



5. Критерии развития ЭЭС

Экономическая и финансовая эффективность



Критерии в задачах развития энергетики

Для характеристики эффективности решений в задачах развития энергетики можно выделить восемь групп критериев

- 1. Надежность**
- 2. Качество энергии**
- 3. Экономическая и финансовая эффективность**
- 2. Экологическая эффективность**
- 4. Социальная приемлемость и эффективность**
- 5. Обеспеченность ресурсами**
- 6. Ресурсосбережение и энергосбережение**
- 7. Реализуемость решений**



Экономическая и финансовая эффективность

Критерии экономической и финансовой эффективности широко используется в задачах развития ЭЭС и другие критерии по возможности сводятся к этой группе (выражаются в денежных единицах).

Рыночные отношения требуют пересмотра традиционных методов оценки экономических критериев. До настоящего времени нет устоявшихся методик расчета экономической и финансовой эффективности, соответствующих условиям рынка.

В практике проектирования по-прежнему широко используются нормативные материалы, разработанные для централизованной государственно управляемой экономики.



Экономическая и финансовая эффективность

Требования к экономическому сопоставлению вариантов развития в условиях **государственного** регулирования экономики

1. Условие общегосударственной оптимальности распределения капиталовложений между объектами.
2. Выполнение условия тождества эффекта (УТЭ), т. е. все сопоставляемые варианты должны иметь один и тот же технический эффект, выражающийся в заранее определенном заданном выпуске продукции.



Экономическая и финансовая эффективность

Требования к экономическому сопоставлению вариантов развития в рыночных условиях

1. Определение всех фактических затрат по производству продукции и эффектов реализации проекта развития.
2. Различие **государственных** и **предпринимательских** затрат и эффектов.
 - 2.1. Учет **государственных интересов экономической эффективности** вариантов развития.
 - 2.2. Учет **предпринимательских интересов финансовой эффективности** вариантов развития.



Экономическая и финансовая эффективность

Экономическое сопоставление вариантов развития

**Государственно
управляемой экономики**

**Критерии сравнительной
экономической
эффективности**

**Статические
приведенные
затраты**

**Динамические
приведенные
затраты**

Рыночная экономика

**Критерии экономической и
финансовой
эффективности**

**Интегральные
приведенные
затраты**

**Интегральная
приведенная
чистая стоимость**

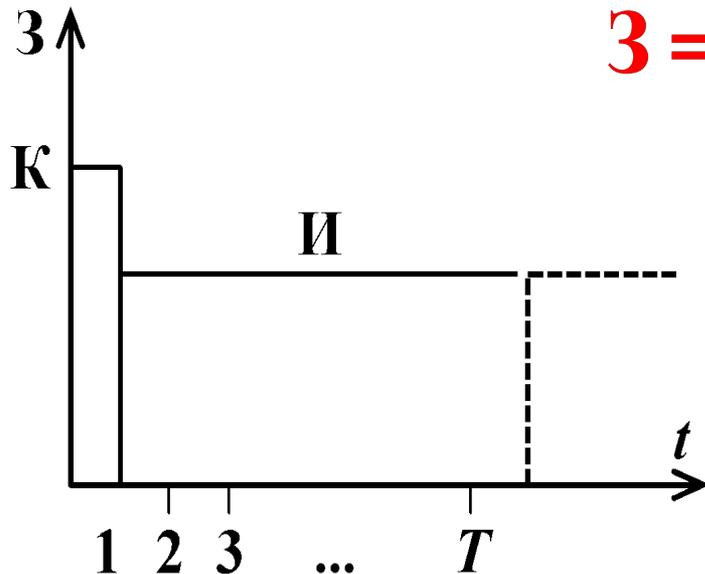


Экономическая и финансовая эффективность

Метод статических приведенных затрат –

основан на условии тождества эффекта и общегосударственной оптимальности распределения капиталовложений между объектами.

Математическая модель статических приведенных затрат содержит допущение о единовременных капиталовложениях **К** и неизменных во времени эксплуатационных издержках **И**



$$З = E_H \cdot K + И ,$$

З - ежегодные приведенные затраты;

К - единовременные капиталовложения;

E_H - нормативный коэффициент
сравнительной эффективности
капиталовложений;

И - эксплуатационные издержки.



Экономическая и финансовая эффективность

Статические приведенные затраты, $Z = E_H \cdot K + I$

Распределение капиталовложений между объектами сводится к задаче нахождения минимума суммарных по всем объектам ежегодных издержек при заданных суммарных капиталовложениях:

$$\sum_{i=1}^n I_i \rightarrow \min; \quad \sum_{i=1}^n K_i = K.$$

При росте издержек с ростом капиталовложений следует ограничиться минимально возможными капиталовложениями.

Снижение издержек при росте капиталовложений говорит об эффективности дополнительных капиталовложений.



Распределение капиталовложений между объектами по условию минимума суммарных по всем объектам ежегодных издержек выполняется методом Лагранжа при ограничении по суммарным капиталовложениям:

Функция Лагранжа \rightarrow
$$W = \sum_{i=1}^n I_i + \lambda \sum_{i=1}^n K_i$$

Условие минимума издержек и функции L \rightarrow
$$\frac{\partial L}{\partial K_i} = \frac{\partial W_i}{\partial K_i} + \lambda = 0$$

Условие оптимальности распределения капиталовложений \rightarrow
$$\lambda = \frac{dW_i}{dK_i}, \quad i = \overline{1, n}; \quad \lambda = const$$

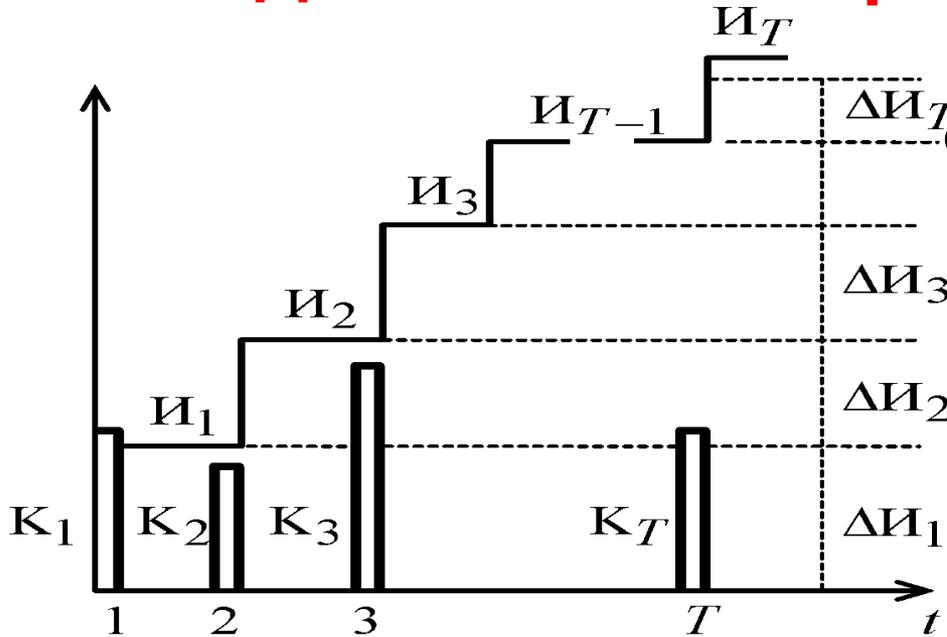
Нормированное значение \rightarrow
$$\lambda = E_H$$

Ежегодные приведенные затраты
$$Z = \sum_{i=1}^n W_i + E_H \sum_{i=1}^n K_i = \sum_{i=1}^n (E_H K_i + W_i) = \sum_{i=1}^n Z_i$$



Экономическая и финансовая эффективность

Динамические приведенные затраты



Развитие объектов за срок T с ежегодными капиталовложениями и издержками.

$t = 1$	$\mathbf{З}$	ΔE_1	$\mathbf{К}$	$\mathbf{И}_1$	$+$	Δ	1
$t = 2$	$\mathbf{З}$	ΔE_2	$\mathbf{К}$	$\mathbf{И}_2$	$+$	Δ	2
	\boxtimes		\boxtimes				
$t = T$	$\mathbf{З}$	ΔE_T	$\mathbf{К}$	$\mathbf{И}_T$	$+$	Δ	T

Затраты, произведенные в разные годы, неравноценны.

$E_{н.п}$ - нормативный коэффициент приведения разновременных затрат

$$Z = \sum_{t=1}^T (E_{н} K_t + \Delta И_t) (1 + E_{н.п})^{-(t-1)}$$



Экономическая и финансовая эффективность

Методы приведенных затрат

Статические
приведенные затраты

$$Z = E_H \cdot K + И$$

Динамические
приведенные затраты

$$Z = \sum_{t=1}^T (E_H K_t + \Delta И_t) (1 + E_{H.П})^{-(t-1)}$$

Наиболее слабыми местами методов ежегодных приведенных затрат является обоснование нормативных коэффициентов E_H , $E_{H.П}$ и ограничение в виде условия тождества эффекта.

Нормативный коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений E_H упрощенно считают обратной величиной срока окупаемости объекта T ,

$$E_H = 1/T = 1/8, \dots, 5, \dots, 2 = 0,125, \dots, 0,2, \dots, 0,5.$$

Нормативный коэффициент приведения разновременных затрат упрощенно зависит от среднего процента банковского кредита в энергетике и составлял около (8...12)%, $E_{H.П} = 0,08; \dots, 0,12.$ 11



Экономическая и финансовая эффективность

Методы приведенных затрат

Методы приведенных затрат еще используются в настоящее время при проектировании (сопоставление вариантов развития энергетических объектов).

При сопоставлении вариантов развития объектов по динамическим и даже статическим приведенным затратам применяются нормативные (разработанными для государственно управляемой экономики) или откорректированные (снижение срока окупаемости объекта и увеличение процента банковского кредита) значения коэффициентов.

Нормативные значения

$$E_H = 0,12$$
$$E_{H.П} = 0,08$$

Значения с коррекцией

$$E_H = 0,12 \cdots 0,2$$
$$E_{H.П} = 0,08 \cdots 0,12$$



Экономическая и финансовая эффективность

Интегральные приведенные затраты

В условиях рыночной экономики при сопоставлении вариантов развития объектов выросли требования к определению всех фактических затрат по производству продукции и эффектов реализации проекта развития.

Весьма важным является различие **государственных** и **предпринимательских** затрат и эффектов.

Учет государственных интересов при экономическом сопоставлении вариантов развития объектов приводит к необходимости **расчета экономической эффективности**. Критерий экономической эффективности реализует требование минимизации общественно необходимых затрат.

Учет предпринимательских интересов при экономическом сопоставлении приводит к необходимости **расчета финансовой эффективности**. Критерий финансовой эффективности реализует требование максимизации прибыли предприятия.



Критерий экономической эффективности

Интегральные приведенные затраты

Критерий экономической эффективности реализует требование минимизации общественно необходимых затрат. Для перспективного периода T необходимо учесть все затраты по варианту, выраженные в экономических ценах («очищенных» от налоговых отчислений и прибыли) и приведенные с учетом их разновременности.

Приведение разновременных затрат выполняется с помощью коэффициента α («очищенного» от инфляции).

$$Z_J = \sum_{t=1}^T (K_{\text{эт}t} + I_{\text{эт}t} \cdot \Lambda_{\text{эт}t}) \cdot (\alpha)^{-t} \Rightarrow$$

$K_{\text{эт}t}, I_{\text{эт}t}$ - капиталовложения и издержки (без реновации), отнесенные к концу года t ;

$\Lambda_{\text{эт}t}$ - остаточная стоимость основных фондов;

$\alpha = \alpha_{\text{кр}} - \alpha_{\text{инф}}$ - коэффициент приведения разновременных затрат;

$\alpha_{\text{кр}}$ - ставка банковского кредита; $\alpha_{\text{инф}}$ - % инфляции. 14



Критерий финансовой эффективности

Интегральная приведенная чистая стоимость

Критерий финансовой эффективности реализует требование максимизации прибыли предприятия и выражается в форме максимизации интегральной приведенной чистой стоимости

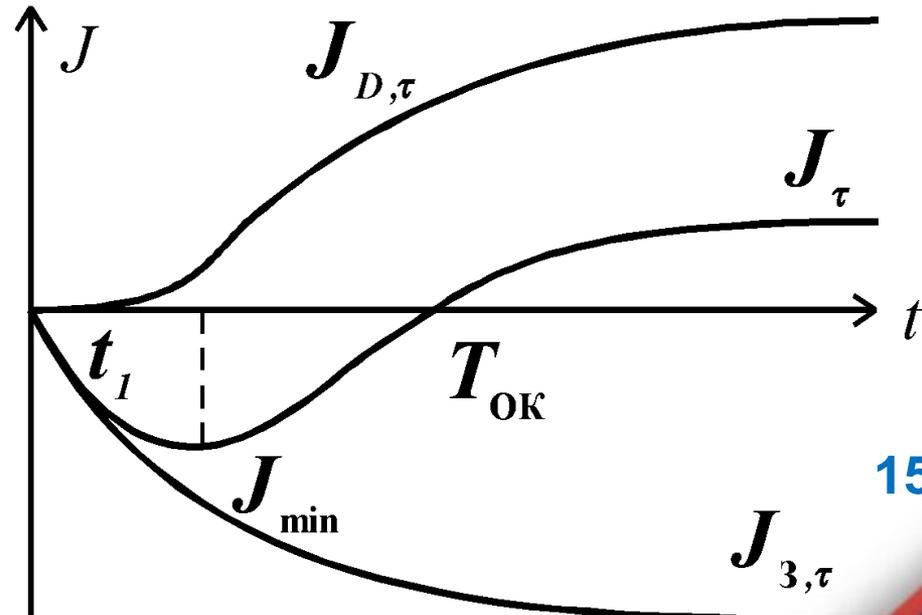
$$J_{\Sigma} = \sum_{t=1}^T \left(\max_{\phi t} (I_{\phi t} - K_{\phi t} + I_{\phi t}) \right) (1 + \phi t)^{-t} \Rightarrow$$

Текущее значение интегральной приведенной чистой стоимости

$$J_{\Sigma} = J_{D,\tau} + J_{\tau}$$

$$J_{D,} \text{ (доход)} \Rightarrow D_{\phi t}$$

$$J_{\tau,} \text{ (расход)} \Rightarrow K_{\phi t} + I_{\phi t}$$





Критерий финансовой эффективности

Дополнительные финансовые критерии

1. **Максимальный денежный отток** — максимальное текущее значение J_{τ} ,

$$\max |J_{\tau}| = J_{\min}$$

2. **Срок окупаемости затрат** $T_{\text{ок}}$ — соответствует условию равенства текущих доходов и затрат,

$$J_{\text{в}} = 0; J_{D\tau} = J \quad .$$



Критерий финансовой эффективности

Задача. Предприятие сооружает подстанцию и воздушную линию. Первая очередь вводится через два года, инвестиции ($K = 78$ млн. руб.) вносятся равными долями. Ежегодные издержки на обслуживание и амортизацию введенного энергохозяйства составляют ($I = 8$ млн. руб.), в период строительства первой очереди они вдвое меньше. При этом потребителям передается электроэнергия ($\mathcal{E} = 100$ млн. кВтч в год) по цене ($c_{пр} = 1,2$ руб./кВтч), из которой предприятие платит энергосистеме ($c_{эсс} = 0,9$ руб./кВтч).

В 4-й и 5-й годы строится вторая очередь. Инвестиции объемом 56 млн. руб. вносятся равными долями. После ввода второй очереди с 6-го года начинается стационарная эксплуатация, при которой ежегодные издержки обслуживания увеличиваются до 12 млн. руб., объем продаж электроэнергии удваивается, а цены электроэнергии увеличиваются соответственно ($c_{пр}$) до 1,4 руб./кВтч, а ($c_{эсс}$) до 1,05 руб./кВтч.

Определить интегральную чистую приведенную стоимость проекта (J) за срок 9 лет, срок окупаемости ($T_{ок}$) и максимальный денежный отток (J_{max}), если коэффициент дисконтирования разновременных затрат ($a = 0,09$).



Критерий финансовой эффективности

Решение. Интегральную чистую приведенную стоимость определим как приведенную к концу первого года рассматриваемого периода по формуле

$$K = \sum_{t=1}^T \left(D_{\phi t} - \left(1 + \phi t \right) K_{\phi t} - I_{\phi t} \right) (1 + \phi t)^{-t}$$

где $D_{\phi t}$ - доход предприятия в год t , от продажи электроэнергии;
 $K_{\phi t}$ - инвестиции в строительство подстанции и линии в год;
 $I_{\phi t}$ - суммарные годовые издержки предприятия (себестоимость) в год.

Содержание строк таблицы

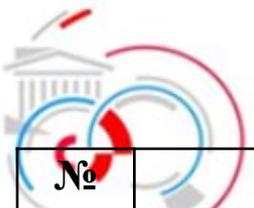
- 1 - инвестиции в строительство подстанции и линии в год;
- 2 - продажа электроэнергии, млн.кВтч;
- 3 - суммарные годовые издержки предприятия (себестоимость) в год:

$$I_{об.t} = C_t = I_t + c_{\text{эс}} \cdot \text{Э}_t,$$

$$I_{1,2} = I_{об.t} = 4 \text{ млн.руб},$$

$$I_{3,4,5} = I_{об.t} + c_{\text{эс}} \cdot \text{Э}_t = 8 + 0,9 \cdot 100 = 98 \text{ млн.руб},$$

$$I_{6,7..} = I_{об.t} + c_{\text{эс}} \cdot \text{Э}_t = 12 + 1,05 \cdot 200 = 222 \text{ млн.руб};$$



№ Стр.	Показат.	Год расчетного периода								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	K_t	39	39	-	28	28	-	-	-	-
2	$\Sigma_{\text{млн.}}^t$ кВтч	-	-	100	100	100	200	200	200	200
3	I_t	4	4	98	98	98	222	222	222	222
4	$K_t + I_t$	43	43	98	126	126	222	222	222	222
5	D_t	-	-	120	120	120	280	280	280	280
6	$(1 + \alpha)^{1-t}$	1,0	0,9174	0,8417	0,7722	0,7084	0,6499	0,5963	0,5470	0,5019
7	$(K_t + I_t)'$	43,0	39,45	82,49	97,30	89,26	144,28	132,38	121,43	111,42
8	D_t'	-	-	101,0	92,66	85,01	181,97	166,96	153,16	140,53
9	$J_{3.\tau}$	43,0	82,45	164,94	262,24	351,50	495,78	628,16	749,59	861,01
10	$J_{D.\tau}$	-	-	101,0	193,66	278,67	460,64	627,60	780,76	921,29
11	J_τ	-43,0	-82,45	-63,94	-68,58	-72,83	-35,14	-0,56	31,17	60,28



Содержание строк таблицы

4 - ежегодные затраты $Z_t = K_t + I_t$;

5 - ежегодный доход от продажи электроэнергии: $D_{tp} = \mathcal{E}_t \cdot$,

$$D_{3,4,5} = 1,2 \text{ млрд руб.}, 120$$

$$D_{6,7\dots} = 1,4 \text{ млрд руб.}, 280$$

6 - коэффициенты приведения к первому году расчетного периода
разновременных затрат

$$\left(1 + \frac{1}{10}\right)^{1-t} \quad \left(0,9\right)^{1-t} \quad 1,09^{1-t}, \quad t=1,2,\dots,9;$$

7 - ежегодные затраты, приведенные к первому году расчетного периода

$$Z'_t = (K_t + I_t)' = Z_t \cdot \left(1 + \frac{1}{10}\right)^{1-t}$$

8 - ежегодный доход от продажи электроэнергии, приведенный к первому
году расчетного периода

$$D'_t = D_t \cdot \left(1 + \frac{1}{10}\right)^{1-t}$$



Содержание строк таблицы

9 - интегральные приведенные затраты от начала до текущего года

$$I_{3.t} = \sum_{t=1}^{\tau} (K_t + \dots)' , \tau = 1, 2, \dots, 9$$

10 - интегральный приведенный доход от начала до текущего года

$$J_{D.t} = \sum_{t=1}^{\tau} D_t , \tau = 1, 2, \dots, 9$$

11 - интегральная чистая приведенная стоимость по годам расчетного периода

$$J_{\tau} = J_{D.\tau} - J_{.\tau} , \tau = 1, 2, \dots, 9$$

Выводы

1. Интегральная чистая приведенная стоимость проекта **60,28** млн.руб.
2. Срок окупаемости проекта **8** (практически **7**) лет;
3. Максимальный денежный отток наблюдается во второй год реализации проекта и равен **82,45** млн.руб.



УрФУ
Кафедра «Автоматизированные электрические системы»



Уральский
федеральный
университет
имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !