

**Проф. Б.И. Низматулин**

*Институт проблем естественных монополий,*

*Россия*

## Состояние и проблемы развития электроэнергетики России до 2020 года

### **Введение**

- I. Состояние российской электроэнергетики.**
- II. Стоимость электроэнергии в России и за рубежом.**
- III. О реальных потребностях в электроэнергетике.**
- IV. О генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2020г.**
- V. О энергетической стратегии России до 2030г.**

### **Выводы**



***Необходимо объективно-беспощадное понимание сложившейся реальности.***

***Желаю моим соотечественникам стремиться к этому пониманию, каким бы ужасающим оно ни было.***

***Иначе нас просто исключат из истории.***

*Александр Зиновьев,  
Советский и российский философ (29.10.1922 – 10.05.2006)*

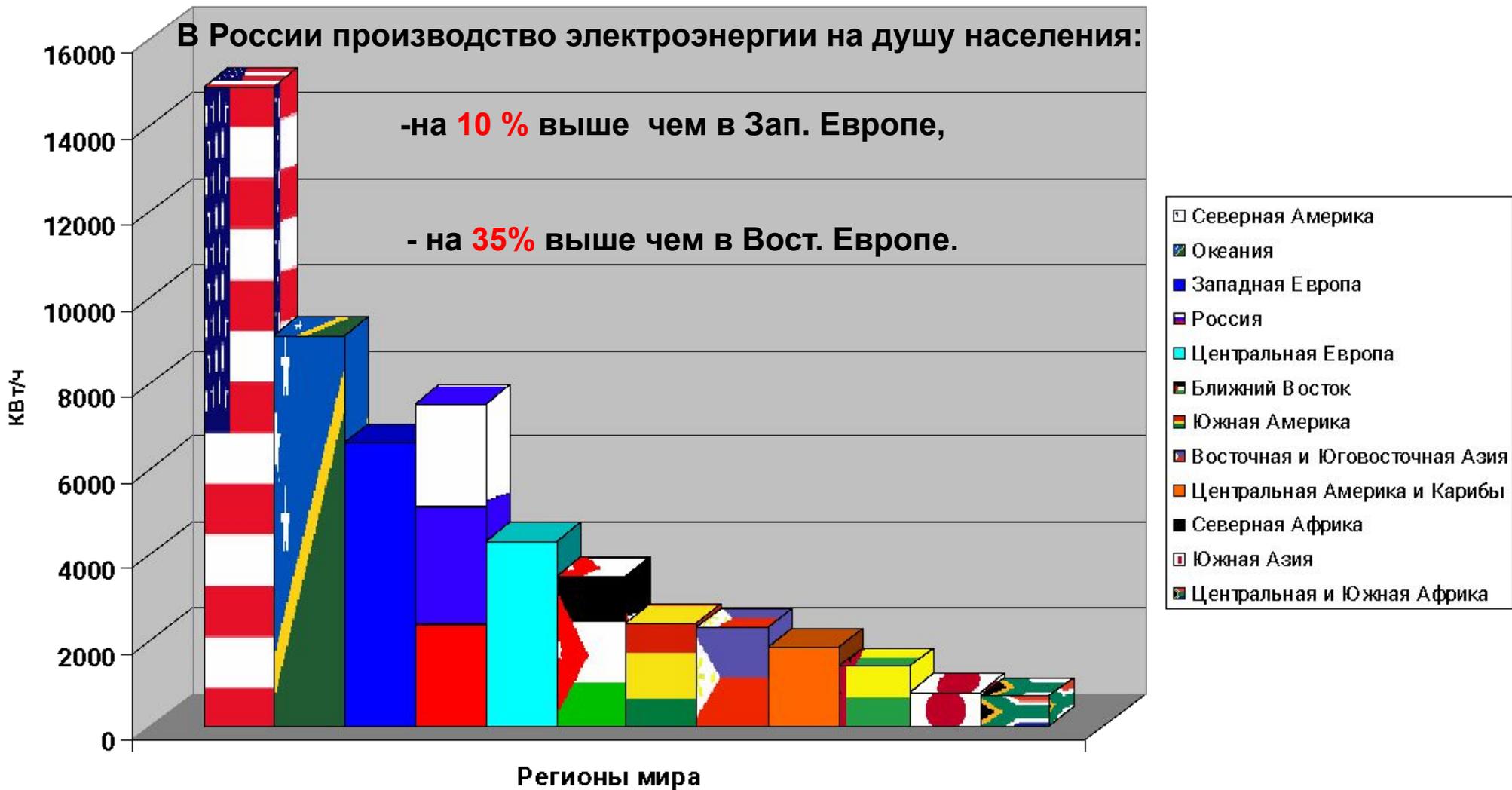
# Введение

## Производство электроэнергии на душу населения по регионам мира

В России производство электроэнергии на душу населения:

- на **10 %** выше чем в Зап. Европе,

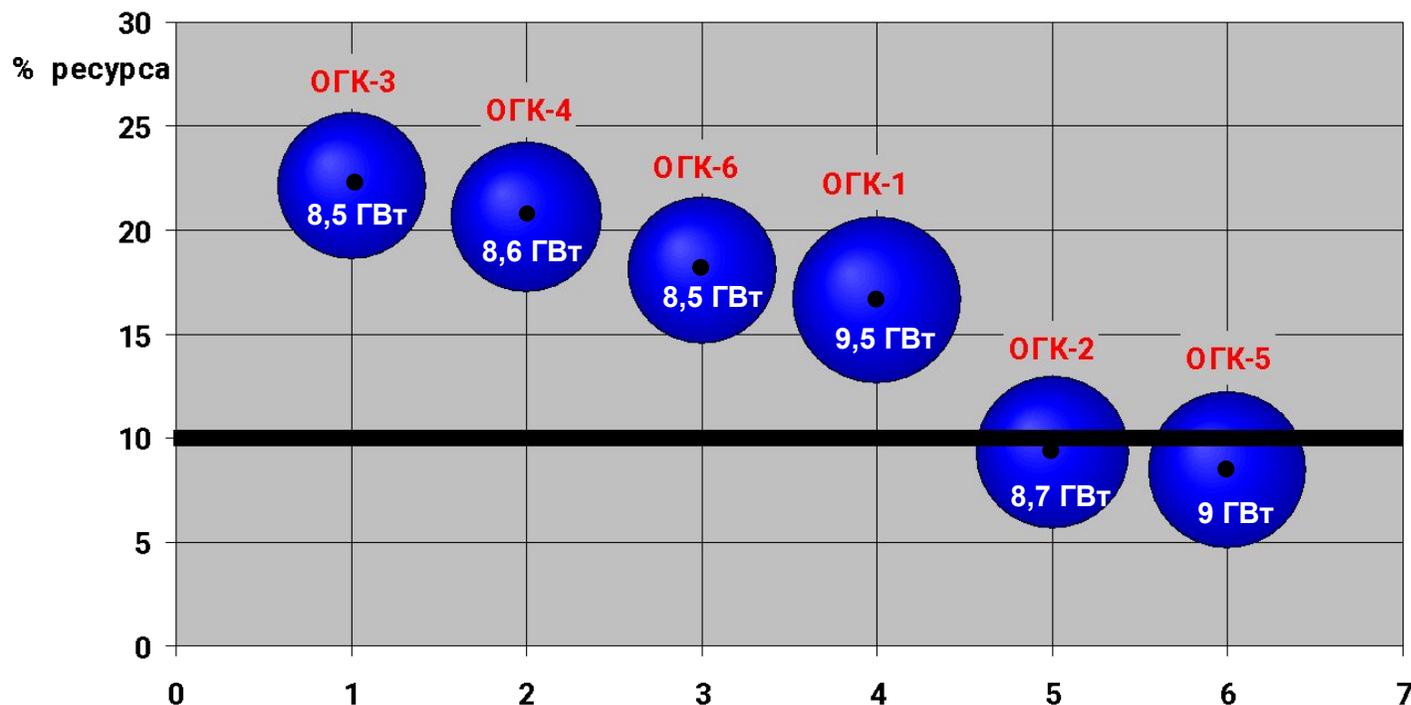
- на **35%** выше чем в Вост. Европе.



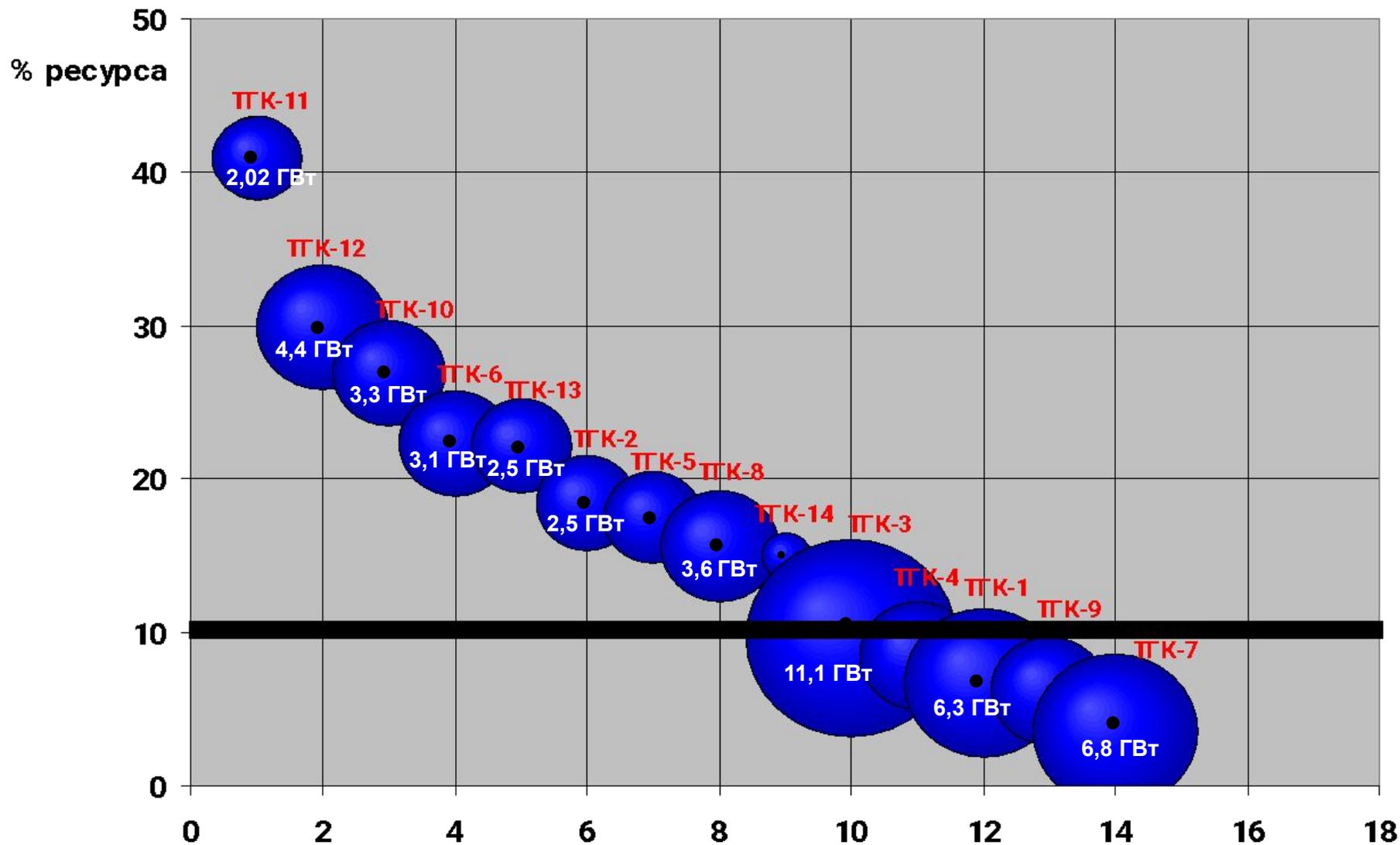
# I. Состояние российской электроэнергетики.

- В 2008 году было произведено **1037 млрд. КВтч** (**162,3 млрд.КВтч** на АЭС – 15,6%).  
В 2009г. – **992 млрд. КВтч. – 4,4 %** к 2008г.  
В 1990г. – **1069 млрд. КВтч.**
- **50 %** электроэнергии России производится на **газовых паротурбинных блоках** ТЭС, при этом в Европейской части эта доля - **60 %**. В странах Евросоюза – **25 - 30%**.  
КПД газовых паротурбинных блоков в **1,5 раза** ниже, чем в парогазовых, установленных в странах ЕС, США и др.
- Суммарная мощность газовых блоков составляет **69 ГВт**, из них серийных **200 МВт и Т 180** и **300 МВт и Т 250** первоочередных для реконструкции, составляет **32 ГВт**. (АЭС – 24ГВт).

- **45%** установленных мощностей турбин ТЭС ОГК и ТГК, т.е. из **1/2 генерирующих мощностей России** имеют парковый ресурс менее **10%** (2-3 года эксплуатации) до его продления или вывода.



Остаток ресурса турбин всех 6-ти ОГК до продления или вывода из эксплуатации



Остаток ресурса турбин всех 14-ти ТГК до их продления или вывода из эксплуатации

- За последние годы на **10%** упало количество капитальных и средних ремонтов ТЭС, ГЭС и сетевого хозяйства. Ежегодно около **10 ГВт** мощностей **не проходит полноценного технического обслуживания и ремонта.**

- **Самоликвидировались** специализированные **ремонтные предприятия** отрасли (Мосэнергоремонт, Ростовэнергоремонт, Уралэнергоремонт, Сибэнергоремонт, Дальэнергоремонт и др.), каждое из которых имело более **7 тысяч** специалистов и обслуживало по **10-20** регионов.

# Последние 10 лет – беспрецедентная череда крупных аварий:

- - в 2000г. **2 аварии**: на Урале с обесточением **3 областей и 2 ядерных объектов**; на Нижневартовской ГРЭС, во время пуска разрушение турбогенератора **0.8 ГВт**;
- - в 2003г. на **Каширской ГРЭС**, разрушение турбогенератора **0.3 ГВт**;
- - в 2005г. блэкаут в **Мосэнерго** – в зону отключения электроэнергии попало **6,5 млн. человек в 5 регионах**, отключилось 12 ТЭС;
- - в 2006г. на **Рефтинской ГРЭС** пожар с обрушением кровли блока **0.5 ГВт**;
- - в 2008г. на **Сургутской ГРЭС-2** - обрушение кровли на **3-х** блоках по **0.8 ГВт**;
- - в 2008г. на **Якутской ТЭЦ**, пожар на энергоблоке, оставивший столицу республики без электроэнергии в **40 градусный мороз**;
- - в 2009г. на **Саяно-Шушенской ГЭС** – разрушение **9** из **10** блоков по **0.64ГВт**, **погибли 75 человек.**

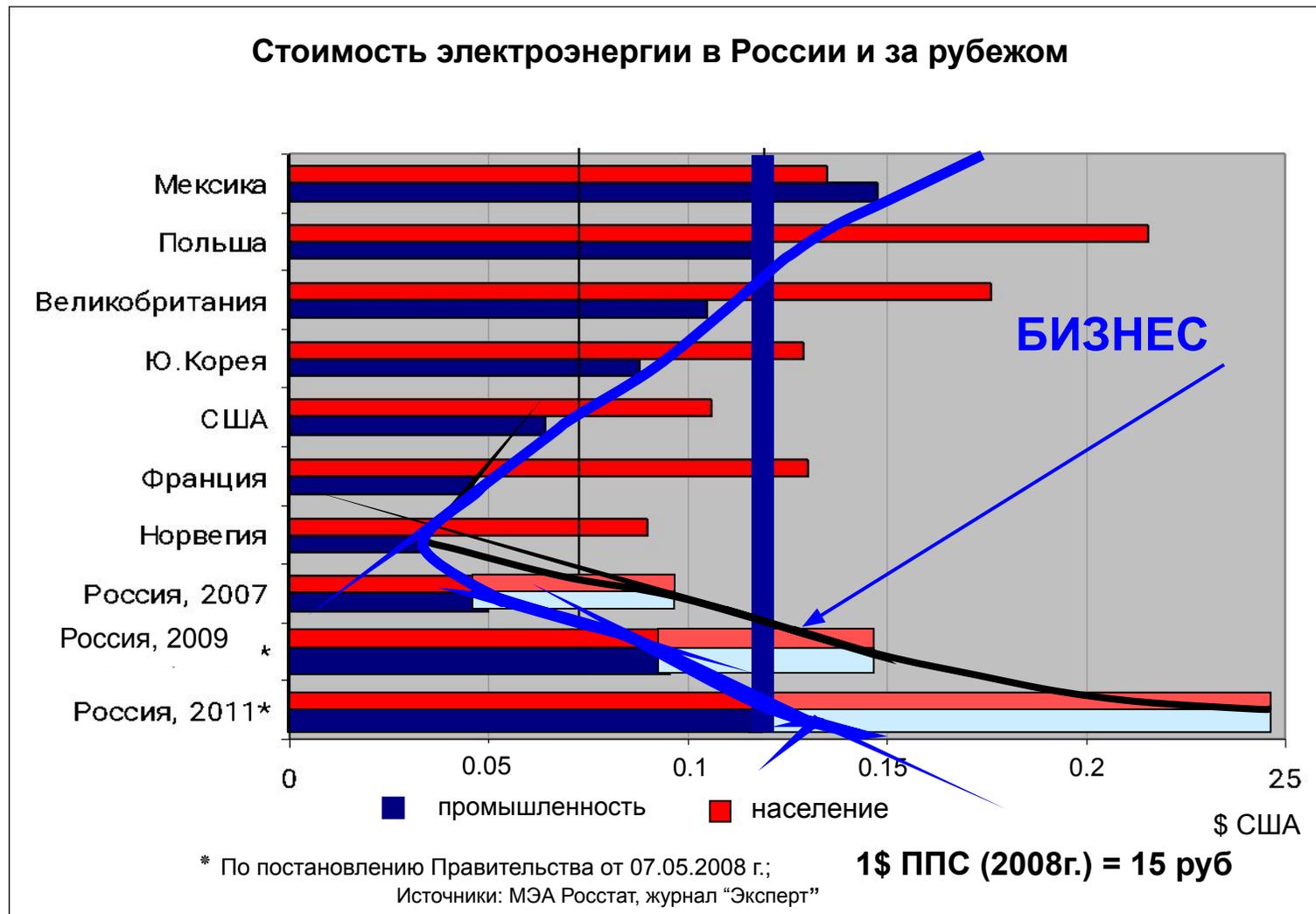
# Российская электроэнергетика в сравнении с советским периодом

по данным рейтингового агентства «Тейдер» совместно с IT Energy Analytics

Наименование	Единица измерения	1990г.	2007г.	Показатели, аналогичные 2007г.	Комментарии
1. Технологические ограничения мощности электростанций	ГВт	12,0	28,0	Не было в период <b>1946-1990г.</b>	<b>16,0 ГВт</b> – это больше, чем вводы мощности за 5 лет ( <b>20 млрд. \$</b> )
2. Вводы новых энерго мощностей (энергостроительный материал)	ГВт/год	4,9	2,2	<b>1949 год</b>	провалена программа вводов 2006-2010гг. (план <b>31,5 ГВт</b> )
3. Специализирован. отраслевой ремонт (энергоремонтный потенциал)	Числен. специалистов	40 000	7 000	<b>1952 год</b>	не ремонтируется <b>8,0 ГВт/год</b> . Нет готовности к аварийным ремонтам
4. Износ основных фондов	%	40,6	56,4	<b>1947 год</b>	снижается надежность энергоснабжения, вплоть до системных аварий ( <b>Урал, 2000г., Москва, 2005г.</b> )
5. Потери электроэнергии в сетях	% млрд. кВт/ч	8,2 82,0	14,0 112,0	<b>1946 год</b>	потеряно <b>30 млрд. кВт/ч</b> – готовая потребность новых потребителей России

Наименование	Единица измерения	1990г.	2007г.	Показатели, аналогичные 2007г.	Комментарии
6. Удельные расходы топлива на отпуск электроэнергии	г.у.т/кВт.ч	311,9	333,5	1976 год	уменьшен отпуск тепла от ТЭЦ на 20% перерасход 5 млрд. м <sup>3</sup> газа
7. Коэффициент использования мощности	%	57,2	51,9	Не было в 1946-1990г.	Равнозначно потере 15 ГВт мощности, больше вводов за 10 лет.
8. Тариф для промышленных потребителей	цент/кВт.ч	1,2	5,7	Не было в 1946-1990г.	не обеспечивается конкурентоспособность отечественных товаров
9. Финансирование НИОКР	млн. \$	150	10	1950 год	потеряно 15 лет развития передовых технологий
10. Доля отечественного оборудования в новых проектах	%	99,0	35,0	1940 год	подрыв энергетической безопасности
11. Оплата топ-менеджеров в сравнении со среднеотраслевым уровнем	превышен. разы	3-5	70-100	Не было в 1946-1990 гг.	10-кратный рост расходов на управление

## II. Стоимость электроэнергии в России и за рубежом.



## США:

средняя цена на электроэнергию для промышленного потребления

**0,07-0,08 \$/КВтч.**

## страны ЕС:

средняя цена для промышленного потребления **0,12 \$/КВтч.**

## КИТАЙ:

за последние 10 лет цена на электроэнергию выросла всего на **30%**

**0,069 до \$0,096 \$/КВтч** (район Шанхая).

## РОССИЯ:

С учетом паритета покупательной способности (\$ ППС) в России

**1\$ ППС = 15руб.**(2008г.), стоимость электроэнергии в России

(Центральный, Северо-Западный и Уральский регионы) в 2010г. будет соответствовать самому высокому уровню в мире –

**0,15 – 0,25 \$/КВтч** или

**в 1,5 ÷ 3 раза дороже.**

# Стоимость электроэнергии АЭС на оптовом рынке.

США – **0,0187 \$/КВтч** (в ценах 2008г.);

Франция и Германия – **0,02 – 0,022 \$/КВтч**;

Россия - **0,032 \$/КВтч** или **0,064 \$ ППС/КВтч** (в ценах 2010г.); или

**в 3,2 – 3,7 раза дороже.**

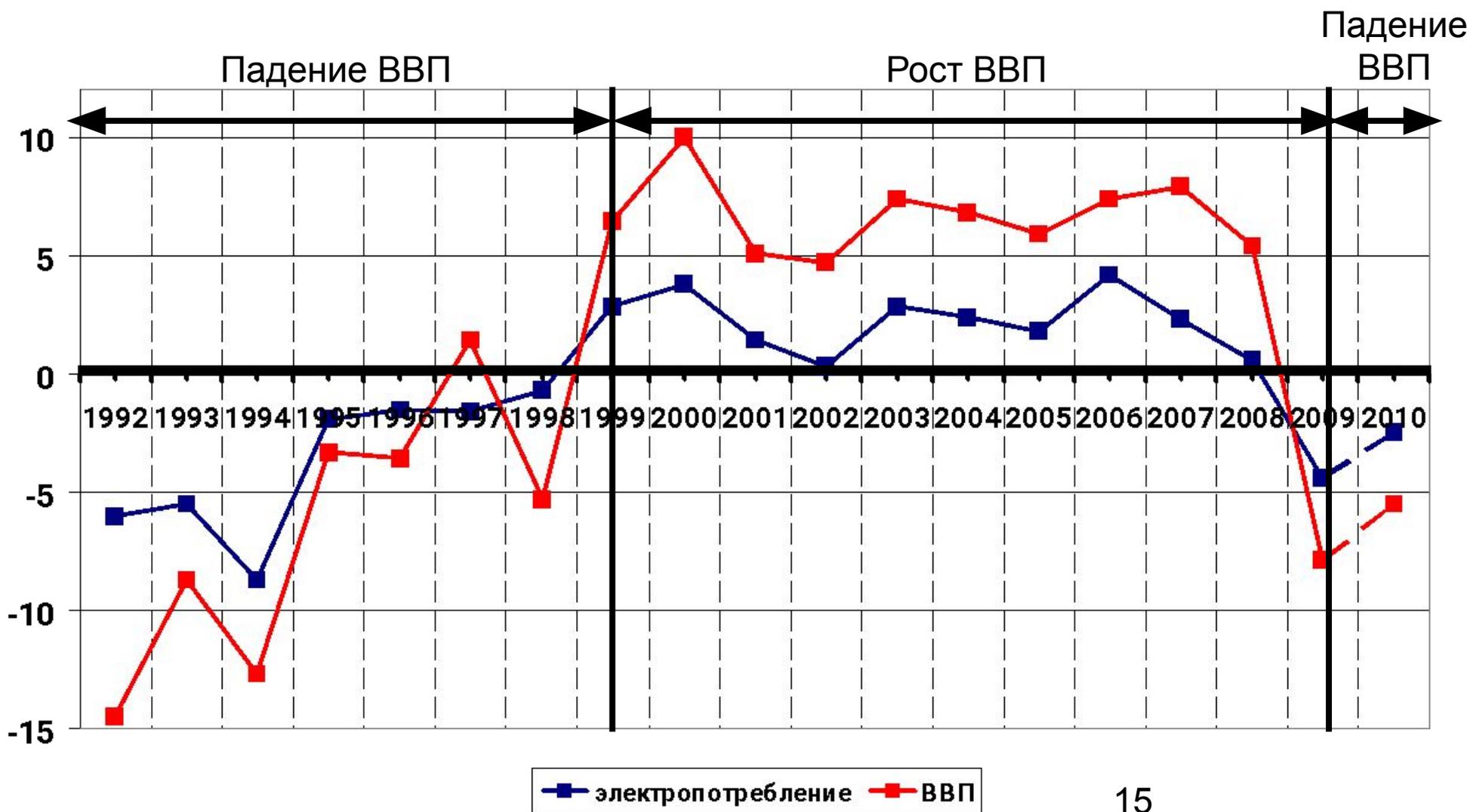
Россия – экспортер № 1 нефти и газа, а цены на электроэнергию у нее **ВЫШЕ**, чем в странах-импортерах топлива;

Высокая цена на электроэнергию и газ **лишает** Россию **единственного** конкурентного преимущества;

Существенное **завышение** объемов инвестирования, будет приводить к дополнительному **ПОВЫШЕНИЮ** цен на электроэнергию на **30-40%** в год.

### III. О реальных потребностях в электроэнергии

Темп изменения ВВП и электропотребления 1992-2010гг.



$$\kappa = \frac{\text{Темп изменения электропотребления}}{\text{Темп изменения ВВП}} \text{ по годам}$$

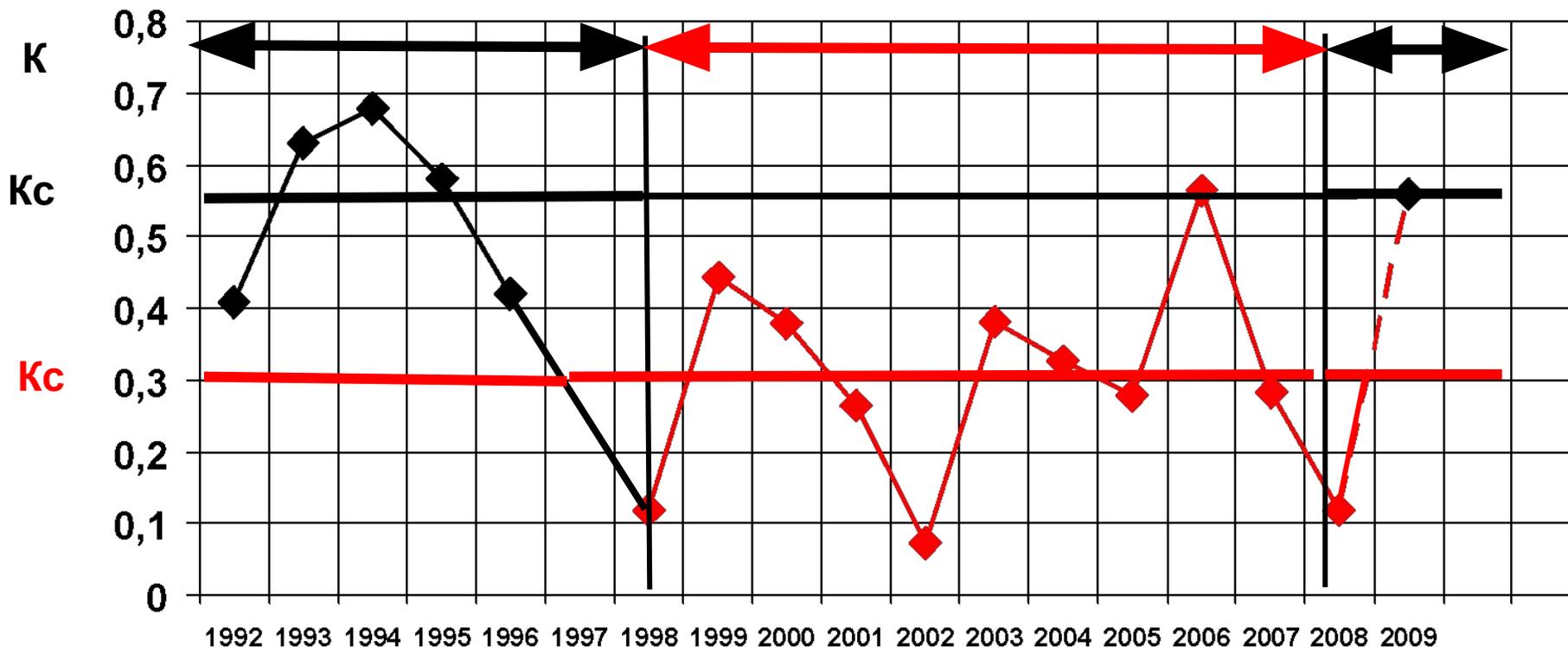
$\kappa_c$  – средний коэффициент эластичности на периоде **5 ÷ 10 лет** – фундаментальная макроэкономическая характеристика страны.

Падение ВВП

$\kappa_c = 0,55$

Рост ВВП

$\kappa_c = 0,3$

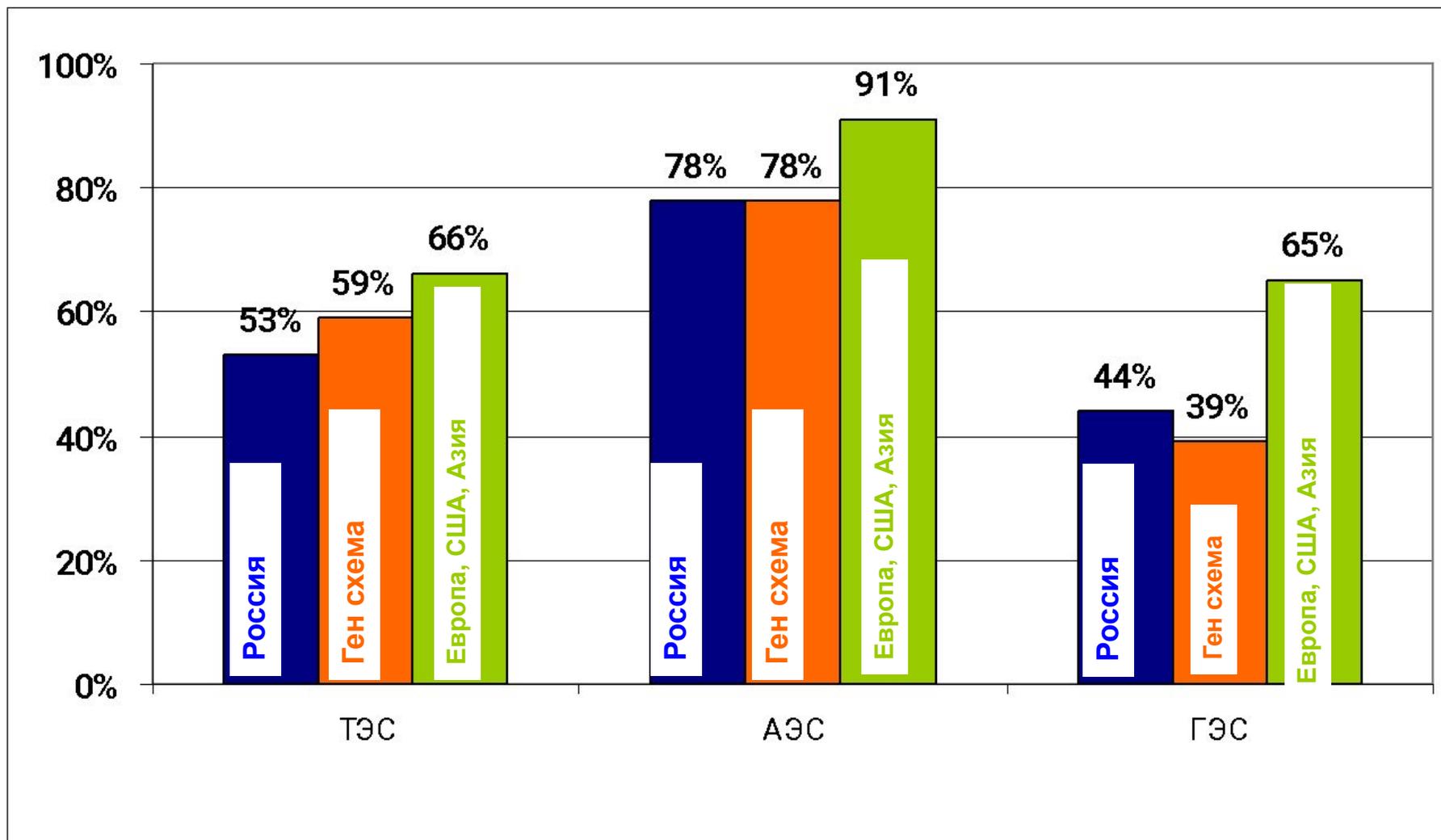


- Максимально возможный темп роста ВВП **6-7%** начиная с 2013г

$$(6 \div 7\%) \times 0,3 = 1,8-2\%$$

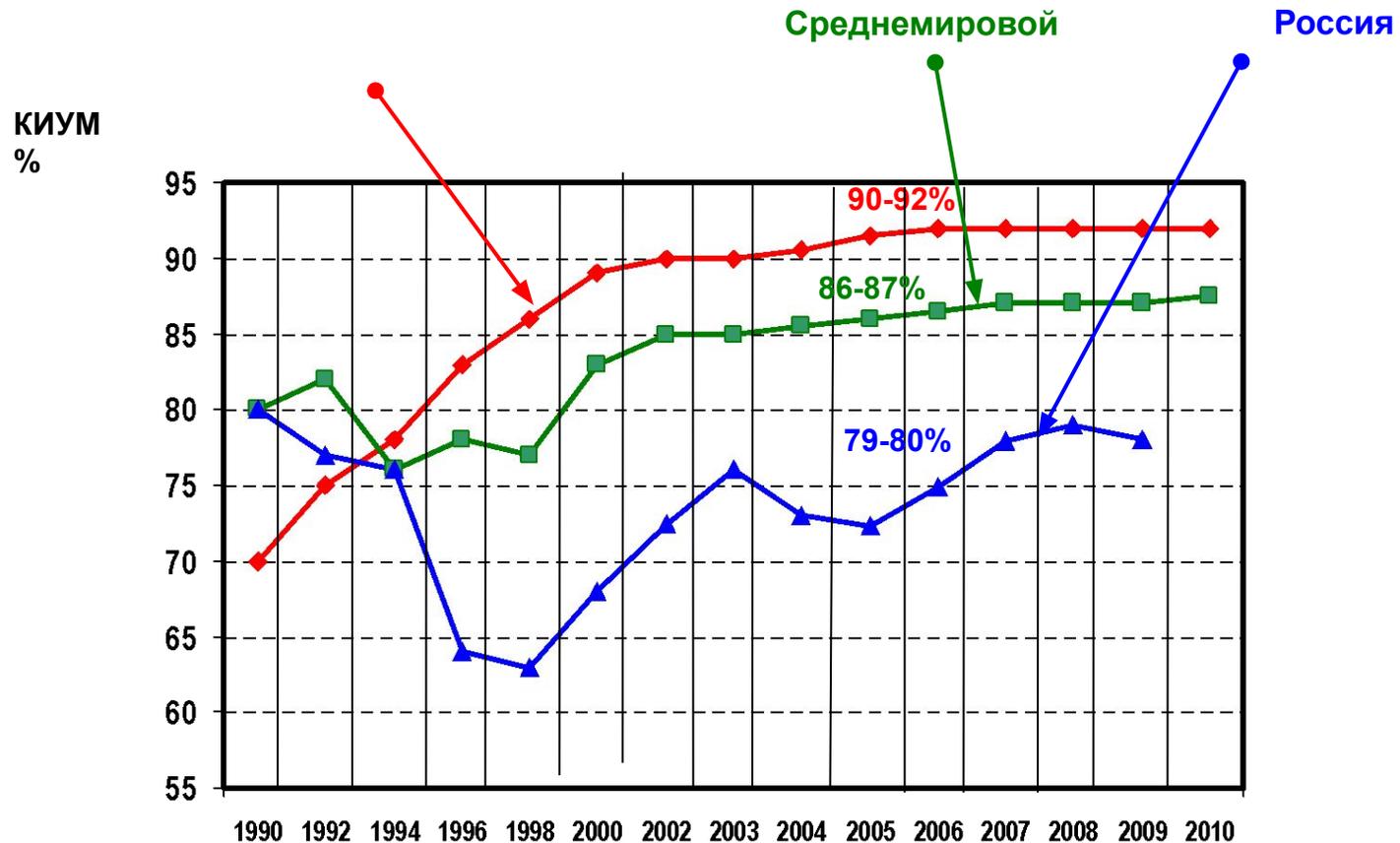
- Темп роста производства (потребление) электроэнергии составит максимум **1,8-2%** в год, или **18-20 млрд. КВт/ч** в год, либо не более **1200 млрд. КВт/ч** в 2020г.
- С учетом программы энергосбережения удельное потребление электроэнергии на единицу ВВП может упасть на **10-15%** к 2020г.. Тогда производство (потребление) электроэнергии в 2020г. составит не более **1100 млрд. КВт/час**.
- Для достижения **1200 млрд. КВт/ч** в 2020г. достаточно вводить (реконструировать) максимум до **4ГВт** мощностей в год или не более **40ГВт** до 2020г.

## КИУМ ЭС в России и других странах в 2007г.



# КИУМ АЭС

США, Германия, Япония, Финляндия, Чехия, Корея, Китай и др. страны



## КИУМ в России и за рубежом

Тип станции	Текущее %	Генсхема %	Скорректированная Генсхема %	Развитые страны (2007 год) %
<b>ТЭС</b>	<b>53</b>	<b>59</b>	<b>67</b>	<b>65-67</b>
<b>АЭС</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>87</b>	<b>90-92</b>
<b>ГЭС</b>	<b>44</b>	<b>39</b>	<b>44</b>	<b>40-90</b>

Для информации:

2008г., Москва и Северо-западный регион

**КИУМ ГРЭС = 43%.**

# КИУМ АЭС в России:

-на **10%** ниже, чем среднемировой или  
недовыработка **20 млрд. кВт/ч;**

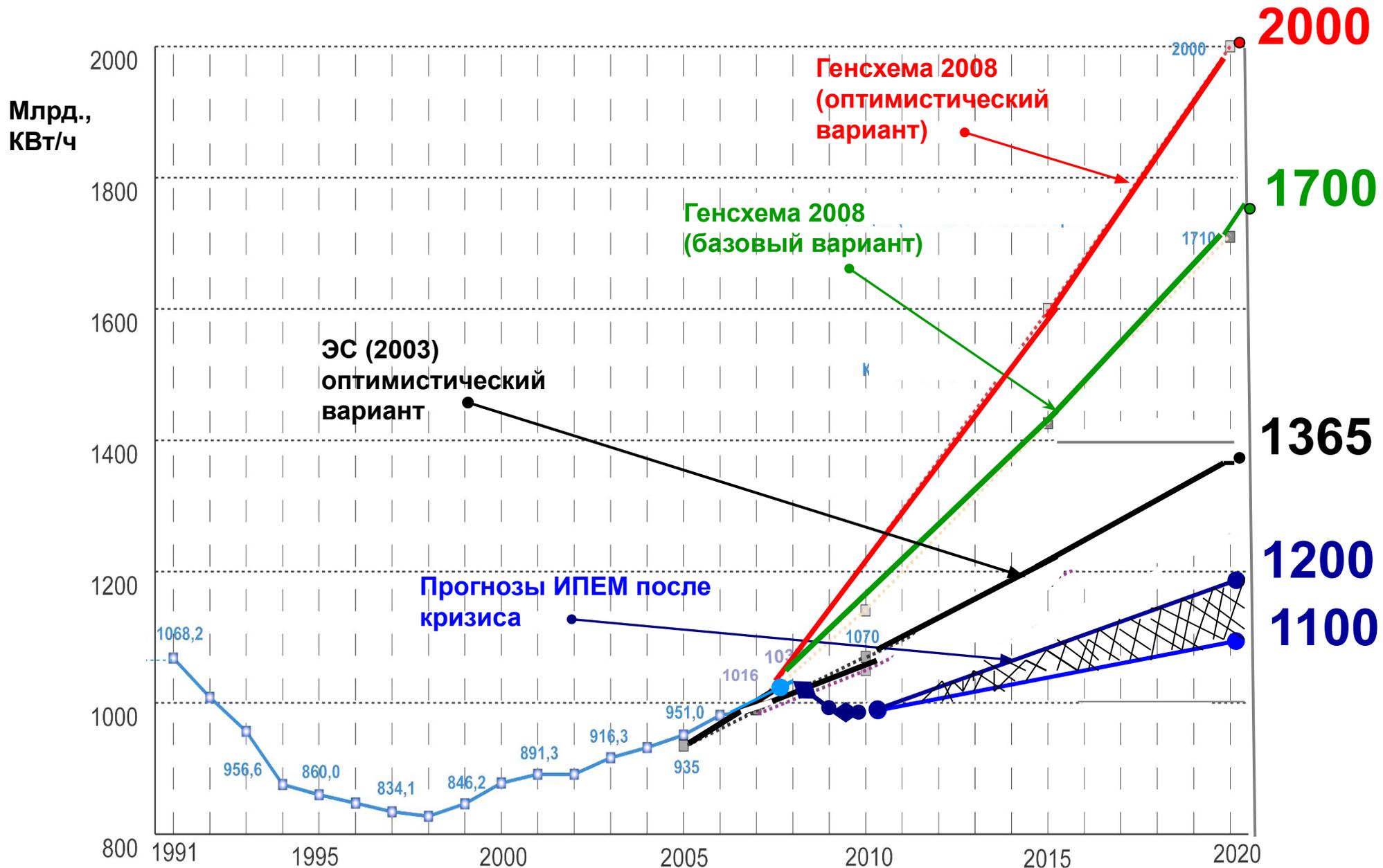
- на **14%** ниже, чем в развитых странах или  
недовыработка **28 млрд. кВт/ч.**

Рост КИУМа действующих электростанций до среднемировых позволяет увеличить производство электроэнергии на **204 млрд. кВт/ч**:

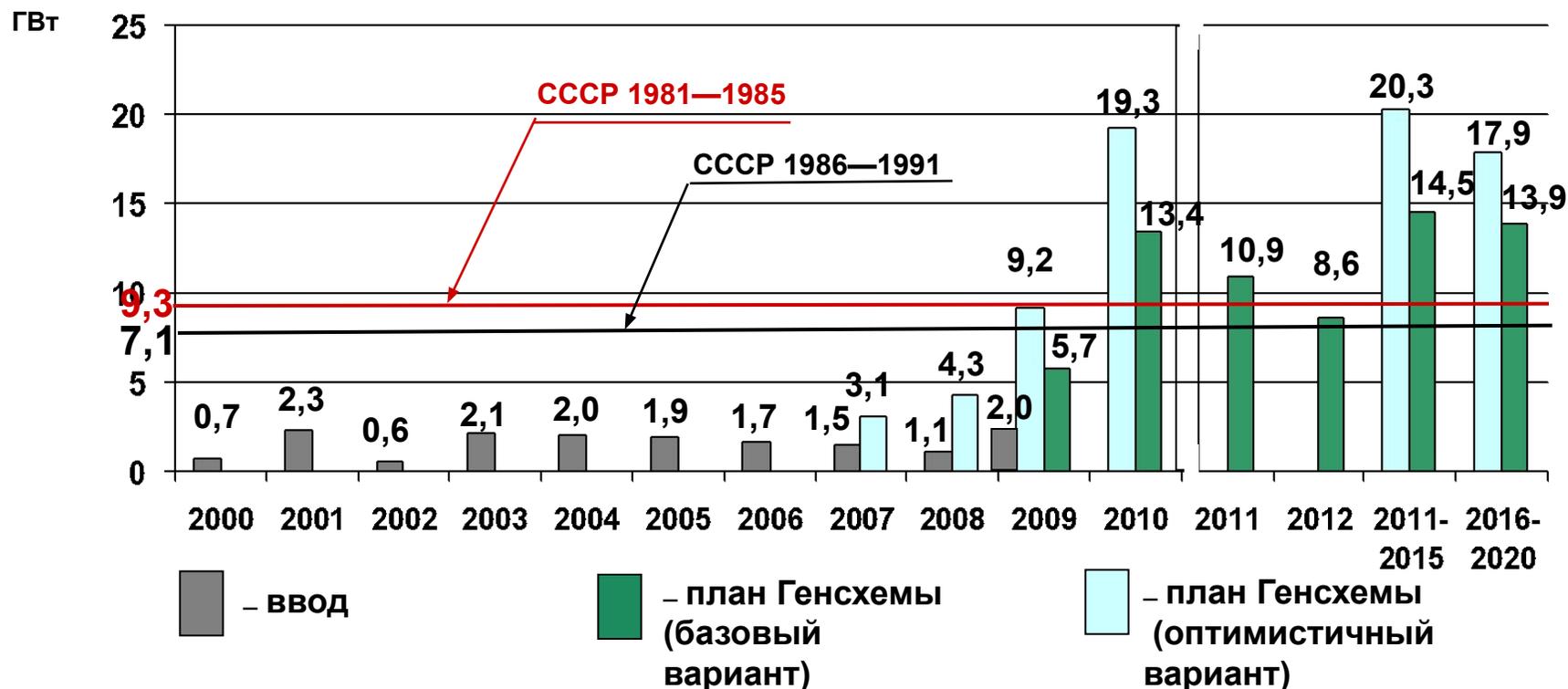
**ТЭС – 184 млрд. кВт/ч;**

**АЭС – 20 млрд. кВт/ч.**

# Производство электроэнергии в РФ в 1991-2020гг.



## Ввод генерирующих мощностей с 2000-2008 гг. и программа по Генсхеме с 2009-2020 гг.



по Генсхеме: ввод **29 ГВт** в период **2008-2012гг.**

реально: ввод до **14 ГВт** в период - // - // - // -

## IV. О генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2020 года.

22 февраля 2008 года Правительство одобрило Генсхему (РАО ЕЭС, А. Чубайс, Росатом, С. Кириенко). **На момент принятия она уже была несостоятельна и требовала кардинальной переработки, т.к.:**

- Параметры Генсхемы **не соответствуют** ни фактическим нуждам экономики, ни реальным ресурсным возможностям России. **Экономический кризис делает Генсхему еще более нереалистичной;**
- Прогноз роста электропотребления (производства) **завышен в 2 раза** (базовый вариант Генсхемы), **в 3 раза** (оптимистичный вариант).

- Программа строительства (реконструкции) новых генерирующих мощностей **завышена** – в **2** раза (базовый вариант), в **2.6** раза (оптимистичный вариант), а **с учетом кризиса в 3 - 3.5 раза и 4 - 4.5 раза соответственно.**
- Завышенный прогноз электропотребления → завышены инвестпрограммы → **завышены тарифы** (сначала дополнительные потребности в инвестициях, потом содержание “лишних” мощностей).
- **1%** “перепрогнозирования” спроса в год → **\$ 5 млрд.** “лишних” (необоснованных) инвестиций.
- **Невозможна** практическая реализация Генсхемы.

## V. О энергетической стратегии России до 2030 г. принятой Правительством 13.11.2009г.

- Рост генерирующих мощностей на **70 - 110 ГВт** к 2020 - 2022гг.
- Общий объем генерирующих мощностей **275 - 315 ГВт** к 2020 - 2022гг.
- Объем атомной генерации **37- 41 ГВт**.
- Построить **14 - 18 ГВт** атомных мощностей к 2020-2022гг.

**В 2 раза** меньше по сравнению с базовым вариантом Генсхемы.

**АЭС: вместо 32 ГВт по Генсхеме или 14 - 18 ГВт по ЭС возможно ввести 10 ГВт.**

**Для информации:**

В СССР за 20 лет (1970-1990) были построены АЭС с суммарной мощностью **32.3 ГВт**.

Россия по экономическому потенциалу в **2** раза меньше СССР.  
Период 2009-2020 (12 лет) составляет **0.6** от периода 1970-1990гг.

Тогда:  **$32 \text{ ГВт} \times 0.5 \times 0.6 = 10 \text{ ГВт}$** .

## Критерии, которые должны учитываться при пересмотре ГЕНСХЕМЫ и ЭНЕРГОСТРАТЕГИИ:

- Прогнозы **темпов роста** электропроизводства (потребление) и ВВП должны быть **СОГЛАСОВАНЫ** с учетом реализации программы энергосбережения;
- Цены на электроэнергию по **\$ ППС** должны быть **НИЖЕ**, чем в США и в среднем в странах ЕС;
- Максимально возможное **СНИЖЕНИЕ** потребления газа (на **30 млрд. м<sup>3</sup>**) с уровня **190 млрд.м<sup>3</sup>** (2008г.), для производства электроэнергии, в особенности в Европейской части России и на Урале;
- **УСКОРЕННОЕ** строительство (реконструкция) электрических сетей, при этом программы строительства (реконструкции) электрических сетей и генерирующих мощностей должны быть **жестко скоординированы**;
- Максимальное **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ** энергооборудования отечественного производства;

## Критерии эффективности СООРУЖЕНИЯ АЭС в России.

\* Уменьшение доли газа при производстве электроэнергии в Европейской части (соответственно снижению себестоимости электроэнергии) можно обеспечить за счет:

- строительства новых АЭС,
- реконструкции паротурбинных блоков до парогазовых.

Исходя из критерия максимального возврата газа, можно оценить эффективность инвестиций в эти два направления:

Новое строительство АЭС эффективно только при стоимости **1 кВт ≤ \$2500** и сроке строительства **не более 5 лет**. В этом случае АЭС через **13.5 лет** начнет высвобождать **больше газа**, чем реконструированные газовые блоки.

Сегодня сооружение АЭС, при стоимости **1 кВт > \$ 3500-4000** и сроке строительства – **7 лет**,

**РАЗОРЯЕТ РОССИЮ.** 29

## Для этих целей необходимо:

- Обеспечить рост производства электроэнергии на **действующих ТЭС и АЭС** за счет роста **КИУМ** до среднеевропейского уровня;
- При выборе объектов генерации для государственного финансирования, учитывать **критерий максимального снижения потребления газа** в электроэнергетике;
- Внедрить механизмы **ускорения** строительства (реконструкции) новых энергоблоков:
  - с **2 ГВт/год** в 2009.,
  - до **4 ГВт/год** в 2010 – 2020гг.,

что приближается к среднегодовому **вводу** мощностей (**5 ÷ 6 ГВт**) в РСФСР в **1981-1990гг.**

- **Снижение** удельного расхода топлива (**ГАЗА**) до современных международных стандартов, для этого:
  - а) в Европейской части России максимально **УСКОРИТЬ реконструкцию** паротурбинных блоков до парогазовых, в первую очередь блоки **200** и **300 МВт** суммарной мощностью **32 ГВт** (уменьшается удельное потребление газа в **1,5** раза);
  - б) обеспечить новое строительство **парогазовых** блоков;
  - в) сооружение АЭС проводить **ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО** в Европейской части России, при условии **1 кВт ≤ 2500\$** и время до ввода **5 лет**
- ТЭО на новое строительство должно **УЧИТЫВАТЬ**, что **реконструкция** существующих энергоблоков на **30% - 50%** дешевле, чем **строительство новых**.

- В базовом варианте Генсхемы планируется ввод – **186 ГВт**;
- В оптимистичном варианте – **238 ГВт**;
- В скорректированной Генсхеме не более **40 ГВт** (**4 ГВт** в год);

Суммарная мощность электростанций России в 2020 составит:

$$220 + 40 - 15 = 245 \text{ ГВт}$$

(**15 ГВт** – мощность энергоблоков, введенных до 1960г.)

вместо **340 ГВт** по базовому варианту и **392 ГВт** по оптимистичному.

# Строительство линий электропередач

	<b>СССР</b> (1981-1990)	<b>Генсхема</b> (2008-2020)
<b>Ввод новых генерирующих мощностей, Гвт</b>	<b>82</b>	<b>186</b>
<b>ЛЭП</b> (напряжение 35 и 110 КВ), <b>тыс. км</b>	<b>184</b> <b>2250</b> <b>км/ГВт</b>	
<b>ЛЭП</b> (напряжение 220 -1150 КВ), <b>тыс. км</b>	<b>69</b> <b>840 км/ГВт</b>	<b>64</b> <b>345 км/ГВт</b>

- В принятой Генсхеме протяженность ЛЭП занижена минимум в **2.4** раза на **1 ГВт** мощности.
- Сегодня в ЕЭС России **недостаточная** протяженность электрических сетей особенно ЛЭП 750кВ в Центральный и Северо-Западный регионы.
- Это одна из **причин** низкого значения КИУМ действующих электростанций.

# Стоимость пересмотренной Генсхемы

- Строительство (реконструкция) новых генерирующих мощностей **уменьшится в 6 раз:**

- с 11.6 трлн. руб. → 1.8 трлн. руб. (180 млрд. руб. в год);

- Строительство (реконструкция) единой национальной электрической сети **уменьшится в 2.5 раза:**

4.9 трлн. руб. → 2 трлн. руб. (200 млрд. руб. в год);

- Строительство (реконструкция) распределительных сетей **уменьшится в 2.6 раза:**

4.2 трлн. руб. → 1.6 трлн. руб. (1.6 млрд. руб. в год);

(в ценах 2008 г)

**Общая стоимость реализации  
генсхемы уменьшится в 3.8 раза:**

**20.7 трлн. руб. → 5.4 трлн. руб.  
(540 млрд. руб. в год);**

## ВЫВОДЫ

### В принятых Генсхеме и ЭС:

- **завышены соответственно в 3,8 и 1,9 раза** программы инвестиций;
- **не сбалансированы** программы строительства (реконструкции) ЛЭП и генерирующих мощностей;
- **нет механизмов** сдерживания роста цен на электроэнергию.
- **не учитывается** критерий максимального снижения потребления газа в электроэнергетике при выделении инвестиций из федерального бюджета;

## Послесловие 1 О НОВЫХ ПРОЕКТАХ АЭС

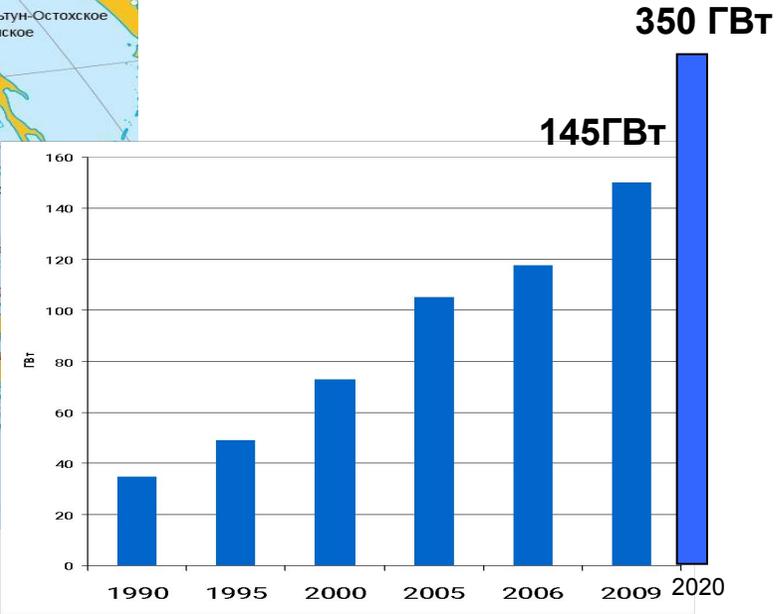
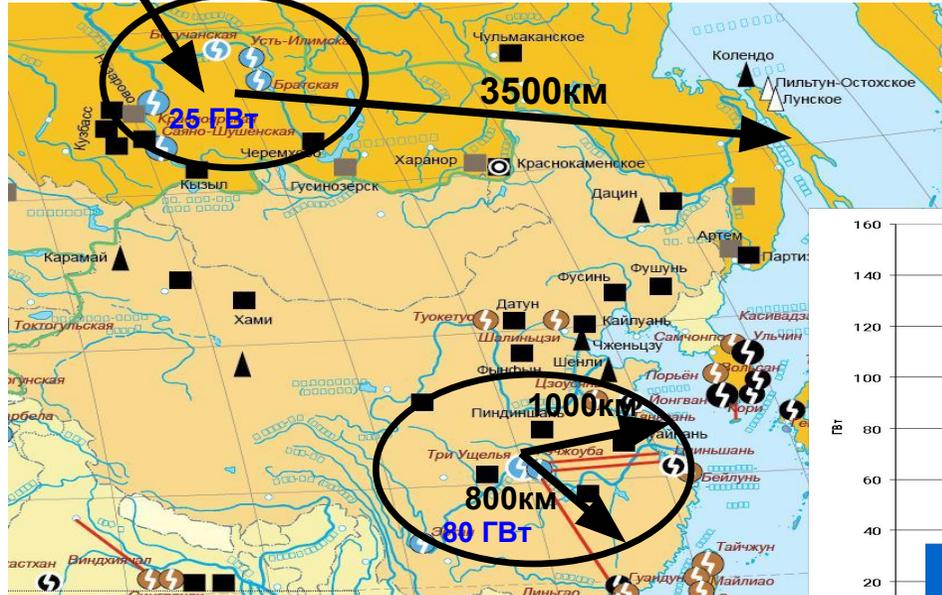
- Россия АЭС 2006 – 1,150 ГВт; БН-800 - 0,8 ГВт;  
\$ 4000/КВт > \$ 4000/КВт
- Южная Корея OPR – 1,0 ГВт; APR – 1,4 ГВт;  
\$ 2400/КВт \$ 2300/КВт
- Китай – AP 1000 - 1,0 ГВт; EPR 1600 - 1,6 ГВт;  
\$ 2400/КВт \$ 2500/КВт  
PWR (China) 1000 – 1 ГВт;  
< \$ 2000/КВт
- Франция (AREVA) – EPR 1600 - 1,6 ГВт;  
\$ 2900/КВт
- США (GE-Hitachi) – ABWR 1450 - 1,45 ГВт;  
\$ 3600/КВт  
США (Westinghouse) – AP 1000 - 1 ГВт.

## Послесловие 2

в 2008г. -	бездефицитный бюджет	при условии	<b>\$ 62 за баррель;</b>
в 2009 г. -	бездефицитный бюджет	при условии	<b>\$ 99 за баррель;</b>
в 2010г. -	бездефицитный бюджет	при условии	<b>\$ 105 за баррель;</b>
в 2009г. -	дефицит соц. платежей		<b>1,3 трн. руб.</b>
в 2010г. -	дефицит соц. платежей		<b>2,8 трн. руб.</b>
В 2009г. -	расходы ФБ на поддержку Росатома		<b>135 млрд.руб.</b>
В 2010г. -	будет потрачен весь Стабфонд.		
	Расходы ФБ на АЭС 68 млрд.руб. Инв. сост. РЭА		<b>59 млрд. руб.</b>
	Всего инвестиций РЭА		<b>175 млрд. руб.</b>
В 2011г. -	предстоит секвестр расходов ФБ, включая все ФЦП.		
<u>Вопрос:</u>	сохранятся ли в 2011-2013гг. расходы ФБ на сооружение АЭС на уровне 2009-2010гг.?		
	При доп. расходах ФБ: Саммит АТЭС 2012г., Универсиада 2013г. и Олимпиада 2014г..		

# Послесловие 3

Включая СШГЭС и Богучанскую ГЭС  
**Риск потери конкурентоспособности**

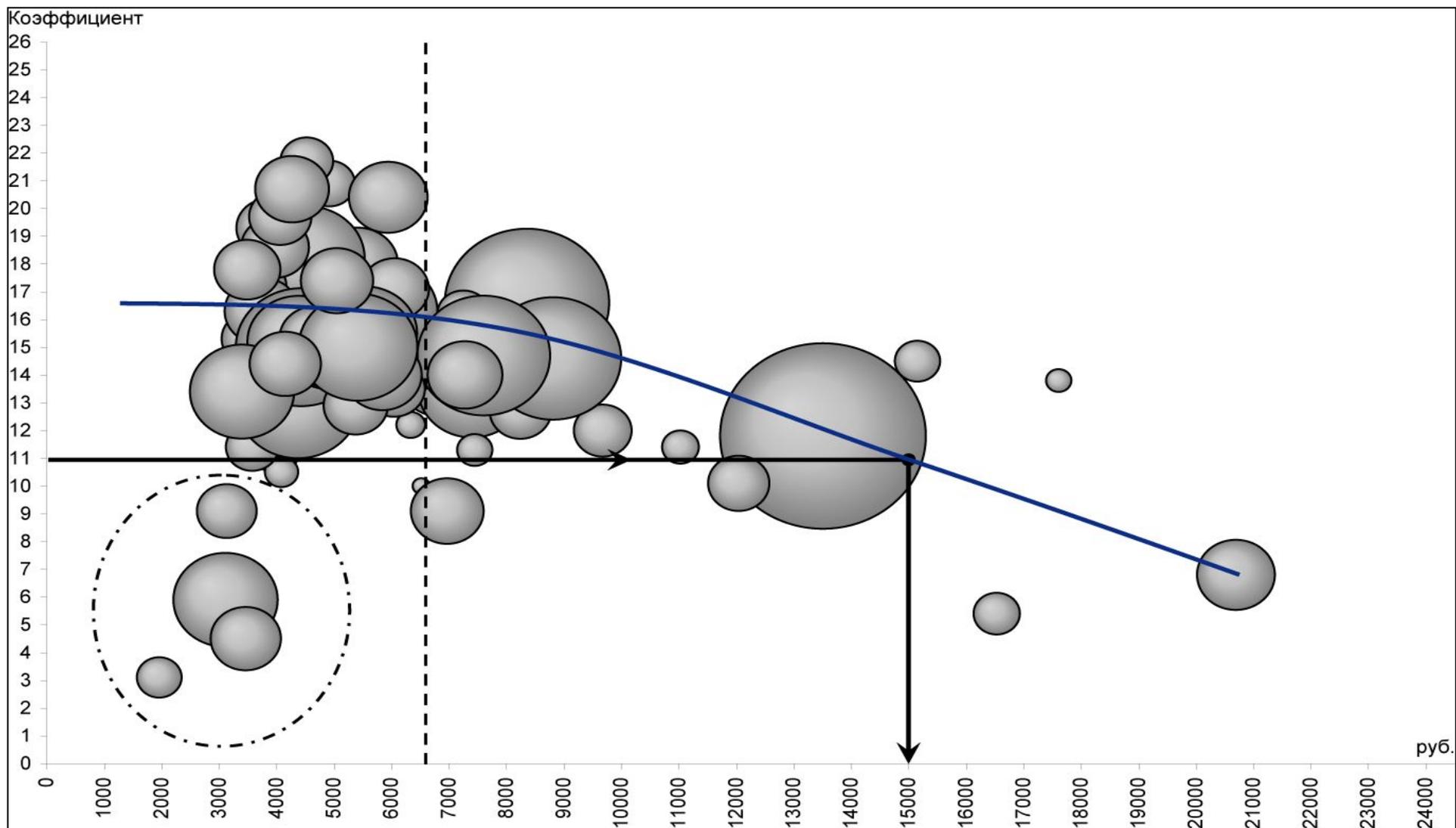


**Где будет развиваться экспортно-ориентированное электроемкое производство?**

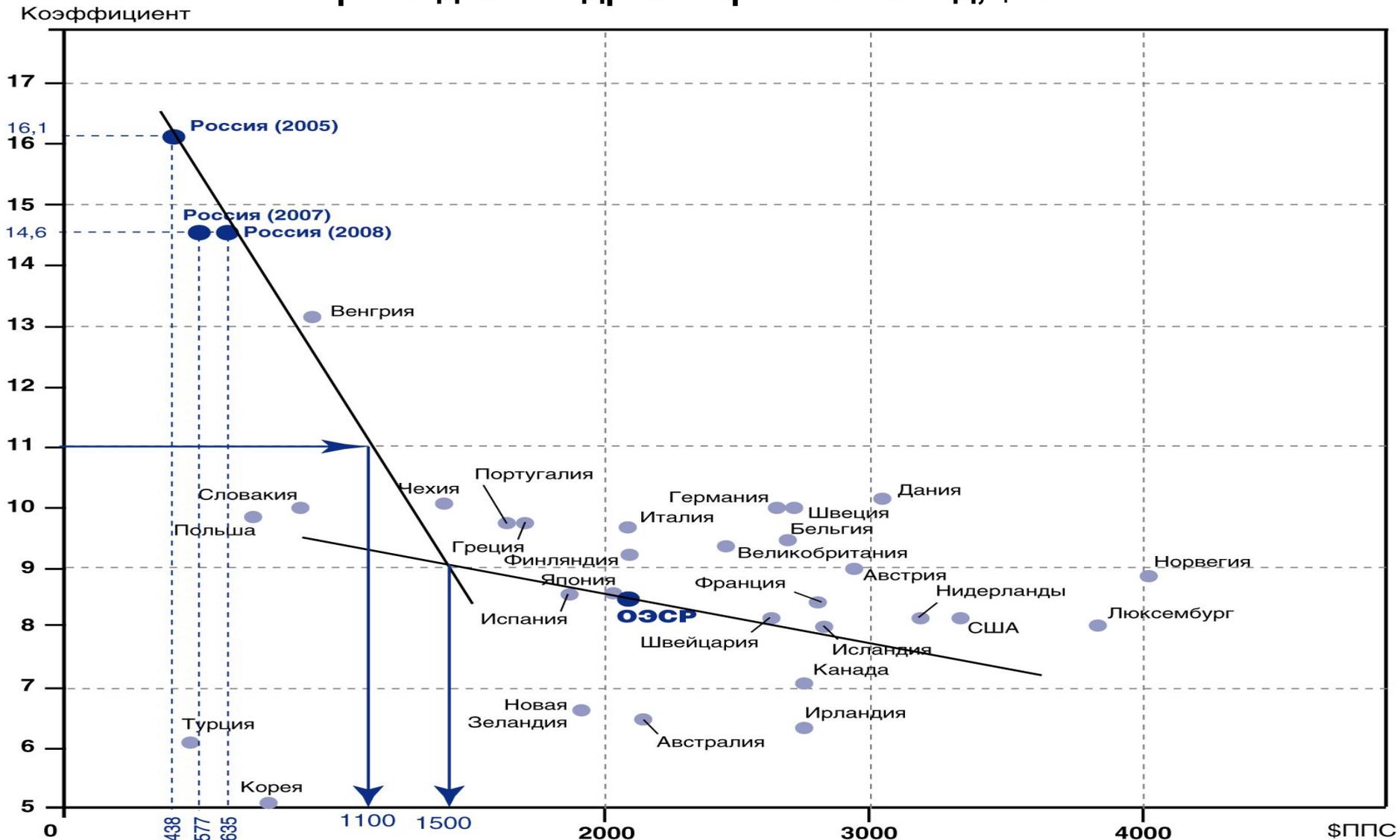
Установ. мощности ГЭС Китая

# Послесловие 4

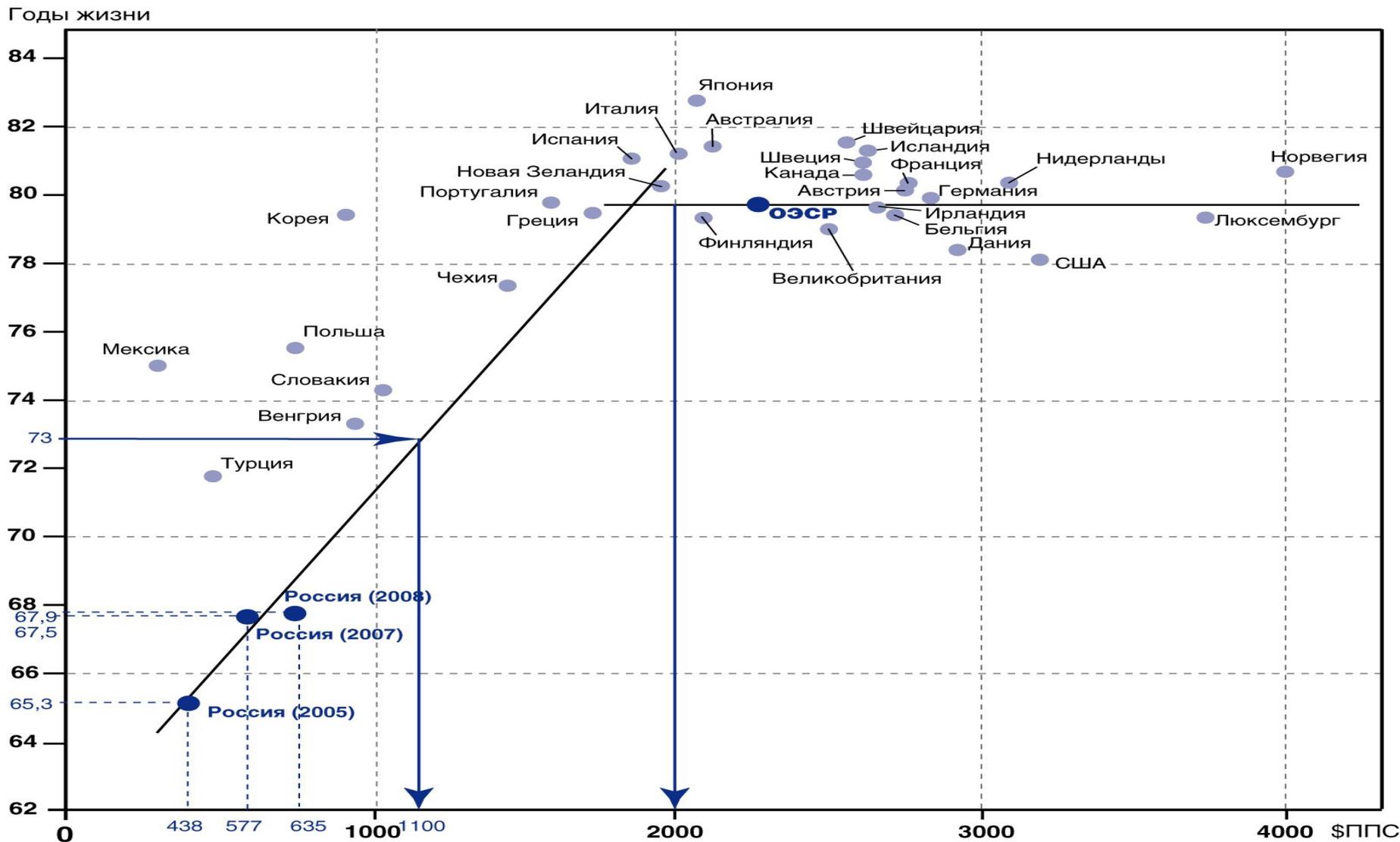
## Зависимость между подушевыми расходами на ТПГГ в год и ОКС



# Общий коэффициент смертности в зависимости от подушевых государственных расходов на здравоохранение в год, \$ППС



# Ожидаемая продолжительность жизни в зависимости от подушевых государственных расходов на здравоохранение в год, \$ППС



# ЭПИЛОГ

«Но Советский Союз строил в течение десятилетий, тогда было построено около **30 крупных блоков**, а сейчас мы наметили в самое ближайшее время **построить 26**»

«Мы наметили весьма амбициозные планы, речь идет о доведении доли атомной генерации в общем энергобалансе страны с **16%**, как сегодня, до **20%**, а в перспективе до **25-30%**».

*В.В. Путин Волгодонск 18 марта 2010г.*

- Как служить государю?
- Говорить правду и не давать покоя.

*Конфуций (2500 лет тому назад)*

# Приложение

\* В ближайшие **10-15 лет** уменьшение доли газа при производстве электроэнергии в европейской части России можно обеспечить как за счет строительства новых АЭС, так и за счет модернизации действующих паротурбинных блоков до парогазовых, в первую очередь, серийных **200 и 300 МВт**, суммарная мощность которых составляет **40 ГВт**. Исходя из критерия максимального возврата газа, можно оценить эффективность инвестиций из федерального бюджета в эти два направления:

1. Энергоблок АЭС 1 ГВт мощности в среднем производит **7.5 млрд. кВт/ч** (при КИУМ 86%) и высвобождает **2.4 млрд. куб. м. газа** для производства аналогичного объема электроэнергии на газовых паротурбинных блоках. Время строительства одного блока АЭС мощностью **1 ГВт** составляет **не менее 7 лет**. Объявленная сегодня стоимость строительства новых блоков в России составляет **1 кВт > \$3500 - 4000**;

2. Реконструкция паротурбинных блоков до парогазовых снижает потребление газа в 1.5 раза или на **0.8 млрд.куб.м. газа**. Стоимость строительства парогазовых блоков **1 КВт ≤ \$1500**, стоимость реконструкции серийных паротурбинных блоков до парогазовых минимум в 1.5 раза меньше, чем новое строительство или **1 КВт ≤ \$1000**. Время реконструкции **1ГВт** мощности **не более 1.5 года**;

3. Оценка эффективности инвестиций показала ,что новое строительство АЭС по сравнению с реконструкцией паротурбинных блоков до парогазовых по критерию максимального возврата газа эффективно только при стоимости **1КВт ≤ \$2500** и сроке строительства **не более 5 лет**. В этом случае АЭС через **13.5 лет** начнет высвобождать больше газа, чем реконструированные паротурбинные блоки.

# Благодарность

**Северинову Владимиру Вениаминовичу к.т.н.**

**Фадееву Евгению Алексеевичу к.т.н. эксперту ВЭС ГД России**

**Кудрявому Виктору Васильевичу д.т.н. проф. МЭИ**

**Кутовому Георгию Петровичу д.т.н. проф. ОАО «Метчел»**

**Пороховой Наталье Владимировне к.г.н. ИПЕМ**