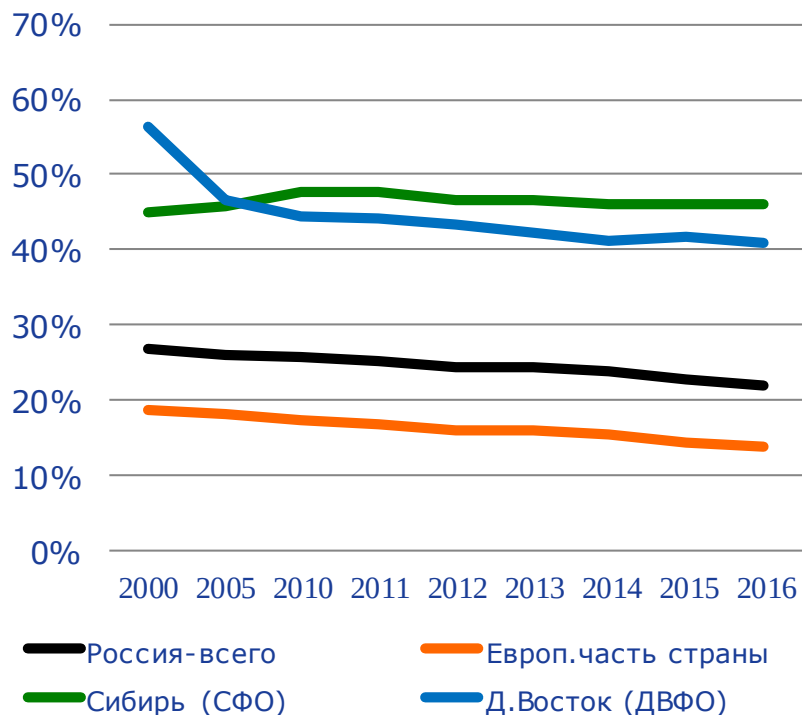


Динамика потребления топлива ТЭС в  
ЕЭС России, млн т у.т.

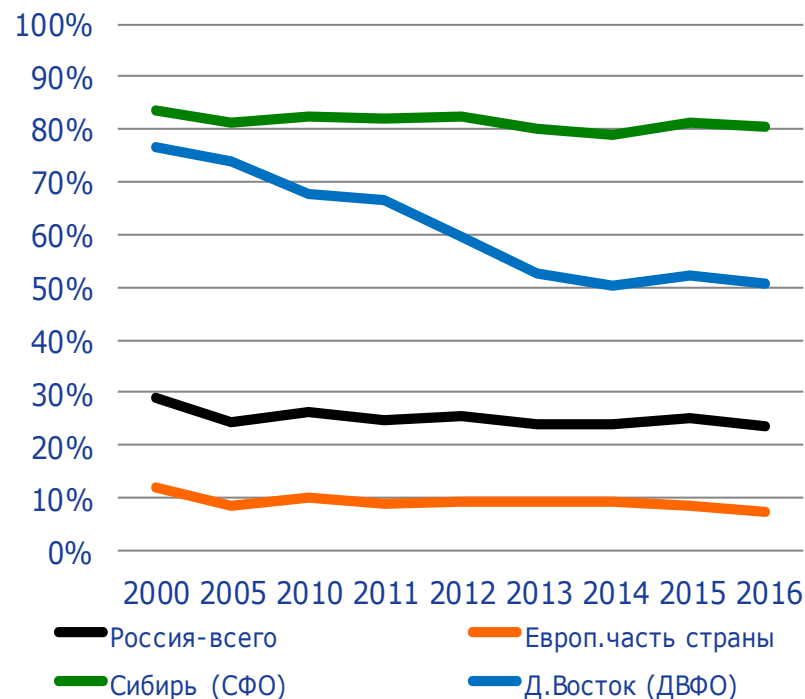


## Роль угля в электроэнергетике. Доля в структуре мощностей и топливном балансе

Доля угольной генерации в структуре установленной мощности России, %



Доля угля в суммарном потреблении топлива на электростанциях России, %



Угольная генерация, наряду с нетопливными источниками, вносит существенный вклад в диверсификацию производственной структуры электроэнергетики. Однако за последние 10 лет ее доля снизилась в стране с 27 до 24%, в Европейской части страны – с 19 до 16%.

В течение последнего десятилетия продолжился рост доли газа в топливном балансе электростанций при снижении угля с 29% до 24%. Еще более заметно (с 78% до 87% выросла доля газа в потреблении топлива ТЭС Европейской части страны при сокращении доли угля с 12% до 9%.



## Обновление угольной генерации

Средний возраст оборудования на тепловых электростанциях ЕЭС России, лет

|                  | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>ТЭС</b>       | 32      | 32      | 32      | 32      | 32      | 31      | 31      |
| <b>ТЭЦ</b>       | 31      | 31      | 31      | 31      | 31      | 31      | 31      |
| <b>ТЭЦ гм</b>    | 29      | 28      | 28      | 28      | 27      | 28      | 27      |
| <b>ТЭЦ уголь</b> | 35      | 36      | 36      | 37      | 37      | 37      | 38      |
| <b>КЭС</b>       | 32      | 33      | 33      | 33      | 33      | 33      | 33      |
| <b>КЭС гм</b>    | 32      | 31      | 31      | 31      | 30      | 31      | 32      |
| <b>КЭС уголь</b> | 34      | 35      | 36      | 37      | 37      | 35      | 33      |

Объемы мощностей угольных ТЭС, требующих обновления, ГВт

|                           | 2020 г.    | 2025 г.     | 2030 г.     | 2035 г.     |
|---------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| ТЭЦ                       | 1,3        | 9,6         | 10,2        | 11,0        |
| КЭС                       | 1,0        | 9,1         | 10,3        | 10,8        |
| <b>ЕЭС России – всего</b> | <b>2,3</b> | <b>18,7</b> | <b>20,5</b> | <b>21,8</b> |
| Европа                    | 2,0        | 10,7        | 11,5        | 12,0        |
| Сибирь                    | 0,2        | 6,6         | 7,6         | 8,4         |
| Восток                    | 0,1        | 1,4         | 1,4         | 1,4         |

## Обновление угольной генерации

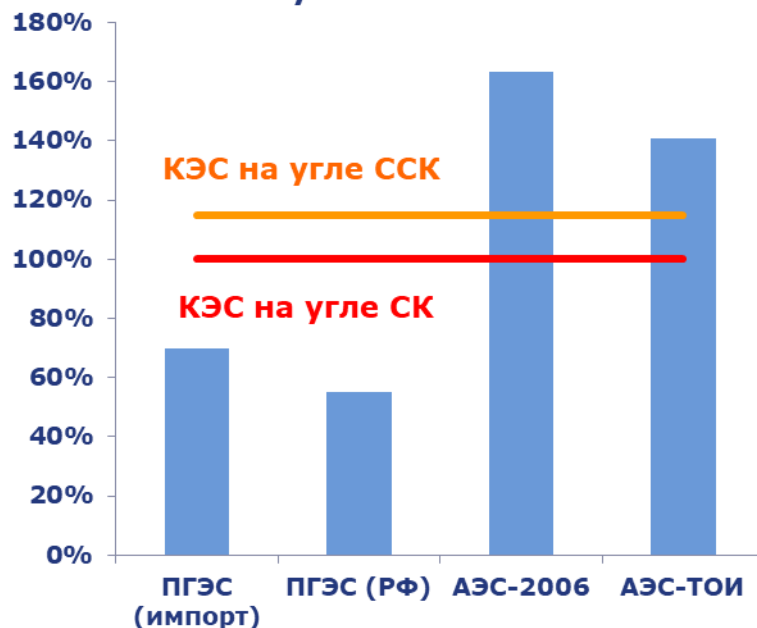
### Новый механизм поддержки проектов обновления ТЭС:

- Всего на 40 ГВт, из них 20% - в Сибири
  - Приоритет – частичная замена основного оборудования (котлы, турбины) на аналогичное, капиталоемкость – до ~50% от нового строительства
    - Проекты комплексной замены блоков на улучшенные новые типы не рассматриваются → нет инновационного заказа для поставщиков
      - Вне связи с переходом на НДТ и улучшением экологических показателей (отдельный механизм окупаемости за счет экономии на штрафах)
        - Учет в оплате мощности затрат, связанных только с производством электроэнергии (проблема для проектов обновления ТЭЦ)
          - Мощности сверх 40 ГВт получают лишь незначительные финансовые ресурсы для продления срока эксплуатации; дальнейшие решения не предложены

## Развитие новой угольной генерации

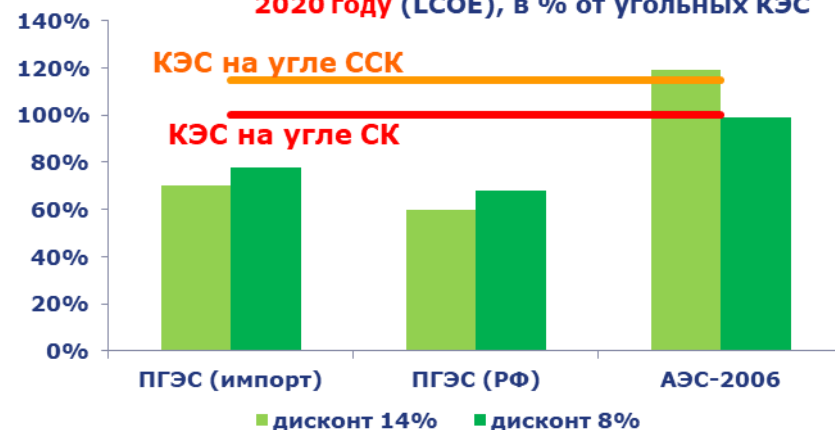
### Капиталоемкость новых угольных электростанций (КЭС)

Удельные капиталовложения, в % от угольных КЭС

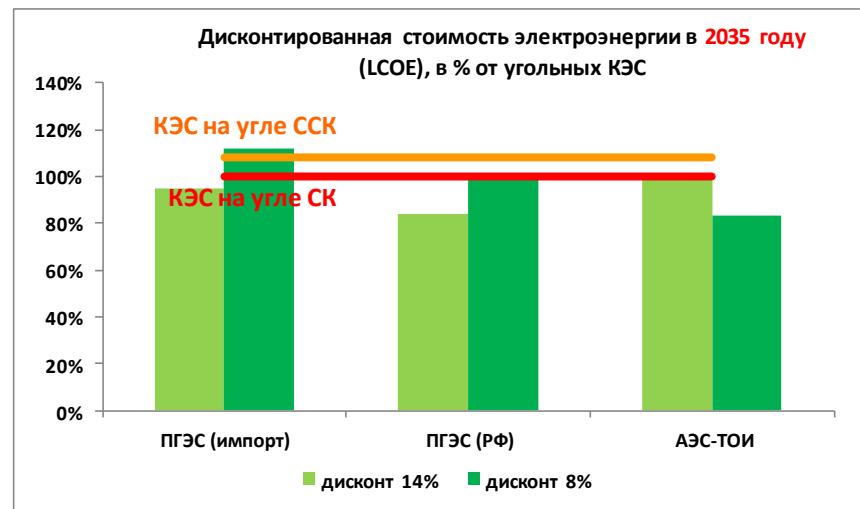


### Конкурентоспособность угольных станций

Дисконтированная стоимость электроэнергии в 2020 году (LCOE), в % от угольных КЭС



Дисконтированная стоимость электроэнергии в 2035 году (LCOE), в % от угольных КЭС



**Институт энергетических исследований РАН**

[www.eriras.ru](http://www.eriras.ru)

[info@eriras.ru](mailto:info@eriras.ru)

**Спасибо за внимание!**