



РОСАТОМ

АО ГНЦ РФ «Физико-энергетический институт»  
имени акад. А.И. Лейпунского

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

# Преимущества замыкания ЯТЦ с точки зрения экологической безопасности и рационального использования ресурсов

Усанов Владимир Иванович

Международный общественный  
форум-диалог «Атом-Эко» 21-22  
Ноября 2017

# ОПЕРАТОР ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

**Анализ свойств ЯТЦ и других основных ТЦ, представленный в докладе, основан на построенной автором общей модели производственных циклов**

- Производственный цикл в этой модели превращает финансовые средства в товарную продукцию, используя материальные ресурсы природы и трудовые ресурсы общества
- Для осуществления производственного процесса необходимо, чтобы:
  - имелись внешние источники инвестирования и рынок товаров и услуг;
  - технологический уровень производства  $Tz$  был выше среднего технологического уровня окружающей производственной среды  $Ti$ ;
  - были задействованы «операторы», действующие на высоком технологическом уровне.
- **Оператор целенаправленного действия – понятие из биологии**  
(Корогодин В.И. Информация и феномен жизни. Пушино. АН СССР, 1991, с.201)

$$(R, I) \xrightarrow[\substack{p, P}]{\Theta, J} (Z, W),$$

где  $I$  – окружающая среда;  $R$  – ресурсы, идущие на осуществление действия;  $\Theta$  - "механизм", применение которого приводит к результату  $Z$ ;  $J$  - информация;  $W$  - отходы.

Производственные операторы в ПЦ – это персонал, обладающий специальными знаниями и навыками с необходимыми орудиями труда.

# МОДЕЛЬ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСНЫХ ЗАТРАТ («ЭНТРОПИЙНАЯ» МОДЕЛЬ)

- Описание производственной системы как "машины" по преобразованию трудовой деятельности человека и природных ресурсов в товар

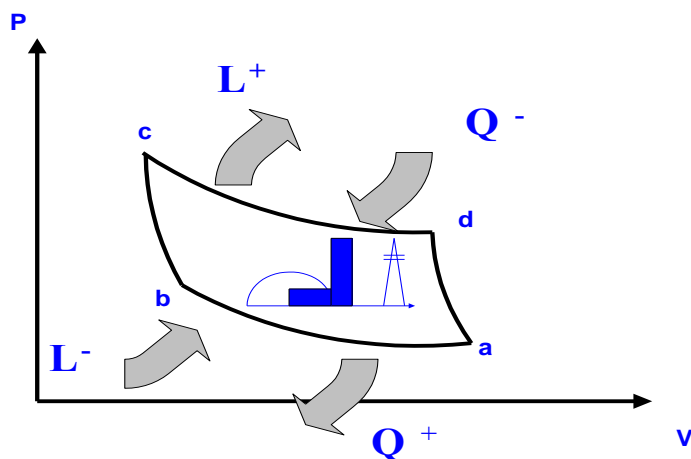


Диаграмма производственного цикла

- **Относительные невозобновляемые ресурсно-экологические затраты** как мера воздействия производственного цикла на среду

$$\delta S = \delta Q/Q + \delta V/V,$$

$\delta Q$ ,  $\delta V$  – трудовые и природные затраты (воздействия) предприятия;

$Q$ ,  $V$  – финансовый и материальный потенциалы макросистемы (региона, страны)

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА

- **Технологическая (экономическая) эффективность цикла:**

$$\eta_T = \frac{Q_{cd} - Q_{ab}}{Q_{cd}} = \frac{\delta Q_Z}{\delta Q} \quad \text{Для идеального цикла: } \eta_T = 1 - \frac{T_I}{T_Z}$$

$\delta Q_Z$  – прибыль;  $\delta Q$  – затраты;

- **Ресурсно-экологическая эффективность:**  $\eta_R = \frac{\delta V - \delta V_W}{\delta V} = \frac{\delta V_Z}{\delta V}$

$\delta V$  – ресурсы, вовлеченные в цикл;  $\delta V_W$  – отходы;  $\delta V_Z$  – полезно использованные

Для идеального цикла ресурсно-экологическая эффективность равна 100%.

- **Общее выражение эффективности производственного цикла:**

$$\eta = \frac{\delta S_Z}{\delta S} = \frac{\frac{dQ_Z}{Q} + \frac{dV_Z}{V}}{\frac{dQ}{Q} + \frac{dV}{V}}$$

$$(V \rightarrow \infty, \eta \rightarrow \eta_T; \quad Q \rightarrow \infty, \eta \rightarrow \eta_R)$$

- Эффективность производства определяется отношением финансовых затрат, затрат труда и невозобновляемых природных ресурсов, использованных на достижение цели, к полным производственным затратам

# ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

- **Рациональное устойчивое развитие производства:**

$\delta S \rightarrow \min$  - минимум экономических затрат и затрат труда и невозобновляемых природных ресурсов

- **Полные относительные затраты:**  $\delta S = \delta Q_z/Q + \delta V_z/V = \delta S_q + \delta S_v$
- **Относительные экологические затраты**  $\delta S_v = \delta V_z/V$

$\delta V$  – ресурсы, вовлеченные в цикл;  $\delta V_w$  - отходы;  $\delta V_z$  – полезно использованные

$$\delta S_v = \sum_{k=1}^K \frac{dv_k}{v_k}$$

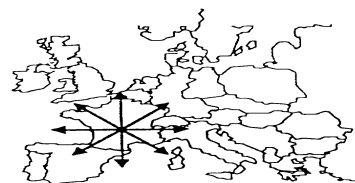
- $k$  – индекс фактора;  $\delta v_k$  – воздействие;  $v_k$  – квота
  - $\delta S_v$  – определяет относительную ценность экологических ресурсов;
  - $\delta S_v$  – позволяет суммировать факторы разной физической природы;
  - $w_k = 1/v_k$  – определяет «веса» для разных факторов:  $\delta S = \sum w_k \delta v_k$
- **Создание базы данных по  $\delta v_k$  и  $v_k$**  - элемент долгосрочного экологического планирования

# РАСЧЕТ ВНЕШНИХ ЗАТРАТ (EXTERNAL COST) И ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

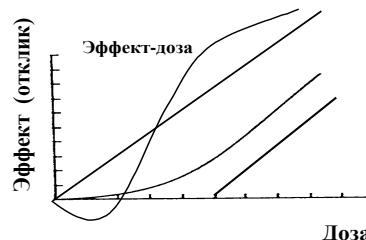
ХАРАКТЕРИСТИКА  
ИСТОЧНИКА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



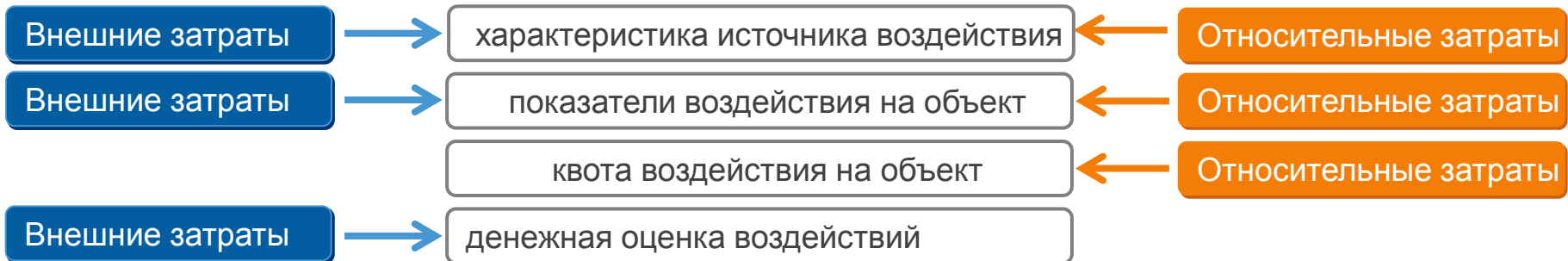
ИЗМЕНЕНИЕ  
КОНЦЕНТРАЦИИ  
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ



ВОЗДЕЙСТВИЕ  
НА ЗДОРОВЬЕ И  
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ



ДЕНЕЖНАЯ ОЦЕНКА  
ВОЗДЕЙСТВИЙ

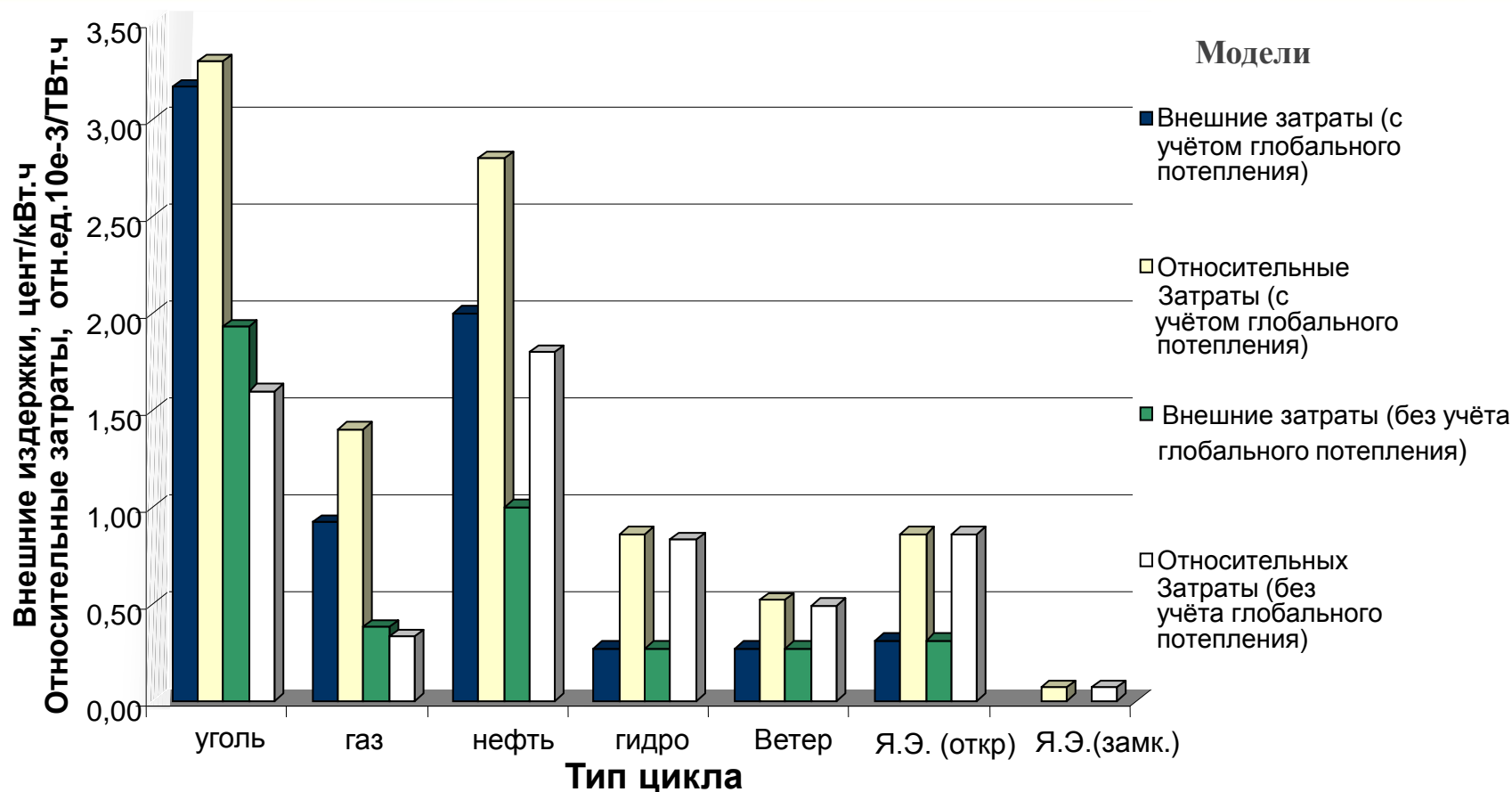


# ПРИМЕР ГОДОВЫХ КВОТ ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ

Среда	Тип воздействия	Квота	
		Экстенс.*	Интенсс.*
Население и рудовые ресурсы	Ущерб здоровью населения, чел/год	$2,2 \cdot 10^3$	$7,3 \cdot 10^2$
	Ущерб здоровью персонала, чел/год	$1,6 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^2$
Атмосфера	Выбросы CO <sub>2</sub> , т	$6,6 \cdot 10^8$	$6,6 \cdot 10^8$
	Тепловые выбросы, ГВт(т)	$1,0 \cdot 10^4$	$3,4 \cdot 10^3$
	Энергоресурсы ветра, ГВт(т)	$1,5 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^1$
Гидросфера	Загрязнение вод, м <sup>3</sup>	$9,0 \cdot 10^9$	$3,0 \cdot 10^9$
	Энергоресурсы, ГВт(т)	$3,3 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$
Литосфера (орган.)	Уголь, т/год, т	$1,5 \cdot 10^9$	$5,0 \cdot 10^8$
	Природный газ, т	$3,0 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^8$
	Нефть, т	$4,5 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^7$
Литосфера (неорган.)	Железо, т	$2,2 \cdot 10^7$	$7,5 \cdot 10^6$
	Никель, т	$1,5 \cdot 10^5$	$5,0 \cdot 10^4$
	Природный уран, т	$3,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$
Территория	Отчуждение, км <sup>2</sup>	$6,0 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$

\* В экстенсивном сценарии развития энергетики России на 100 лет квоты более мягкие, чем в интенсивном

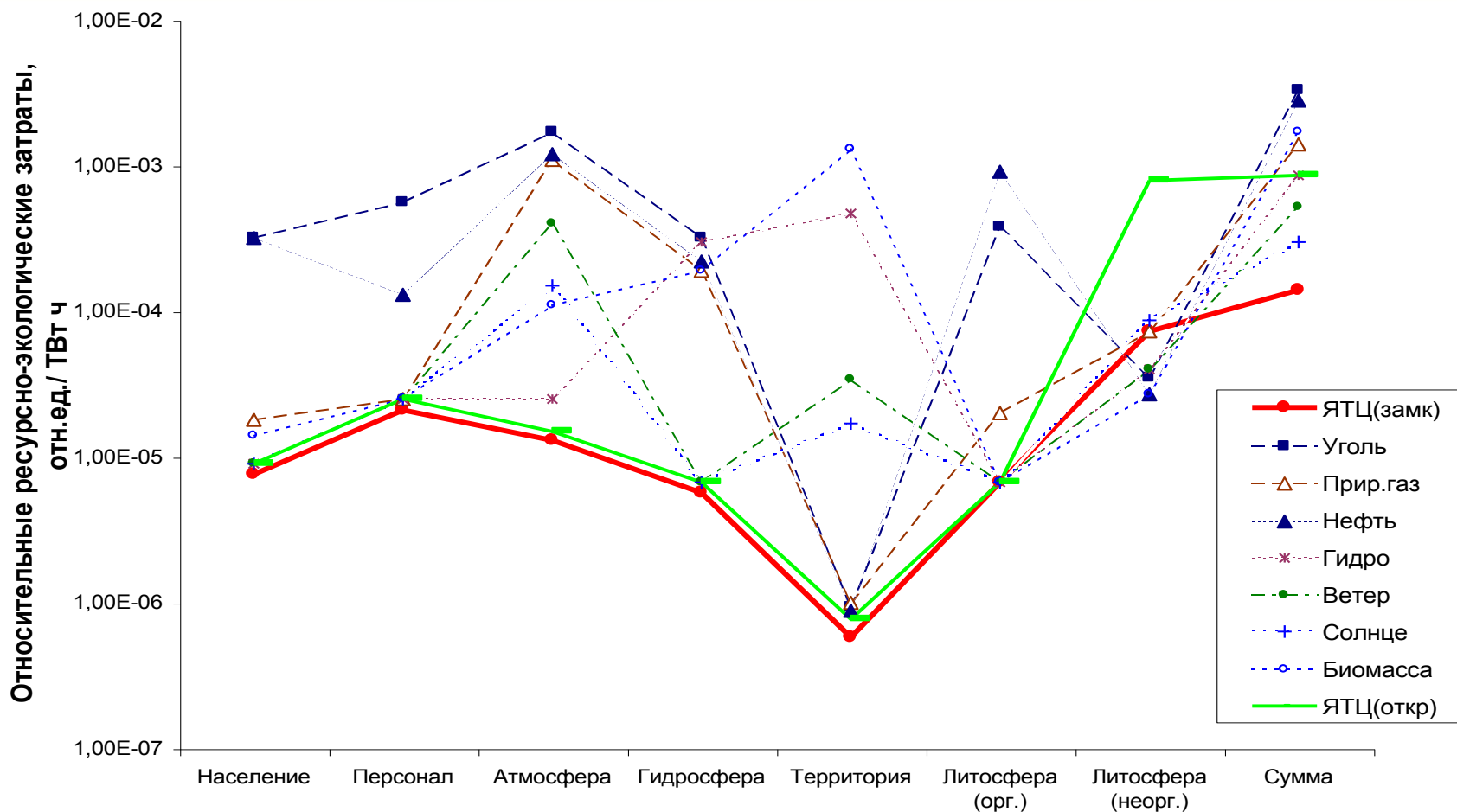
# СРАВНЕНИЕ ВНЕШНИХ ЗАТРАТ (EXTERN-E) И ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ



- Сравнение "внешних затрат" и "относительных затрат" для основных способов производства электроэнергии



# ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ В ЭКСТЕНСИВНОМ СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ



Относительные ресурсно-экологические затраты в экстенсивном сценарии развития

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Рассмотрение производственного цикла как работу операторов целенаправленного действия позволяет построить достаточно общую ресурсно-экологическую модель воздействия энергосистем на здоровье и окружающую среду
- Понятие замыкания производственного цикла приобретает в этой модели широкий смысл и означает минимизацию интегрального ресурсно-экологического воздействия
- Необходимым условием применения модели является разработка долгосрочного ресурсно-экологического планирования с определением годовых квот воздействия на здоровье и окружающую среду
- Ранжирование энерготехнологий показало, что наибольшее отрицательное воздействие на окружающую среду оказывают нефтяной и угольный циклы, причем оно существенно ухудшится при введении ограничений на выбросы парниковых газов
- Ветровой и солнечный циклы энергопроизводства и замкнутый цикл ядерной энергетики при рассмотрении на временной базе в сто лет оказались в классе с самым низким воздействием на окружающую среду
- Для ядерного цикла модель указывает не только на необходимость замыкания по ядерному топливу, но и на целесообразность организации цикла повторного использования активированных и загрязненных конструкционных материалов



**РОСАТОМ**

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

**Спасибо за внимание**