



ФГБОУ ВПО Орел ГАУ

Центр коллективного пользования «Возобновляемая, малая энергетика и энергосбережение»

Технико-экономическое обоснование
энергосберегающих мероприятий для
электрических сетей 10-110 кВ.

*Докладчик: ст.преподаватель кафедры «Электроснабжение» Орел
ГАУ,*

Максим Владимирович Бородин

Орел-2014



Нормативная база для определения экономической эффективности

1. Федеральный закон РФ «Об инвестиционной деятельности в РФ, осуществляемой в форме капитальных вложений», №40-ФЗ, 25.02.1999 г.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: (Вторая редакция)/ Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ. – М., ОАО «НПО «Издательство «Экономика», 2000. – 421с.
3. Приказ Минрегионразвития РФ №493 от 30 октября 2009 г. «Об утверждении методики расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов, претендующих на получение государственной поддержки за счет бюджетных ассигнований инвестиционного фонда РФ»
4. РД 153-34.1-09.321-2002 Методика экспресс–оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий на ТЭС



Оценка стоимости проекта

Оценку стоимости проекта удобно начинать с составления двух списков

1 Вариант

Список составляющих стоимости, который будет включать в себя:

- капитальные затраты на закупку оборудования
- стоимость монтажа и наладки оборудования
- затраты на обслуживание оборудования
- возможные другие затраты

2 Вариант

Список всех возможных выгод от проекта, таких как:

- снижение энергопотребления
- увеличение производительности
- улучшение качества продукции
- снижение выбросов в окружающую среду
- снижение эксплуатационных расходов
- улучшение условий труда
- уменьшение численности персонала
- другие возможные выгоды



Простой метод окупаемости

- Простой метод окупаемости заключается в оценке дополнительной прибыли за год, которая получается в результате инвестиций. “Период окупаемости” является периодом времени, в течение которого происходит накопление дополнительной прибыли, равной сумме первичных инвестиций.

Проект			
	А	В	С
Инвестиции (\$)	2000	2000	2000
Прибыль(\$)			
Год 1	1000	1400	900
Год 2	1000	1200	1000
Год 3	-	-	1200
Год 4	-	-	1000
Срок окупаемости, годы	2	1,5	2,1



Принципы оценки экономической эффективности

- рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла расчетного периода;
- моделирование денежных потоков, связанных с осуществлением проекта;
- сопоставимость условий сравнения различных проектов
- учет фактора времени;
- учет влияния неопределенностей и рисков, сопровождающих реализацию проекта;
- учет всех наиболее существенных последствий реализации проекта.



Критерии экономической эффективности

- чистый доход – П;
- срок окупаемости капитальных вложений - T_p ;
- чистый дисконтированный доход – ЧДД (NPV);
- индекс доходности – ИД (PI);
- внутренняя норма доходности – ВНД (IRR)



Чистый доход

Чистый доход: $\Phi = \Sigma (\text{Пр} - \text{О}), \text{руб./срок жизни проекта}$

Критерий экономической эффективности проекта – $\text{ЧД} > 0$

Годовые поступления денежных средств, руб./год :

$\text{П} = \text{В} - (\text{И} - \text{А}) - \text{Налоги},$

где : В – выручка от реализации продукции, руб./год

И – суммарные годовые издержки производства, руб./год

А – годовая сумма амортизационных отчислений, руб./год

$\text{П} = \text{Э} - \text{Налоги} + \text{А}, \text{руб./год}$

Годовой экономический эффект, руб./год :

$\text{Э} = \text{В}_{\text{эк.тэр}} - \text{Ц} - \text{И}_{\text{сум.эсп}}$

где: $\text{В}_{\text{эк.тэр}}$ – годовая экономия топливно-энергетических ресурсов при реализации энергосберегающего проекта, ед.ТЭР/год;

Ц – цена топливно-энергетических ресурсов, руб./ед.ТЭР;

$\text{И}_{\text{сум.эсп}}$ – суммарные годовые эксплуатационные затраты при реализации энергосберегающего проекта, руб./год



Срок окупаемости капитальных вложений

- простой

$$T_p = K_{\text{эсп}} / \Pi_{\text{год}}, \text{ лет}$$

где:

$K_{\text{эсп}}$ – капитальные затраты (вложения) в проект (оборудование), руб.

Π_t – величина годовых денежных поступлений (чистого дохода) от внедрения оборудования, руб./год.

- дисконтированный

$$T_{p.d.} = - \ln (1 - R K_{\text{эсп}} / \Pi_{\text{год}}) / \ln (1 + R)$$

где:

R – норма дисконта, в долях

Критерий экономической эффективности проекта – $T_p < T_{\text{эк.цел}}$



Чистый дисконтированный доход

$$\text{ЧДД (NPV)} = \sum (\Pi_t / (1 + R)^t) - K_{\text{эсо}},$$

где: $T_{\text{ж}}$ – срок службы оборудования, лет;

Π_t – величина денежных поступлений (чистого дохода) за каждый год срока полезного использования оборудования, руб./год;

R – норма дисконта, в долях;

$K_{\text{эсо}}$ – капитальные вложения в энергосберегающий проект (оборудование), руб.

$$\text{ЧДД (NPV)} = \Pi_t (1 - (1 + R)^{-T_{\text{ж}}}) / R - K_{\text{эсо}},$$

Критерий экономической эффективности проекта – $\text{ЧДД} > 0$



Индекс доходности

$$\text{ИД} = \Sigma(\Pi_t / (1 + R)^t) / K_{\text{эсо}}$$

где:

Π_t – величина денежных поступлений (чистого дохода) за каждый год службы оборудования, руб./год;

$K_{\text{эсо}}$ – капитальные затраты (вложения) в проект (оборудование), руб.

R – норма дисконта, в долях;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы энергосберегающего оборудования, лет;

Критерий экономической эффективности проекта – $\text{ИД} > 1$



Ошибки при расчетах показателей экономической эффективности

Ошибки расчета

1. $T_p = K_{\text{эсп}} / \mathcal{E}_{\text{год}}$, лет
2. Расчет только срока окупаемости
3. Не учитывается срок жизни проекта
4. Не учитываются сроки капитальных вложений в проект
5. Не учитывается фактор времени
6. Не проводится анализ чувствительности проекта

Верный расчет

1. $T_p = K_{\text{эсп}} / \Pi_{\text{год}}$, лет
 $\Pi_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} (1 - H) + A$
2. Расчет всех показателей экономической эффективности
3. Расчет чистого дисконтированного дохода **обязателен**
4. $\text{ЧДД} = \sum (\Pi_t / (1 + R)^t) - \sum (K_{\text{эсо}} / (1 + R)^t)$, руб.
5. Обязателен расчет интегральных показателей экономической эффективности
6. Анализ чувствительности для затратных проектов **обязателен**

Определение капитальных вложений в реализацию проекта

Ошибки расчета

1. **Отсутствие** в отчете сметы затрат на реализацию проекта;
2. Статьи затрат на реализацию энергосберегающего проекта **учитываются с НДС**;
3. **Расчеты** проводятся в **несопоставимых ценах**;
4. **Не учитывается часть расходов**, связанных с реализацией энергосберегающего проекта .

Верный расчет

1. **Наличие** сметы затрат на реализацию энергосберегающего проекта;
2. **Все статьи затрат** на реализацию энергосберегающего проекта **должны учитываются без НДС**;
3. **Расчеты** желательно проводить в **текущих ценах**;
4. Необходимо учитывать **все возможные затраты**, связанные с реализацией проекта .

Определение капитальных вложений в реализацию проекта

Ошибки расчета

Плановая величина затрат на реализацию энергосберегающего проекта принимается равной 1 млн. руб.

Верный расчет

Наименование затрат	Величина затрат, руб, без НДС , в ценах 2011 года
Приобретение теплообменников.....	381 200
Приобретение циркуляционных насосов..	131 400
Приобретение приборов автоматики.....	500 000
Проектные, монтажные, пусконаладочные работы и накладные расходы.....	506 300
ИТОГО.....	1 518 900

Определение экономического эффекта от реализации проекта

Ошибки расчета

1. Годовой экономический эффект **приравнивается** к годовой экономии энергоресурсов;
2. В расчетах **не учитываются дополнительные эксплуатационные затраты**, связанных с реализацией проекта;
3. В расчетах **не учитываются дополнительные амортизационные отчисления**, связанные с реализацией о проекта;
4. Расчеты проводятся в **несопоставимых ценах**.

Верный расчет

1. Годовой экономический эффект **обычно не равен** годовой экономии энергоресурсов;
2. **Необходимо учитывать все возможные затраты**, связанных с реализацией проекта;
3. **Расчеты** рекомендуется проводить в **текущих ценах**.



Виды рисков инвестиционных проектов

Страновой риск

- возможность потери прав собственности;
- возможность изменения законодательства;
- возможность изменения состава государственных органов управления

Риск ненадежности участника проекта – 5% (для России)

- нецелевое использование денег;
- ненадежность финансового состояния фирмы, реализующей проект;
- ненадежность одного из участников проекта.

Риск неполучения плановых объемов денежных поступлений

Зависит от направления вложения денежных средств:

- развитие производства на базе освоенной техники и технологии
 $R = 3-5\%$
- расширение производства $R = 8-10\%$



Программное обеспечение работ по определению экономической эффективности проектов

Стандартные

- Project Expert
 - 7 Lite (локальная).....500\$
 - 7 Profesional (сетевая)...2550\$
 - 7 Profesional (несетевая).2500\$
- Microsoft Project
- Time Line
- Primavera
- COMFAR

Специальные

- Espoteo
разработка технико-экономического обоснования энергосберегающих проектов
- Stimesp
разработка технико-экономического обоснования энергосберегающих проектов и их отбор для финансирования



Этапы определения экономической эффективности проектов

1. Определение капитальных вложений в проект

$$K_0 = K_{\text{проект.}} + K_{\text{обор.}} + K_{\text{монтаж}} + K_{\text{трансп.}} + K_{\text{пр.}}, \text{ руб.}$$

2. Определение плановых годовых эксплуатационных затрат после реализации проекта

$$I_{\Sigma} = I_{\text{см}} + I_{\text{р.}} + I_{\text{топл.}} + I_{\text{ээ}} + I_{\text{вода}} + I_{\text{ам.}} + I_{\text{зп}} + \dots + I_{\text{пр.}}, \text{ руб./год,}$$

3. Определение годового экономического эффекта от реализации проекта, руб./год:

✓ Объем производства продукции до и после реализации проекта остался неизменным ($Z = \text{const}$):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = I_{\Sigma}^{\text{до эсп}} - I_{\Sigma}^{\text{после реал. эсп}},$$

✓ Объем производства продукции после реализации проекта увеличился ($Z_{\text{до эсп}} \leq Z_{\text{после реал. эсп}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C^{\text{до эсп}} - C^{\text{после реал. эсп}}) \cdot Z_{\text{после реал. эсп}},$$

✓ Другие варианты расчета:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \sum (\Delta \mathcal{E}_{\text{год } i}) - I_{\text{доп.}},$$

где $\Delta \mathcal{E}_{\text{год } i}$ – годовая экономия денежных средств, полученная от реализации энергосберегающего проекта за счет экономии i -ого элемента затрат, руб./год;

$I_{\text{доп.}}$ – дополнительные эксплуатационные затраты, связанные с реализацией энергосберегающего проекта руб./год.



Этапы определения экономической эффективности проектов

4. Определение величины годовых поступлений денежных средств от реализации проекта, руб./год

$$P_{\text{рек.}} = E_{\text{год}} (1 - H) + A_{\text{рек.}},$$

где $A_{\text{эсп}}$ – годовые амортизационные отчисления, связанные с реализацией проекта, руб./год;

H – ставка налога на прибыль, доли, принимается равной 0,2.

5. Определение показателей экономической эффективности капитальных вложений в реконструкцию – **срок окупаемости простой и дисконтированный, чистый дисконтированный доход (ЧДД), индекс доходности (ИД), внутренняя норма доходности проекта (ВНД)**



Проблемы выбора экономически эффективных проектов

Результаты расчетов показателей экономической эффективности энергосберегающих проектов

	T_p , лет	ЧДД, тыс.руб	ИД	ВНД, %
Проект №1	4	1000	2,5	22
Проект №2	3	800	3,0	18
Проект №3	5	400	3,1	20
Проект №4	4	700	2,5	25



Пример

Произведем расчет на примере установки на подстанции 35/10 кВ «Сергиевская» сигнализации о выходе из строя высоковольтных предохранителей трансформаторов напряжения

1 Определение капитальных вложений

Капитальные вложения определяются по формуле [7]:

$$K = Ц + М + Т, \quad (1)$$

где: Ц – стоимость комплектующих изделий, руб;

М – затраты на монтаж установки, руб. (15...25 % от Ц);

Т – транспортные расходы, руб. (составляют 10...15 % от Ц).

Перечень комплектующих изделий примененных для сигнализации о выходе из строя высоковольтных предохранителей трансформаторов напряжения, их количество и стоимость приведены в таблице 4.1.



● Таблица 4.1 - Расчет стоимости капитальных вложений

Наименование комплектующих изделий	Кол-во	Стоимость, руб	
		единицы	всего
Сигнализация о выходе из строя высоковольтных предохранителей	2	62945	125890
Датчик напряжения I-го габарита	2	18677	37354
Датчик напряжения II-го габарита	2	34200	68400
Провод монтажный МГШП (1×1,5)	2350	3,5	8225
Итого:			239869

— транспортные расходы на их доставку:

$$T = 0,12 \cdot Ц = 0,12 \cdot 239869 = 28784 \text{ руб.}$$

— затраты на монтаж системы:

$$M = 0,2 \cdot Ц = 0,2 \cdot 239869 = 47973 \text{ руб.}$$

Итого капитальные вложения составят:

$$K = Ц + M + T = 239869 + 28784 + 47973 = 316626 \text{ руб.}$$



2 Определение эксплуатационных издержек

Издержки на эксплуатацию защиту трансформаторов тока определяются по формуле [6]:

$$\Xi = 3П + А + ТР + Пр, \quad (2)$$

где: 3П – годовая заработная плата обслуживающего персонала, руб;

А – амортизационные отчисления, руб;

ТР – расходы на ремонт и техническое обслуживание системы, руб;

Пр – прочие прямые расходы, руб.

Годовой фонд заработной платы на обслуживание системы составляет 662067,6, руб

Отчисления на амортизацию определяем по формуле:

$$А = Н_A \cdot К, \quad (3)$$

где: $Н_A$ – норма отчислений на амортизацию (9 %). $А = 0,09 \cdot 316626 = 28496$ руб.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание средств автоматизации рассчитаем по формуле: $ТР = Н_{ТР} \cdot К,$ (4)

где: $Н_{ТР}$ – норма отчислений на ТО и ТР системы (12,5 %). $ТР = 0,125 \cdot 316626 = 39578$ руб.

Прочие прямые затраты определяются в зависимости от величины всех прямых затрат [7]:



$$\text{Пр} = \text{Н}_{\text{пр}} \cdot (\text{ЗП} + \text{А} + \text{ТР}), \quad (5)$$

где: $\text{Н}_{\text{пр}}$ – отчисления на прочие расходы (10 %).

$$\text{Пр} = 0,1 \cdot (662067,6 + 39578 + 28496) = 86095,2 \text{ руб.}$$

Итого эксплуатационные издержки составят:

$$\text{Э} = 662067,6 + 39578 + 28496 + 130810,4 + 86095,2 = 816237 \text{ руб.}$$

3 Определение экономической эффективности

Общая стоимость за год потерь электрической энергии на подстанции 35/10 кВ «Сергиевская» из-за выхода предохранителей из строя составила 1632474 рубля. Согласно [9] установка сигнализации о выходе из строя высоковольтных предохранителей трансформаторов напряжения позволит сократить потери электроэнергии на 90%.

Экономия составит:

$$\text{Э}_p = \text{С}_{p1} \cdot 0,9 = 1632474 \cdot 0,9 = 1469226 \text{ руб.} \text{ Годовая экономия: } \Gamma_{\text{Э}} = \text{Э}_p - \text{Э} = 1469226 - 816237 = 652989 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости : ≈ 6 месяцев



Пример 2

Рассчитать срок окупаемости, чистый дисконтированный доход и индекс доходности.

**Капитальные вложения – 180 тыс.руб.;
поступление денежных средств от реализации
проекта: 1 год – 100 тыс.руб., 2 год – 300 тыс.
руб., 3 год – 250 тыс.руб.,**



$K_{\Sigma} = 180$ тыс.руб.(капитальные вложения)

$\Pi_1 = 100$ тыс.руб. (поступление денежных средств от реализации проекта за 1-й год)

$\Pi_2 = 300$ тыс.руб.

$\Pi_3 = 250$ тыс.руб.

Найдем простой срок окупаемости

$$T_p = T_x + (K_{\text{ост}} / \Pi_{\text{в.г.}})$$

$\Pi_{\text{в.г.}}$ – поступления в следующем году;

T_x – время (год) когда сумма поступлений от проекта была наименьшей;

$K_{\text{ост}}$ - капиталовложения остаточные.

$$T_p = 1 + (180 - 100 / 300) = 1,27 \text{ года}$$

$$0 = \sum (\Pi_t / (1 + R)^t) - \sum (K_{\text{эсо}} / (1 + R)^t)$$

$$\sum (\Pi_t / (1 + R)^t) = \sum (K_{\text{эсо}} / (1 + R)^t)$$

$$K_{\text{эсо}} = \sum (\Pi_t / (1 + R)^t)$$

Π_t – величина денежных поступлений (чистого дохода) за каждый год службы энергосберегающего оборудования, руб./год;

$K_{\text{эсо}}$ – капитальные затраты (вложения) в энергосберегающий проект (оборудование), руб.

R – норма дисконта, в долях;

$$\Pi_1^{\text{д}} = 100 / (1 + 0,18)^1 = 84,75 \text{ тыс.руб.}$$

$$\Pi_2^{\text{д}} = 300 / (1 + 0,18)^2 = 215,46 \text{ тыс.руб.}$$

$$T_p^{\text{д}} = 1 + (180 - 84,75 / 215,46) = 1,44 \text{ года}$$



Поступления такие же как и в задачи 2, а капиталовложения разные

$K_{\Sigma} = 180$ тыс.руб. (капитальные вложения)

$K_1 = 100$ тыс.руб.

$K_2 = 80$ тыс.руб.

$\Pi_1 = 100$ тыс.руб. (поступление денежных средств от реализации проекта за 1-й год)

$\Pi_2 = 300$ тыс.руб.

$\Pi_3 = 250$ тыс.руб.

Найдем простой срок окупаемости

$$T_p = 1 + (180 - 100 / 300) = 1,27 \text{ года}$$

Найдем дисконтированные капиталовложения

$$K_{\Sigma}^d = \sum (\Pi_t / (1 + R)^t)$$

$$K_{\Sigma}^d = 100 + 80 / 1,18^2 = 16,8 \text{ тыс.руб.}$$

$$\Pi_1^d = 100 / (1 + 0,18)^2 = 75,53 \text{ тыс.руб.}$$

$$\Pi_2^d = 100 / (1 + 0,18)^3 = 182,92 \text{ тыс.руб.}$$

$$T_p^d = 1 + (16,8 - 75,5 / 182,9) = 1,5 \text{ года}$$

$$\text{ЧДД (NPV)} = \sum (\Pi_t / (1 + R)^t) - K_{\Sigma}^{\text{эко}},$$

$$\text{ЧДД} = 100 / (1 + 0,18)^2 + 300 / (1 + 0,18)^3 + 250 / (1 + 0,18)^4 - 100 / (1 + 0,18)^0 - 80 - (1 + 0,18)^1$$

$$\text{ИД} = \sum (\Pi_t / (1 + R)^t) / K_{\Sigma}^{\text{эко}}$$

$$\text{ИД} = (100 / (1 + 0,18)^2 + 300 / (1 + 0,18)^3 + 250 / (1 + 0,18)^4) / (100 / (1 + 0,18)^0 - 80 + (1 + 0,18)^1)$$



Спасибо за внимание!