

УДК 621.311.1:65.011.46

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

¹Гусева Н.В., ²Шевченко Н.Ю.

¹ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина»,
Саратов;

²Камышинский технологический институт, филиал ФГБОУ ВПО «Волгоградский
государственный технический университет», Камышин, e-mail: kti@kti.ru

В статье представлена методика оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в реконструкцию или модернизацию энергетических объектов и систем электроснабжения. Представлена блок-схема проведения расчетов и формирования целевых мероприятий по проведению модернизации электроэнергетических объектов. На современном этапе развития экономики для оценки экономической эффективности модернизации на практике используется показатель интегрального эффекта. Недостаток данной методики для энергетической отрасли заключается в таком субъективном факторе, как заранее принятая норма дисконтирования. В статье показана целесообразность использования в расчетах, показателя внутренней нормы доходности проекта реконструкции или модернизации. Критерием эффективности инвестиций служит условие превышения внутренней нормы доходности над средней величиной нормы дисконтирования. Данная методика рассмотрена на примере модернизации подстанции 110/35/6.

Ключевые слова: экономическая эффективность, модернизация, внутренняя норма доходности, интегральный эффект, норма дисконтирования

THE ASSESSMENT OF ECONOMIC EFFICIENCY OF PROJECTS OF MODERNIZATION OF POWER FACILITIES

¹Guseva N.V., ²Shevchenko N.J.

¹Saratov State Technical University, Saratov;

²Kamyshin Institute of Technology, branch of Volgograd State Technical University, Kamyshin,
e-mail: kti@kti.ru

The article presents the method of estimating economic efficiency of investment projects in reconstruction or modernization of energy facilities and electricity. The authors presented a block diagram of the settlement and the formation of special measures on modernization of power facilities. At the present stage of economic development for the evaluation of economic efficiency of modernization in practice indicator used by the integral effect. The disadvantage of this method for the energy industry is that it is necessary to know the rate of discounting. In the article the expediency of using in the calculation of the indicator's internal rate of return of the project of reconstruction or modernization. The criterion of efficiency of investments is the condition of excess internal rate of return above the average norms of discounting. In the article, this practice is considered by the example of modernization the substation 110/35/6.

Keywords: economic efficiency, modernizing, internal rate of return, integrated effect, the rate of discounting

На современном этапе развития экономики, в условиях недостаточного финансирования инвестиционных программ по замене устаревшего энергетического оборудования на новое, наиболее целесообразно проведение модернизации энергетических объектов. Модернизация требует относительно небольших капитальных вложений по сравнению с сооружением новых альтернативных источников электроэнергии или с заменой всего электроэнергетического оборудования на но-

вое, а также позволяет частично компенсировать нехватку электрической энергии из-за роста промышленного производства.

В настоящей статье представлены методические основы оценки экономической эффективности модернизации или реконструкции энергетического оборудования и систем электроснабжения.

Общая схема проведения оценки эффективности состоит из трех комплексных блоков и представлена на рис. 1.

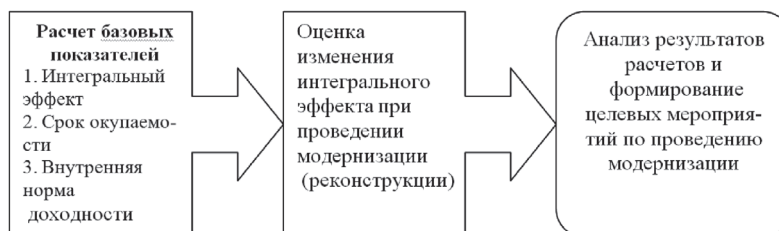


Рис. 1. Блок-схема оценки эффективности модернизации

Для оценки экономической эффективности модернизации используется показатель интегрального эффекта, который представляет собой разность дисконтированных за расчетный период времени оценок результатов (доходов, выручки) и затрат, т.е. разность совокупного дохода и всех видов расходов за тот же период (нарастающим итогом), выраженных в рыночной стоимости [1, 4]:

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = D_{\text{инт}} - Z_{\text{инт}}, \quad (1)$$

$$\mathcal{E}'_{\text{инт}} = D'_{\text{инт}} - Z'_{\text{инт}}, \quad (2)$$

где $\mathcal{E}_{\text{инт}}$, $\mathcal{E}'_{\text{инт}}$ – интегральный эффект варианта без модернизации и с модернизацией энергооборудования; $D_{\text{инт}}$; $D'_{\text{инт}}$ – доход от реализации электроэнергии варианта без модернизации и с модернизацией соответственно; $Z_{\text{инт}}$; $Z'_{\text{инт}}$ – интегральные затраты варианта без модернизации и с модернизацией соответственно.

Изменение интегрального эффекта от модернизации представляет собой разницу между интегральным эффектом варианта с модернизацией и варианта без модернизации:

$$\Delta D_{\text{инт}} = \sum_{t=0}^T (D'_t - D_t) \cdot (1+E)^{\tau-t} = \sum_{t=0}^T \Delta D_t \cdot (1+E)^{\tau-t} \quad (6)$$

При проведении модернизации за счет повышения надежности энергооборудования сокращается число часов вынужденно-

$$\Delta D_t = D'_t - D_t = P'_{\text{уст}t} \cdot C_T \cdot h'_{\text{пр}t} - P_{\text{уст}t} \cdot C_T \cdot h_{\text{пр}t} = \Delta P_{\text{уст}t} \cdot C_T \cdot \Delta h_{\text{пр}t} \quad (7)$$

где $P'_{\text{уст}t}$, $P_{\text{уст}t}$ – установленная мощность электрооборудования с модернизацией и без модернизации; C_T – средний тариф на электроэнергию; $h'_{\text{пр}t}$, $h_{\text{пр}t}$ – число часов вынужденного простоя при работе электрооборудования с модернизацией и без модернизации; $\Delta P_{\text{уст}t}$ – изменение электрической установленной мощности; $\Delta h_{\text{пр}t}$ – изменение числа часов работы электрооборудования.

Все вышеперечисленные показатели определяются в момент времени t периода T .

Интегральные затраты также рассматриваются в момент времени t периода T :

$$Z_{\text{инт}} = \sum_{t=0}^T (K_t + I_t + Z_t^{\text{д}}) \cdot (1+E)^{\tau-t}, \quad (8)$$

$$Z'_{\text{инт}} = \sum_{t=0}^T (K'_t + I'_t + Z_t^{\text{д}'}) \cdot (1+E)^{\tau-t}, \quad (9)$$

где K_t , K'_t – капиталовложения в вариант без модернизации и в вариант с модерни-

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{инт}} = \Delta \mathcal{E}'_{\text{инт}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{инт}} = (D'_{\text{инт}} - Z'_{\text{инт}}) - (D_{\text{инт}} - Z_{\text{инт}}), \quad (3)$$

где $\mathcal{E}'_{\text{инт}}$ – изменение интегрального эффекта от проведения модернизации; $D_{\text{инт}}$ – разница интегральных доходов вариантов с модернизацией и без модернизации; $\Delta Z_{\text{инт}}$ – разница интегральных затрат вариантов с модернизацией и без модернизации.

Интегральный доход оценивается за расчетный период времени вариантов по следующим формулам:

$$D_{\text{инт}} = \sum_{t=0}^T D_t \cdot (1+E)^{\tau-t}, \quad (4)$$

$$D'_{\text{инт}} = \sum_{t=0}^T D'_t \cdot (1+E)^{\tau-t}, \quad (5)$$

где D_t , D'_t – доход (выручка) от реализации электроэнергии в момент времени t расчетного периода T ; E – норма дисконта; τ – момент приведения доходов и затрат (обычно принимается равным нулю).

Тогда разница интегральных доходов вариантов с модернизацией и без модернизации:

го простоя оборудования, таким образом, увеличивается доход от реализации продукции:

зацией соответственно; I_t , I'_t – текущие издержки при варианте без модернизации и при варианте с модернизацией соответственно; $Z_t^{\text{д}}$, $Z_t^{\text{д}'}$ – затраты на демонтаж электрооборудования при варианте без модернизации и варианте с модернизацией соответственно.

Изменение интегральных затрат на момент времени t периода T составит:

$$\Delta Z_{\text{инт}} = \sum_{t=0}^T (\Delta K_t + \Delta I_t + \Delta Z_t^{\text{д}}) \cdot (1+E)^{\tau-t}, \quad (10)$$

где $\Delta K_t = K'_t - K_t$ – капиталовложения в модернизацию электрооборудования; $\Delta I_t = I'_t - I_t$ – разница в текущих издержках вариантов с модернизацией и без модернизации; $\Delta Z_t^{\text{д}} = Z_t^{\text{д}' } - Z_t^{\text{д}}$ – разница в затратах на демонтаж вариантов с модернизацией и без модернизации электрооборудования.

При модернизации электрооборудования текущие издержки к моменту времени t периода T изменяются следующим образом:

Затраты на оплату труда составят:

$$\Delta I_{зп t} = \Delta I'_{зп t} - \Delta I_{зп t}, \quad (11)$$

$$\Delta I_{ам t} = I'_{ам t} - I_{ам t} = p_a \cdot K'_t - p_a \cdot K_t = p_a \cdot K_t, \quad (12)$$

где $I'_{ам t}$, $I_{ам t}$ – амортизационные отчисления в вариантах с модернизацией и без модернизации соответственно; p_a – норма амортизации на силовое электрооборудование.

Затраты на ремонт электрооборудования снижаются за счет уменьшения количества внеплановых ремонтов:

$$\Delta I_{рем t} = I'_{рем t} - I_{рем t}, \quad (13)$$

где $I'_{рем t}$, $I_{рем t}$ – затраты на ремонт при вариантах с модернизацией и без модернизации соответственно.

$$\Delta I_t = \sum_{t=0}^T (\Delta I_{зп t} + p_a \cdot \Delta K_t + \Delta I_{рем t} + \Delta I_{пр t}) \cdot (1 + E)^{\tau-t}, \quad (15)$$

$$\Delta Z_{и} = \sum_{t=0}^T (\Delta K_t + I_{зп t} + p_a \cdot \Delta K_t + \Delta I_{рем t} + \Delta I_{пр t} + \Delta Z_t^a) \cdot (1 + E)^{\tau-t}. \quad (16)$$

Изменение интегрального эффекта от модернизации электрооборудования определяется по выражению:

$$\Delta Z_{и} = \sum_{t=0}^T (\Delta K_t + I_{зп t} + p_a \cdot \Delta K_t + \Delta I_{рем t} + \Delta I_{пр t} + \Delta Z_t^a) \cdot (1 + E)^{\tau-t}. \quad (17)$$

Измерение интегрального эффекта выступает как один из важнейших критериев при обосновании проекта модернизации энергетических объектов. Он обеспечивает максимум доходов в долгосрочном плане за расчетный период времени [2].

Однако для использования предложенного метода нужно заранее знать норму дисконтирования. Поэтому для оценки эффективности инвестиций в проект в энергетической отрасли с учетом ее специфики

$$\sum_{t=0}^T K_t \cdot \frac{1}{(1 + E_{BH})^t} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E_{BH})^t} \quad (18)$$

Таким образом, ВНД объекта представляет собой коэффициент дисконтирования, при котором сумма дисконтированных притоков денежных средств (без учета источников финансирования) равна величине дисконтированных оттоков денежных средств за расчетный период, включающий в себя период строительства и эксплуатации энергетического объекта.

где $\Delta I'_{зп t}$, $\Delta I_{зп t}$ – затраты на оплату труда в вариантах с модернизацией и без модернизации соответственно.

Амортизационные отчисления возрастут на величину:

Прочие затраты (общесетевые расходы, оплата услуг сторонних организаций, расходы по испытаниям оборудования и др.):

$$\Delta I_{пр t} = I'_{пр t} - I_{пр t}, \quad (14)$$

где $I'_{пр t}$, $I_{пр t}$ – прочие затраты за период t в вариантах с модернизацией и без модернизации соответственно.

Изменения текущих издержек и интегральных затрат при проведении модернизации электрооборудования соответственно состоит:

целесообразнее использовать внутреннюю норму доходности проекта (ВНД).

Использование метода ВНД сводит к минимуму субъективный фактор, который присутствует при расчете чистого дисконтированного дохода (ЧДД).

Внутренняя норма доходности определяется решением следующего уравнения методом последовательных приближений при различных ставках дисконта (E_{BH}).

Критерием эффективности инвестиций служит условие превышения ВНД над средней величиной нормы дисконтирования ($E_{BH} > E_{CP}$).

В зависимости от инвестиционных целей принимаются следующие минимальные пороговые значения ВНД, %, представленные в табл. 1 [6].

Таблица 1

Минимальные пороговые значения ВНД

Инвестиционные цели	ВНД, %
Вложения для поддержания стабильного уровня производства	6
Вложения в обновление основного капитала	12
Вложения для сокращения (экономии) текущих затрат	15
Вложения для увеличения доходов (расширение деятельности, увеличение производственной мощности, модернизация, реконструкция объекта и т.д.)	20
Рисковые инвестиции (новое строительство, внедрение новых технологий)	25

В данной статье рассматривается пример оценки экономической эффективности инвестиций в проект модернизации подстанции

110/35/6, который состоит в замене части морально и физически устаревшего оборудования на современное электрооборудование (табл. 2).

Таблица 2

Замена устаревшего оборудования

Оборудование до модернизации	Оборудование после модернизации
силовые трансформаторы типа ТДТНГ – 20 000/110	силовые трансформаторы типа ТДТН – 25 000/110.
масляные выключатели в ОРУ 110 кВ типа Ц-110-2000-50.	элегазовые выключатели типа ВГБУ – 110 11*-40/2000 У1.
вакуумных выключателей в КРУН – 6 кВ типа ВВП – 10-20/1000	элегазовые выключатели HD4-Z-12-32/36;
Релейная защита и автоматика подстанции, выполненная на электромеханической базе	микропроцессорные терминалы защит и автоматики типа «Сириус».

Определены капиталовложения на модернизацию согласно данным «УСП ПС 35 кВ и выше» с учетом стоимости строительно-монтажных и пусконаладочных работ по установке нового электрооборудования и стоимости демонтажа старого оборудования [5]. Капиталовложения в проект мо-

дернизации подстанции, с учетом затрат на благоустройство территории, создание временных зданий и сооружений, проектно-изыскательские работы и авторский надзор составили $K_{ПС} = 179,055$ млн. руб.

На рис. 2 показана зависимость интегрального эффекта от времени.

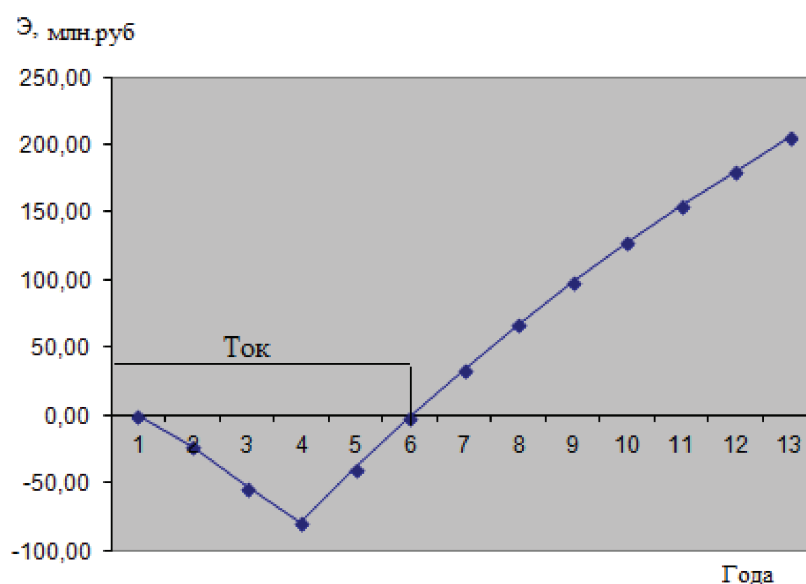


Рис. 2. Графическое определение срока окупаемости

Ожидаемые технико-экономические показатели проекта представлены в табл. 3.

Таблица 3

Ожидаемые технико-экономические показатели проекта

Интегральный эффект, млн. руб.	205,118
Срок окупаемости, лет	5,5
Внутренняя норма доходности (ВНД), %	31,5

Внутренняя норма доходности проекта модернизации составляет 31,51%, что превышает порогового значения для данных инвестиционных целей:

$$E_{\text{ВН}} = 31,51\% > E_{\text{ВН СР}} = 20\%.$$

Следовательно, проект модернизации подстанции экономически выгоден и в него стоит вкладывать средства.

Список литературы

1. Гительман Л.Д., Ратников Б.Е. Энергетические компании: Экономика, Менеджмент, Реформирование: В 2 т. Т1. Екатеринбург: Изд-во УрГУ. 2001 – 376 с.
2. Домников А.Ю. Методика оценки финансовой и экономической эффективности инвестиционных проектов в энергетике. Екатеринбург, ГОУ УГТУ-УПИ, 2002, С. 5-18.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. Официальное издание. – М.: Информ-энерго, 1994. – 80 с.
4. Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. М.: Экономика, 2000. С. 25-30.
5. Справочник по проектированию электрических сетей/под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: ЭНАС, 2007. – 352 с.
6. Экономика и управление энергетическими предприятиями/под ред. Н.Н. Кожевникова – М.: 2004 – 462 с.