

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

ТЕМА 3. ПОКАЗАТЕЛИ ОБЩЕЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АЭС

Основные вопросы:

- капитальные затраты, определяющие факторы
- себестоимость электрической и тепловой энергии
- приведенные затраты
- Коэффициент использования установленной мощности



ОБЩАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ АЭС

характеризуется:

- капитальными затратами на сооружение АЭС,
- себестоимостью электрической и тепловой энергии,
- приведенными затратами



Удельные капитальные затраты

вычисляются как отношение полных затрат на сооружение АЭС K_z , руб., к установленной электрической мощности АЭС N_z , кВт:

$$K_{уд} = K_z / N_{z.бр} \text{ руб/кВт,}$$

и называются ***удельной стоимостью 1 кВт установленной мощности***



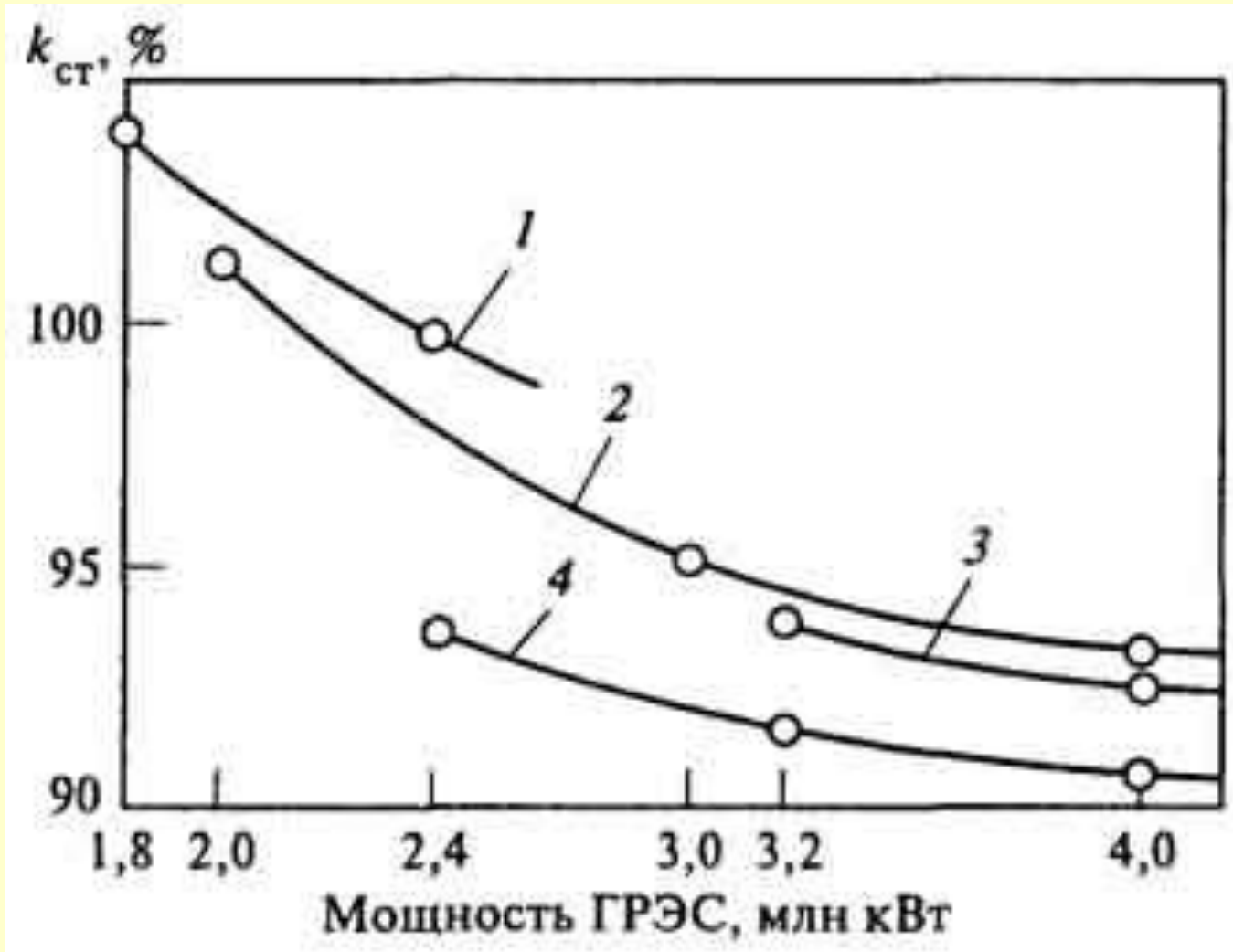
**Удельная стоимость 1 кВт
установленной мощности**

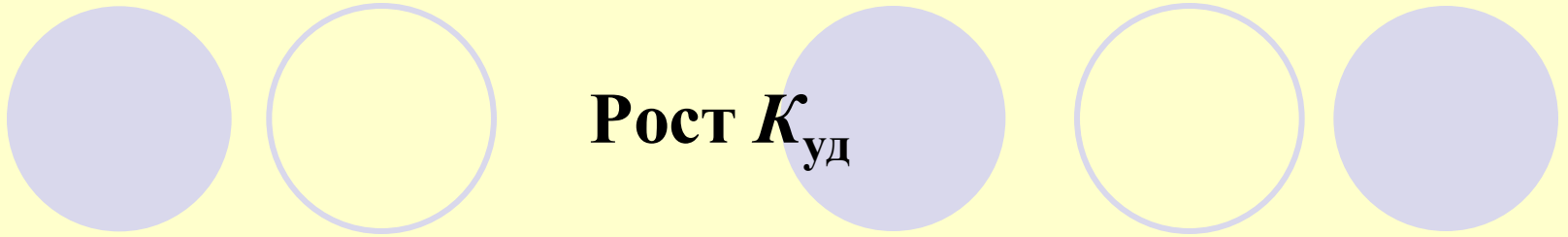
$$K_{\text{уд}}$$

зависит от:

- **типа электростанции**
- **параметров рабочего тела**
- **типа теплоносителя и его параметров**
- **электрической мощности АЭС**
- **единичной мощности основного оборудования (реактора, парогенератора, турбоэлектрогенератора, ГНЦ и т.п.)**

Зависимость удельных капитальных затрат от мощности электростанции





обусловлен дополнительными вложениями капиталов в стоимость АЭС:

- на системы безопасности АЭС
- на реализацию надежных решений при захоронении РАО и снятии АЭС с эксплуатации

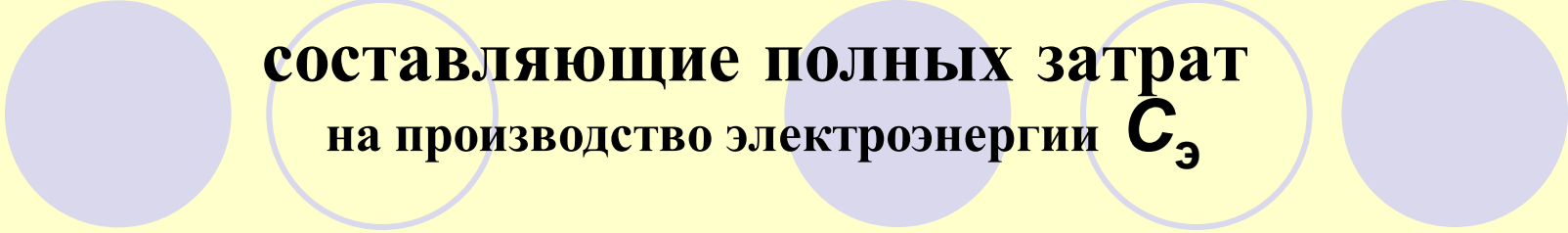
Удельные затраты на различные виды электрогенерирующего оборудования в мире 2000–2010 гг , долл. США/кВт

АЭС	1500–2500
ГТУ, дизельные электростанции	325
Комбинированный цикл (ПГУ)	535
ТЭС	1150–1470
Усовершенствованные ТЭС	1350–1600
Котлы с циркулирующим кипящим слоем под давлением	1340–1370
ГЭС большой мощности	1840–2760
ГЭС малой мощности	1150–3450
Приливные электростанции	1840–3680
Волновые установки берегового типа	4800
Геотермальные ТЭС обычного типа	1150–1720
Геотермальные ТЭС бинарного типа	1440–1720
Ветровые электростанции берегового типа	1200
Солнечные электростанции (СЭС)	3220
Установки на биомассе	1700–2760
Когенерационные установки	400–800

Удельная себестоимость электрической или тепловой энергии

отношение издержек производства **C**, руб. за определенный период времени к количеству произведенной за этот период **Э**, кВт · ч, или **Q**, кДж, энергий:

$$c_{\text{э}} = C_{\text{э}}/\text{Э} \quad \text{и} \quad c_{\text{т}} = C_{\text{т}}/Q$$



составляющие полных затрат на производство электроэнергии $C_э$

$$C_э = C_{\text{ТВЭЛ}} + C_{\text{кап}} + C_{\text{экспл}}$$

$C_{\text{ТВЭЛ}}$ - стоимость ядерного топлива

$C_{\text{кап}}$ - затраты, связанные с амортизацией,
ремонтами, модернизацией
оборудования, систем безопасности и т.п.

$C_{\text{экспл}}$ - эксплуатационные расходы

Составляющие удельной себестоимости

$$\begin{aligned}c_{\text{э}} &= C_{\text{э}}/\text{Э} = \\&= C_{\text{ТВЭЛ}}/\text{Э} + C_{\text{кап}}/\text{Э} + C_{\text{экспл}}/\text{Э} = \\&= C_{\text{ТВЭЛ}} + C_{\text{к}} + C_{\text{экспл}}\end{aligned}$$

Составляющая капитальных затрат в себестоимости электроэнергии

$$c_k = p_a K_z / N_{\text{э}} T_{\text{уст}}$$

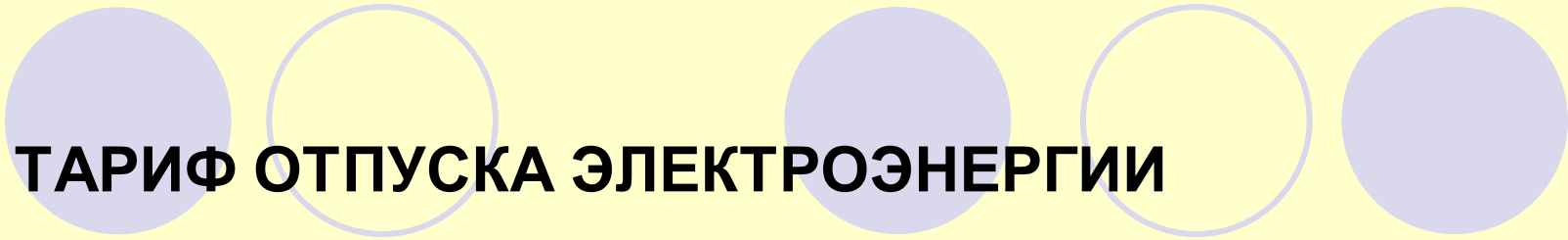
$$c_k = p_a K_{\text{уд}} / T_{\text{уст}}$$

p_a - коэффициент амортизации капиталовложений в электростанцию

$T_{\text{уст}}$ - число часов использования установленной мощности

Себестоимость отпуска электроэнергии в мире, цент/(кВт·ч)


Угольная ТЭС	2,4–3,3
Парогазовая установка (ПГУ) на природном газе	1,6–2,55
АЭС с реакторами ВВЭР-1000	1,8–3,24
Когенерационные установки	1,2–2,8



ТАРИФ ОТПУСКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

может изменяться в пределах от значения, равного себестоимости, до значения, превышающего ее в 1,5 раза

От величины тарифа исчисляются накопления в фонд снятия АЭС с эксплуатации (в настоящее время - 4,64 %)



Значения удельной себестоимости электроэнергии сэ
(или теплоты ст) зависят от

количества электроэнергии или теплоты,
произведенных на электростанции при рассматриваемом
уровне затрат.

коэффициент использования установленной мощности (КИУМ)

чаще всего исчисляется за год, %:

$$\mathbf{КИУМ = 100 \cdot \mathcal{E}_{\text{год}} / (N_{\text{уст}} T_{\text{год}}), \%}$$

$$\mathbf{КИУМ = 100 \cdot \mathcal{E}_{\text{год}} / N_{\text{уст}} T_{\text{год}} = 100 \cdot \mathcal{E}_{\text{год}} / \mathcal{E}_{\text{год.уст}} = 100 \cdot N_{\text{ср}} / N_{\text{уст}}}$$

Значения КИУМ российских АЭС в 1991 - 2001 гг.

●	Годы	1991	1992	1993	1994	1995	
	КИУМ	67,7	67,3	64,9	52,6	53,4	
●	Годы	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	КИУМ	58,3	58,2	55,6	64,5	69,1	72,4

КИУМ позволяет учитывать надежность работы стационарного оборудования

Годовое число часов использования установленной мощности электростанции

$$\tau_{\text{уст}} = \mathcal{E}_{\text{год}} / N_{\text{уст}} = N_{\text{ср}} \tau_{\text{год}} / N_{\text{уст}} = \text{КИУМ} \cdot \tau_{\text{год}}$$

Классификация электростанций

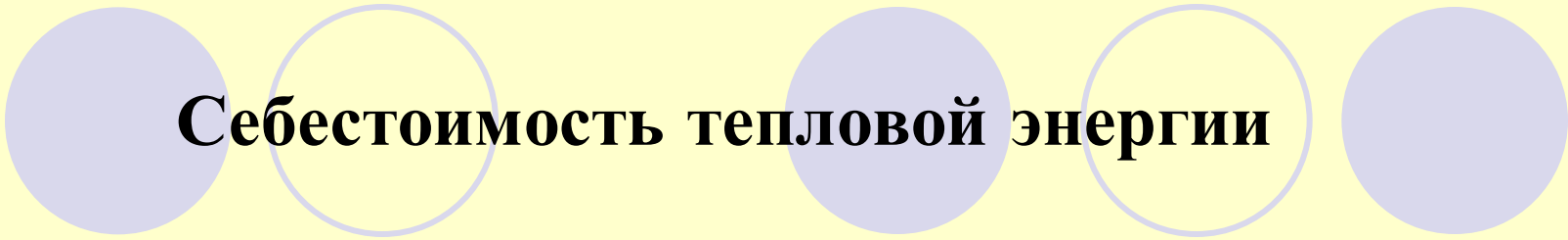


по продолжительности использования установленной мощности в течение года



Режим эксплуатации станции

- 1) при $\tau_{уст}$ до 1500 ч - *пиковый*
- 2) при 3000 ч < $\tau_{уст}$ < 4000 ч - *полупиковый*
- 3) при $\tau_{уст}$ > 5000 ч работы - *базовый*



Себестоимость тепловой энергии

- При оценке себестоимости тепловой энергии, произведенной на электростанции, может быть использован аналогичный методический подход