
Глава 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

5.1. Принципы оценки эффективности инвестиционных проектов

Электроэнергетика отличается высокой капиталоемкостью. Это диктует необходимость детального обоснования решений по инвестированию проектов нового энергетического строительства и перевооружения основных средств. Решение принимается по результатам расчета эффективности инвестиций в рамках проектного анализа [18].

Анализ эффективности инвестиций заключается в оценке конечных финансовых результатов по доходности инвестиций, без которых невозможно сравнить альтернативные проекты. Хотя, безусловно, при выборе объекта инвестирования учитываются не только экономические, но и социальные и иные факторы.

При оценке эффективности инвестиционных проектов в основу анализа должны быть положены следующие принципы:

- комплексность анализа;
- рассмотрение проекта на протяжении всего его жизненного цикла;
- моделирование денежных потоков, включающих притоки и оттоки денежных средств;
- сопоставимость условий сравнения проектов;
- принцип положительности и максимума дохода, при котором предпочтение отдается при безусловности положительного дохода проекту с максимальным доходом;
- учет фактора времени (учет дисконтирования);
- учет предстоящих затрат и доходов, так как ранее осуществленные инвестиции не влияют на результаты проекта;
- учет наличия в проектах нескольких (многих) участников;

- многоэтапность оценки эффективности инвестиций на всех стадиях жизненного цикла проекта с уточнением на каждом этапе;
- учет влияния инфляции;
- учет влияния неопределенности и рисков на эффективность проектов.

Комплексный подход к проектному анализу состоит из следующих разделов: технического, коммерческого, финансового, экологического, организационного, социального.

В техническом разделе комплексного анализа определяют техническую осуществимость проекта и целесообразность его реализации на альтернативной основе. Здесь отражается следующая информация: местоположение объекта, наличие земельного участка, применяемые технологии, масштаб проекта, сроки строительства, графики проведения работ, смета затрат на строительство.

Целью коммерческого раздела анализа является оценка инвестиций с учетом перспектив развития оптового и розничного рынков энергии и мощности. В этом разделе учитываются следующие факторы: перспективные балансы мощности и энергии энергообъединений, конкурентоспособность проекта (с общесистемных позиций), возможность межсистемных передач электроэнергии, изменение цен на топливо, конкурентоспособность продукции (электро- и теплоэнергии), соотношение продаж в секторе свободной торговли и в регулируемом секторе рынка, действующие и прогнозируемые тарифы.

Финансовый раздел комплексного анализа включает:

- финансовый анализ проекта как экономической единицы;
- анализ возможных затрат;
- анализ инвестиционных затрат;
- анализ рентабельности инвестиций и активов.

Цель финансового анализа — определить устойчивость проекта и дать оценку трех финансовых отчетов: о финансовых результатах, о движении денежных средств, по проектно-балансовой ведомости (планового баланса).

Анализ рентабельности инвестиций предполагает оценку дохода за весь инвестиционный цикл проекта.

Оценка потенциального ущерба, наносимого окружающей среде, дается в экологическом разделе анализа, где содержится информация о состоянии природной среды и ожидаемом влиянии объек-

та на экологию, а также мероприятия по обеспечению требуемых экологических норм, мерах контроля, документах, удостоверяющих согласование проекта с органами экологического надзора.

Организационный раздел анализа инвестиционного проекта включает оценку и необходимые рекомендации по организационной, правовой, политической и административной обстановке. В этом разделе анализа представляется информация об организационной структуре предприятия, требуемой численности, квалификации, системе оплаты труда работников и руководителей предприятия.

Социальный раздел анализа содержит оценку приемлемости проекта для населения, проживающего в районе размещения проекта.

5.2. Эффективность инвестиций

При оценке эффективности инвестиций в соответствии с категориями участников инвестиционного процесса рассчитываются экономическая, коммерческая, финансовая и бюджетная эффективность.

Критерием *экономической эффективности* проекта является минимум суммарных или удельных дисконтированных затрат, или максимум чистого дисконтированного дохода (ЧДД).

Расчет экономической эффективности важен при оценке эффективности энергетических проектов, так как технологическая связь элементов энергетических систем и требования обеспечения надежного энергоснабжения требуют оценки влияния проекта на развитие целых энергетических объединений, ЕЭС России.

Коммерческая эффективность важна для инвестора и определяется соотношением затрат и результатов данного проекта, обеспечивающих норму доходности.

При оценке коммерческой эффективности каждый инвестор устанавливает «цену капитала» — норму доходности инвестиций с учетом альтернативных вариантов инвестирования при сравнимых рисках. Критериями коммерческой эффективности служат чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности (ВНД), срок окупаемости ($T_{ок}$), индекс доходности инвестиций (ИД).

Финансовая реализуемость проекта с позиций достаточности источников финансирования и своевременности инвестирования

средств в проект характеризуется *финансовой эффективностью* проекта.

В расчете финансовой эффективности учитывают: отчет о финансовых результатах по годам инвестиционного проекта, отчет о движениях денежных средств с оценкой образования и использования финансовых ресурсов с учетом времени их поступления и использования.

Бюджетная эффективность характеризуется показателями, оценивающими финансовые последствия осуществления проекта для федерального, регионального или местного бюджетов при финансировании проекта полностью или частично за счет бюджетных средств. Критерием бюджетной эффективности служит интегральный бюджетный эффект, характеризующий превышение дисконтированного бюджетного дохода над дисконтированными бюджетными расходами за весь инвестиционный период.

Для каждого инвестора первостепенное значение для укрепления его позиций на рынке имеет оценка коммерческой эффективности. С другой стороны, для энергетических компаний важное значение имеет финансовая поддержка проекта на государственном и региональном уровнях, которую можно получить лишь при доказательстве экономической и/или бюджетной эффективности проекта.

Методическую основу оценки эффективности инвестиций образуют: «Руководство по оценке эффективности инвестиций», отражающее мировой опыт в данной области; «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [3]; «Практические рекомендации по оценке эффективности и разработке инвестиционных проектов и бизнес-планов в электроэнергетике (с типовыми примерами)».

В кратком анализе используются две группы методов оценки эффективности инвестиций в зависимости от учета фактора времени: методы, *учитывающие фактор времени* (т.е. дисконтирование) и методы, *не учитывающие фактор времени* (т.е. дисконтирование).

По виду использования критериальных показателей эффективности условно различают: *затратный подход* и *доходный подход*. Отличие их заключается в том, что при затратном подходе сравнение дисконтированных затрат в альтернативных проектах осуществляется при отсутствии явного расчета доходов по проектам, но предусматривается обязательный учет одинаковой выручки от

реализации электроэнергии и тепла по сравниваемым вариантам. В доходном подходе учитываются как затраты, так и доходы по сравниваемым проектам за инвестиционный период.

5.3. Оценка эффективности инвестиций без учета дисконтирования

Этот подход используется для оценки проектов с коротким жизненным циклом (от одного года до 3—5 лет) или требующих для своей реализации незначительных по объему инвестиций. Расчет критериев эффективности ведется, исходя из средних за инвестиционный период экономических показателей или показателей первого года эксплуатации, так как их можно легко и сравнительно точно определить.

Для оценки эффективности без учета фактора времени применяются следующие методы оценки эффективности инвестиций: по затратам на производство и реализацию продукции; по показателю прибыли; по сроку окупаемости.

Метод оценки эффективности инвестиций по затратам. Расчет затрат на производство продукции выполняется по постоянным и переменным затратам:

$$I = I_{\text{пост}} + I_{\text{перем}} \rightarrow \min,$$

где $I_{\text{пост}}$, $I_{\text{перем}}$ — постоянные и переменные затраты.

Критерием выбора экономического варианта является минимум суммарных затрат при условии равенства цен на конечную продукцию в сравниваемых вариантах. Для решения этой задачи определяется объем производства, при котором затраты на производство продукции по сравниваемым проектам равны:

$$I_{\text{пост.1}} + \mathcal{E}_{\text{выр}} S_{\text{пер.1}} = I_{\text{пост.2}} + \mathcal{E}_{\text{выр}} S_{\text{пер.2}},$$

где $\mathcal{E}_{\text{выр}}$ — выработка электроэнергии (тепла), при которой затраты в сравниваемых инвестиционных проектах одинаковы; $S_{\text{пер.1}}$, $S_{\text{пер.2}}$ — переменная составляющая себестоимости на единицу продукции, руб./кВт·ч; $I_{\text{пост.1}}$, $I_{\text{пост.2}}$ — постоянные затраты по вариантам, руб.

Из уравнения следует:

$$\mathcal{E}_{\text{выр}} = \frac{I_{\text{пост.1}} - I_{\text{пост.2}}}{S_{\text{пер.1}} - S_{\text{пер.2}}}.$$

Из этого равенства определяется объем продукции, при котором сравниваемые варианты равноценны по затратам. Если $I_{\text{пост.1}} < I_{\text{пост.2}}$, а $S_{\text{пер.1}} < S_{\text{пер.2}}$, то при $\mathcal{E}_{\text{выр.1}} > \mathcal{E}_{\text{выр}}$ выгоднее первый вариант.

Метод оценки эффективности инвестиций по показателю прибыли. В данном методе находится вариант с максимальной чистой прибылью:

$$\Pi_{\text{чист}} = BP - I_{\text{пост}} - H \rightarrow \max,$$

где BP — выручки от реализации продукции; I — затраты на производство продукции; H — налоги.

При таком методе рассчитывается объем продукции $\mathcal{E}_{\text{прод}}$, при котором достигается равенство чистой прибыли:

$$BP_1 - I_{\text{пост.1}} - H_1 = BP_2 - I_{\text{пост.2}} - H_2.$$

После замены

$$BP = (C - S_{\text{пер}}^p) \mathcal{E}_{\text{прод}},$$

где C — цена продукции в рассматриваемых вариантах; $S_{\text{пер}}^p$ — переменная составляющая себестоимости на единицу реализованной продукции, приводимое равенство чистой прибыли преобразуется к виду:

$$\begin{aligned} C_1 \mathcal{E}_{\text{прод}} - S_{\text{пер.1}}^p \mathcal{E}_{\text{прод}} - I_{\text{пост.1}} - H_1 &= C_2 \mathcal{E}_{\text{прод}} - \\ &- S_{\text{пер.2}}^p \mathcal{E}_{\text{прод}} - I_{\text{пост.2}} - H_2. \end{aligned}$$

Из последнего выражения следует объем продаж, которому соответствует равенство чистой прибыли:

$$\mathcal{E}_{\text{прод}}^p = \frac{(I_{\text{пост.1}} - I_{\text{пост.2}}) + (H_1 - H_2)}{(C_1 + C_2) + (S_{\text{пер.2}}^p - S_{\text{пер.1}}^p)}.$$

Если в процессе маркетинговых исследований выявится, что объем продаж на рынке меньше $\mathcal{E}_{\text{прод}}^p$, то первый вариант будет более эффективен. При большем объеме продаж — эффективнее второй вариант.

Для единичного варианта проекта можно определить порог объема продаж ($\mathcal{E}_{\text{прод}}^p$), начиная с которого реализуется получение прибыли:

$$\mathcal{E}_{\text{прод}}^{\text{пр}} = \frac{I_{\text{пост}}}{C - S_{\text{пер}}}.$$

Для инвестора во многих случаях главным является не сама максимальная прибыль в данный момент, а экономические преимущества в более отдаленной перспективе. В этом случае определяется расчетная рентабельность инвестиций (P) и производится сравнение ее с величиной, выбираемой инвестором по сложившейся экономической ситуации:

$$P = \frac{\Pi_{\text{чист}}}{K} \rightarrow \max,$$

где $\Pi_{\text{чист}}$ — чистая прибыль; K — капитальные затраты.

Метод оценки эффективности инвестиций по сроку окупаемости. Срок окупаемости характеризует период времени, за который инвестированный капитал возвращается (окупается) за счет чистой прибыли

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Pi_{\text{чист}}}.$$

Для периода окупаемости в условиях рынка жестких рамок не существует. Любая прибыль рано или поздно окупит вложенные инвестиции. Суть оценки состоит в том, что устроит ли инвестора этот срок. Проект считается эффективным, если срок окупаемости не превысит заранее обусловленный срок, определенный инвестором на основе прошлого опыта осуществления подобных проектов. Этот метод полезен для оценки степени риска инвестирования.

5.4. Поток реальных денег и дисконтирование стоимости

Соизмерение притока и оттока реальных денег в проекте на каждом шаге инвестиционного периода осуществляется на основе потока реальных денег.

Рассматриваемое понятие — *поток реальных денег* — применяется в рыночной экономике как динамический ряд разности притоков и оттоков средств по годам инвестиционного периода проекта. Продолжительность инвестиционного периода принимается равной

периоду времени от начала предпроектной стадии до окончания жизненного цикла объекта. Итог расчета может составлять месяц, квартал, год.

Притоками средств в проекте являются денежные средства, которые увеличивают финансовое состояние проекта. Они включают в том числе кредиты, ссуды, выручки от реализации продукции, доходы от продажи акций, доходы от внереализационной деятельности, от продажи излишнего или ненужного имущества, амортизационные отчисления и прочие поступления денежных средств.

Оттоки средств представляют собой расходы по проекту, в том числе капитальные вложения в строительство объекта, издержки по производству и реализации продукции, налоговые отчисления, страховые платежи, выплаты по погашению кредитов и ссуд, проценты за пользование кредитами и ссудами.

На каждом шаге расчетов формируется результат:

$$R_t = P_t - O_t,$$

где t — шаг расчета; P_t — приток; O_t — отток реальных денег.

Динамический ряд элементов R_t по годам инвестиционного проекта формирует *поток реальных денег*. Каждый такой элемент определяется по формуле:

$$R_t = BP_t - I'_t - H_t - K_t + L_t,$$

где $BP_t + L_t = P_t$; $I'_t + H_t + K_t = O_t$; BP_t — валовая выручка (приток денежных средств); L_t — ликвидационная стоимость основных средств в год t ; I'_t, H_t, K_t — соответственно затраты на производство и реализацию продукции без учета амортизационных отчислений и другие составляющие; налоги и сборы; инвестиции в объект в год t .

В реальных условиях реализации проекта притоки (доходы) и оттоки (расходы) реальных денег образуются многими составляющими. Для иллюстрации данного положения в [9] приведен упрощенный пример, представленный в табл. 5.1.

Из примера следует, что в годы строительства в объект вкладываются капитальные затраты, а выручка от реализации продукции отсутствует или ограничена. При этом элементы потока реальных денег имеют отрицательные значения (рис. 5.1).

Формирование потока реальных денег, млн руб.

Показатель	Инвестиционный период, годы					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Приток реальных денег:</i>						
Выручка от реализации электроэнергии	—	18	25	25	25	23
Выручка от реализации тепла	0,5	2	3	3	3	2
Доход от прочей деятельности	—	—	1	4	4	4
<i>Итого приток</i> реальных денег, Π_t	0,5	20	29	32	32	29
<i>Отток реальных денег:</i>						
Инвестиции	12,5	4,0	—	—	—	—
Затраты на производство продукции без амортизации	0,4	15	20	21	21	20,2
Налоги	0,08	3	4	4	4	3,8
<i>Итого отток</i> реальных денег, O_t	12,98	22	24	25	25	24
Элементы потока реальных денег, $R_t = \Pi_t - O_t$	-12,48	-2	5	7	7	5

Поток реальных денег учитывается на всем инвестиционном периоде: $T_{инв} = T_{пред} + T_{пр.} + T_{стр.} + T_{экспл} + T_{конс.} + T_{дем}$, показанном на рис. 5.2.

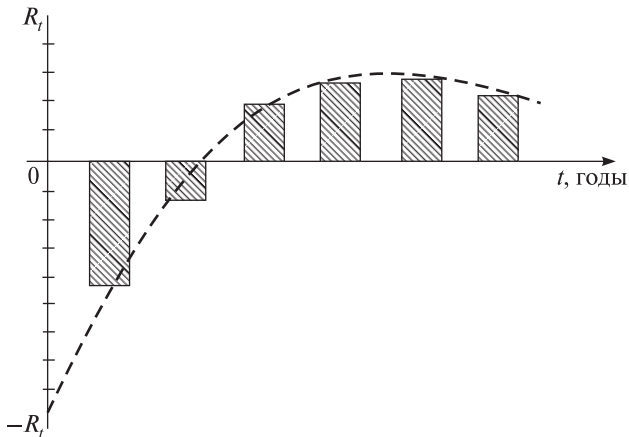


Рис. 5.1. Формирование потока реальных денег



Рис. 5.2. Инвестиционный период объекта электроэнергетики

В электроэнергетике инвестиционный период достигает 30—40 лет и более. Периоды проектирования и строительства электростанций составляют соответственно 2—3 года и 3—8 лет, нормативный срок эксплуатации ТЭС, АЭС — 30 лет, ГЭС — 30—40 лет, гидротехнических сооружений — 100 лет. Оттоки средств имеют место на стадиях предпроектной, проектной, строительства, консервации, демонтажа. На стадии эксплуатации, как правило, капитальные затраты отсутствуют, и наряду с затратами на производство имеются притоки средств от реализации продукции. Простое соизмерение всех перечисленных притоков и оттоков не может характеризовать эффективность проекта, так как притоки и оттоки происходили в разные годы. Сопоставимость разновременных потоков реальных денег достигается дисконтированием, характеризующим изменение стоимости средств во времени, а также возникающее в результате инфляции; эскалации цен; упущенной выгоды из-за отдаления срока получения выгоды от срока вложения; разновременности вложенных средств.

В общем случае стоимость дохода C_t определяется по формуле сложных процентов [13]:

$$C_\tau = \sum_{t=1}^{\tau} C_t (1+r)^{\tau-t},$$

где τ — год, к которому дисконтируется стоимость (это может быть любой год инвестиционного периода); t — год вложения инвестиций; r — ожидаемая доходность инвестиций; C_t — стоимость дохода в год t .

Здесь выражение $(1+r)^{\tau-t}$ — называется коэффициентом дисконтирования. Показатель степени $(\tau-t)$ формируется как раз-

ность между годом τ , к которому дисконтируется стоимость, и любым годом t инвестиционного проекта.

Дисконтирование к последнему году T инвестиционного периода можно определить по выражению:

$$C_T = T \sum_{t=1}^{\tau} C_t (1+r)^{T-t}.$$

Дисконтированная к началу инвестиционного периода стоимость

$$C_1 = \sum_{t=1}^T C_t (1+r)^{T-t}$$

всегда меньше стоимости, ожидаемой в будущем. Текущая дисконтированная стоимость тем меньше, чем больше период дисконтирования. Дисконтированная стоимость зависит от коэффициента дисконтирования $(1+r)^{\tau-t}$ и от нормы (ставки) дисконта r .

Ставка дисконтирования отражает доход инвестора (в относительных единицах), который он мог бы получить на аналогичную сумму капитала при его альтернативном использовании и одинаковых финансовых рисках. Отсюда вытекает, что эффективность инвестиционных проектов в существенной степени зависит от ставки дисконта.

Обоснование этой ставки, зависящей от многих факторов (в первую очередь от структуры привлекаемого капитала и, следовательно, от его цены), является непростой задачей.

Общая сумма средств, которую нужно уплатить за использование финансовых ресурсов, выраженная в процентах, называется *ценой капитала*. Цена каждого из источников финансирования инвестиций выводится на основе соотношения текущей рыночной стоимости источника финансирования и ожидаемыми будущими доходами от его использования.

Цена акционерного капитала в общем случае определяется ценой дивидендов, ценой заемных средств (процента за кредит), ценой собственных средств (дивидендов при реинвестировании в развитие компании нераспределенной прибыли, или процент по депозитным вкладам). В последнем случае цена собственного капитала $r_{СК}$ рассчитывается по формуле:

$$r_{\text{СК}} = D/A + \Delta D,$$

где D — цена дивидендов по обыкновенным акциям; A — текущая цена акций; ΔD — темп роста дивидендов.

Для определения ставки дисконтирования в экономической теории используются различные модели [9]:

— модель средневзвешенной цены капитала (Weighted Average Cost of Capital — WACC):

$$r = \alpha_{\text{СК}} r_{\text{СК}} + \alpha_{\text{АК}} r_{\text{АК}} + \alpha_{\text{ЗК}} r_{\text{ЗК}} + \dots,$$

где $\alpha_{\text{СК}}$, $\alpha_{\text{АК}}$, $\alpha_{\text{ЗК}}$, $r_{\text{СК}}$, $r_{\text{АК}}$, $r_{\text{ЗК}}$ — доля и цена собственного, акционерного и заемного капитала;

— модель определения цены капитальных активов (Capital Asset Pricing Model — CAMP), более полно оценивающая риск инвестирования:

$$r_{\text{АК}} = r_{\text{с}} + \beta(r_{\text{П}} - r_{\text{с}}),$$

где $r_{\text{с}}$ — ожидаемая свободная от риска ставка дохода (например, государственные краткосрочные ценные бумаги); β — коэффициент, отражающий колебания доходности акций; $r_{\text{П}}$ — ожидаемая доходность по рыночному портфелю (средняя доходность вложений);

— модель корректировки ставки дисконтирования по фактору риска:

$$r = r_{\text{с}} + r_{\text{р}} + r_{\text{инф}},$$

где $r_{\text{р}}$ — премия за риск; $r_{\text{инф}}$ — темп инфляции.

Каждый источник финансирования имеет свою цену, так как в качестве платы за использование привлекаемых в проект финансовых ресурсов компания уплачивает проценты, дивиденды, вознаграждения и т.д.

В соотношении цен явно прослеживается зависимость цены капитала от уровня риска, от конъюнктуры на рынке капитала, стабильности экономики, законодательной и налоговой политики и от общеполитической ситуации в стране и мире.

5.5. Оценка эффективности инвестиций с учетом дисконтирования

При оценке эффективности инвестиций с учетом дисконтирования используются затратный и доходный подходы.

Затратный подход представляет собой эффективный инструмент для оперативного предварительного сравнения и ранжирования альтернативных проектов на основе суммарных дисконтированных затрат при предварительной сопоставимости энергетических и экономических показателей, или на основе удельных дисконтированных затрат в расчете на единицу полезной продукции. Затратный подход не требует прогнозирования тарифов и доходов (притоков средств). В результате при принятии решения удается избавиться от неопределенности, вносимой прогнозами тарифов на длительный период.

Затраты дисконтируются к любому году, но чаще к началу или к концу инвестиционного периода, либо к началу эксплуатации объекта:

$$Z_{\text{диск}}^0 = \sum_{t=0}^T (K_t + I_t + H_t)(1+r)^{-t};$$

$$Z_{\text{диск}}^T = \sum_{t=1}^T (K_t + I_t + H_t)(1+r)^{T-t};$$

$$Z_{\text{диск}}^{\tau} = \sum_{t=0}^T (K_t + I_t + H_t)(1+r)^{\tau-t},$$

где $Z_{\text{диск}}^0$, $Z_{\text{диск}}^T$, $Z_{\text{диск}}^{\tau}$ — затраты дисконтированные соответственно к нулевому, последнему и году начала эксплуатации; K_t , I_t , H_t — соответственно капитальные затраты, затраты на производство продукции, наличные платежи на год t ; r — норма (ставка) дисконта.

Для упрощения расчетов полезно отказаться от процедуры приведения альтернативных проектов в сопоставимый вид по мощности и энергии, а выполнить сравнение по удельным дисконтированным затратам на один полезно отпущенный кВт·ч электроэнергии:

$$Z_{\text{диск}}^0 = \frac{\sum_{i=0}^T Z_i (1+r)^{-i}}{\sum_{i=0}^T \mathcal{E}_i (1+r)^{-i}};$$

$$z_{\text{диск}}^T = \frac{\sum_{i=0}^T Z_i (1+r)^{T-t}}{\sum_{i=0}^T \mathcal{E}_i (1+r)^{T-t}};$$

$$z_{\text{диск}}^\tau = \frac{\sum_{i=0}^T Z_i (1+r)^{\tau-t}}{\sum_{i=0}^T \mathcal{E}_i (1+r)^{\tau-t}},$$

где $z_{\text{диск}}$ — соответствующие удельные дисконтированные затраты; $Z_i = (K_i + I_i + H_i)$; \mathcal{E}_i — полезный отпуск электроэнергии в год t инвестиционного периода.

В затратном подходе коэффициент дисконтирования выбирается по общим макроэкономическим соображениям без учета стоимости и структуры капитала, в расчетах не учитываются также эскалация цен. Наиболее эффективному проекту соответствуют минимальные совокупные или удельные дисконтированные затраты. Для каждого из отобранных проектов рассчитывается коммерческая и финансовая эффективности инвестиций. По результатам отбирается эффективный для реализации проект.

Доходный подход к оценке эффективности инвестиций может быть реализован разными методами [9]. Известны методы чистого дисконтированного дохода и срока окупаемости. Для обоснования эффективности инвестиционного проекта используются показатель внутренней нормы доходности и коэффициент — индекс доходности инвестиций.

Метод чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Основан на сравнении дисконтированных притоков и оттоков средств за инвестиционный период. Критерием является ЧДД, определяемый как разность сумм притоков и оттоков реальных денег, дисконтированных к началу инвестиционного периода за весь инвестиционный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T P_t (1+r)^{-t} - \sum_{t=0}^T O_t (1+r)^{-t},$$

или приняв $R_t = P_t - O_t$

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T R_t (1+r)^{-t}.$$

При $\text{ЧДД} > 0$ — вложение инвестиций в данный проект экономически эффективно. Если $\text{ЧДД} = 0$ — доходность проекта нулевая, а при $\text{ЧДД} < 0$ — от реализации проекта следует отказаться. Если рассматриваются альтернативные проекты, то предпочтение отдается проекту с большим положительным ЧДД.

Метод срока окупаемости ($T_{\text{ок}}$). Срок окупаемости — период времени, в течение которого благодаря притоку реальных денег окупается (возвращается) вложенный капитал.

Для инвестора самым важным является не только доходность инвестиций (ЧДД), но и срок, за который он получит возврат своих денег. Срок окупаемости является критерием, который в определенной степени оценивает риск инвестора, так как неуверенность в достижении результата возрастает с увеличением срока окупаемости. Можно утверждать, что существует максимальная граница срока окупаемости, за которой риск вложения капитала возрастает до такой степени, когда вложение капитала становится неприемлемым для инвестора.

Для определения срока окупаемости дисконтированные элементы потока реальных денег нарастающим итогом суммируются с учетом знаков до тех пор, пока сумма дисконтированных элементов реальных денег не поменяет знак с минуса на плюс (рис. 5.3).

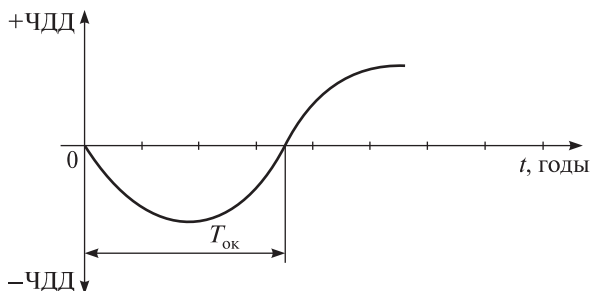


Рис. 5.3. Определение срока окупаемости инвестиционного проекта

Вначале определяется год t , для которого найдено изменение знака ЧДД. Затем по формуле

$$T_{\text{ок}} = t - \frac{\text{ЧДД}_t}{\text{ЧДД}_{(t+1)} - \text{ЧДД}_t}$$

определяется срок окупаемости. Расчетный срок окупаемости сравнивается с периодом, который соответствует требованиям инвестора $T_{\text{ок}}^{\text{инв}}$. Если $T_{\text{ок}} \leq T_{\text{ок}}^{\text{инв}}$, то вложение инвестиций в проект эффективно. При отборе из альтернативных проектов принимается проект с самым коротким $T_{\text{ок}}$.

Внутренняя норма доходности (ВНД). Это норма доходности инвестиций, при которой дисконтированная стоимость притоков равна дисконтированной стоимости оттоков реальных денег, а ЧДД равен нулю за весь инвестиционный цикл проекта T :

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (P_t - O'_t)(1 + \text{ВНД})^{-t} - \sum_{t=0}^T K_t(1 + \text{ВНД})^t = 0,$$

где P_t — приток реальных денег в год t ; O'_t — отток реальных денег в год t без учета инвестиций K_t ; K_t — инвестиции в год t ; ВНД — неизвестная норма дисконта, равная внутренней норме доходности проекта.

Записанное выражение представляет собой полином T -й степени, решение которого относительно искомого *ВНД* достигается методом итераций. Выбирается первая ставка дисконта r_1 и определяется ЧДД_1 , далее в зависимости от знака при ЧДД_1 , выбирается второе значение ставки дисконта r_2 . Если $\text{ЧДД}_1 > 0$, то принимается $r_2 > r_1$; если же $\text{ЧДД}_1 < 0$, то $r_2 < r_1$. Итерации продолжаются до изменения знака ЧДД с плюса на минус или наоборот (рис. 5.4).

В пределах двух последних значений нормы дисконта находится ВНД:

$$\text{ВНД} = r_1 + \frac{\text{ЧДД}_1(r_2 - r_1)}{\text{ЧДД}_1 - \text{ЧДД}_2}.$$

При определении ВНД применяют выбираемые нормы дисконта, отличающиеся не более, чем на один или два процентных пункта. В противном случае результат может оказаться не достоверным.

Обоснование эффективности проекта в данном методе базируется на сопоставлении ВНД и цены инвестиций. Например, при

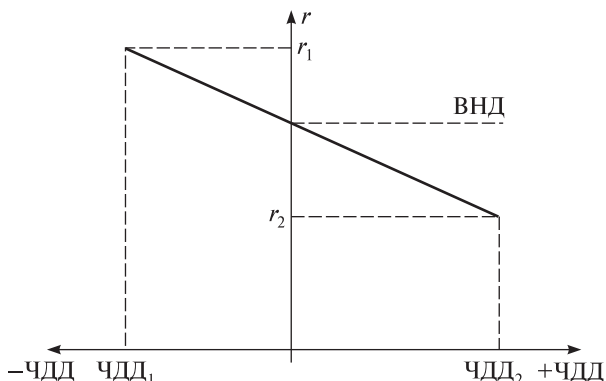


Рис. 5.4. К определению внутренней нормы доходности

реализации проекта за счет кредитных средств, ВНД сравнивается с процентной ставкой за кредит (k). Если $ВНД > k$, то реализация проекта позволяет выплатить кредит, проценты за кредит и обеспечить доход компании (в %), равный $(ВНД - k)$. Чем выше ВНД, тем эффективнее вложение инвестиций.

Критерии эффективности инвестиций в виде ВНД используются, как правило, при отсутствии информации о процентной ставке капитала. Такая ситуация характерна для переходной экономики, когда на весь инвестиционный период трудно спрогнозировать значения банковского и ссудного процента.

Индекс доходности инвестиций (ИД) определяется как коэффициент, равный отношению дисконтированного притока реальных денег к дисконтированному оттоку реальных денег. Индекс доходности характеризует эффективность инвестиций.

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T P_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^T O_t (1+r)^{-t}}.$$

Если $ИД > 1$, то вложение инвестиций в проект эффективно. Данный критерий применяется в случае реинвестирования проектов при жестких ограничениях по инвестициям. Несмотря на свою по-

пулярность, этот метод имеет свои недостатки, так как не позволяет оценить суммарное значение ЧДД.

Отбор и ранжирование инвестиционных проектов является сложной проблемой при формировании инвестиционных планов компании. Так как все критерии (ЧДД, ВНД, ИД, $T_{ок}$) представляют разные версии единой концепции «потока реальных денег», то между ними соблюдаются определенные соотношения, приведенные в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Соотношение критериев эффективности инвестиций

Критерии согласованы,	ЧДД	ИД	ВНД
если	>0	>1	$>r$
или	<0	<1	$<r$
или	$= 0$	$= 1$	$= r$
здесь r — цена капитала			

Соотношения критериев позволяют проверить согласованность между критериями для одного проекта, но они не позволяют выбрать наилучший проект при сопоставлении альтернативных проектов. Ни один из рассматриваемых критериев сам по себе не является достаточным при отборе наиболее экономичного проекта из числа сравниваемых. Решение об инвестировании проекта должно приниматься с учетом знания всех перечисленных критериев и интересов всех участников инвестиционного проекта.

Опыт использования приведенных критериев в мировой практике позволил сформулировать [9] общие рекомендации при отборе инвестиционных проектов в различных условиях реализации, приведенные в табл. 5.3.

Независимыми являются проекты, которые могут осуществляться отдельно, вне связи друг с другом (например, котельная и гидроэлектростанция).

Зависимые проекты дополняют друг друга, один проект не может существовать без другого (например, электростанция и линия электропередачи).

Взаимоисключающие проекты являются альтернативными, реализация одного из них предполагает отказ от другого.

Таблица 5.3

**Рекомендации методов оценки эффективности инвестиций, используемые
в рыночной экономике**

Число проектов	Характер связи проектов	Ограничения по инвестициям	Критерии отбора
Один проект	Независимый	Отсутствуют	$ВНД > r$; $ЧДД > 0$; $ИД > 1$
Несколько проектов	Независимые	Отсутствуют	$ВНД > r$; $ЧДД > 0$; $ИД > 1$
		Присутствуют	$ИД > 1$; проекты ранжируются по степени снижения ИД
	Зависимые	Отсутствуют	$ЧДД > 0$; отбираются проекты с высоким ЧДД
		Присутствуют	$ИД > 1$; отбираются проекты с высокими ИД
	Взаимоисключающие	Отсутствуют	$ЧДД = \max$, при $ЧДД > 0$

5.6. Примеры определения критериев оценки эффективности инвестиций в электроэнергетике

Исходными данными для расчета критериальных показателей [9] являются показатели формирования потока реальных денег. Примем для оценки упрощенный пример формирования потока реальных денег инвестиционного проекта объекта энергетики, приведенный в табл. 5.1.

Пример 5.1. Расчет ЧДД.

Примем норму дисконта $r = 0,1$ и на основе потока реальных денег (см. табл. 5.1) определим коэффициент дисконтирования $\alpha_t = (1 + 0,1)^{-t}$ для $t = 0, 1, 2, 3, 4$ и 5 лет.

$$\alpha_0 = (1 + 0,1)^{-0} = 1,0;$$

$$\alpha_1 = (1 + 0,1)^{-1} = 0,9091;$$

$$\alpha_2 = (1 + 0,1)^{-2} = 0,8264;$$

$$\alpha_3 = (1 + 0,1)^{-3} = 0,7513;$$

$$\alpha_4 = (1 + 0,1)^{-4} = 0,6830;$$

$$\alpha_5 = (1 + 0,1)^{-5} = 0,6209.$$

Дисконтированный поток реальных денег $R_t\alpha_t$ по годам инвестиционного периода:

$$t = 0, R_0\alpha_0 = -12,48 \cdot 1 = -12,48 \text{ млн руб.};$$

$$t = 1, R_1\alpha_1 = -2 \cdot 0,9091 = -1,878 \text{ млн руб.};$$

$$t = 2, R_2\alpha_2 = 5 \cdot 0,8264 = 4,132 \text{ млн руб.};$$

$$t = 3, R_3\alpha_3 = 7 \cdot 0,7513 = 5,259 \text{ млн руб.};$$

$$t = 4, R_4\alpha_4 = 7 \cdot 0,6830 = 4,781 \text{ млн руб.};$$

$$t = 5, R_5\alpha_5 = 5 \cdot 0,6209 = 3,104 \text{ млн руб.}$$

Чистый дисконтированный доход составит:

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= \sum_{t=0}^5 R_t\alpha_t = -12,48 - 1,878 + 4,132 + 5,259 + 4,781 + \\ &+ 3,104 = 2,918 \text{ млн руб.} \end{aligned}$$

Полученное значение ЧДД больше нуля, вложение инвестиций в проект эффективно.

Пример 5.2. Расчет срока окупаемости ($T_{\text{ок}}$).

Для исходных данных, приведенных в табл. 5.1, определим дисконтированные элементы потока реальных денег по годам $t = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ путем последовательного суммирования:

$$\text{для } t = 0, R_0\alpha_0 = -12,48 \text{ млн руб.};$$

$$t = 1, R_0\alpha_0 + R_1\alpha_1 = -12,48 + (-1,878) = -14,358 \text{ млн руб.};$$

$$t = 2, R_0\alpha_0 + R_1\alpha_1 + R_2\alpha_2 = -14,358 + 4,132 = -10,226 \text{ млн руб.};$$

$$t = 3, R_0\alpha_0 + R_1\alpha_1 + R_2\alpha_2 + R_3\alpha_3 = -10,226 + 5,259 = -4,967 \text{ млн руб.};$$

$$t = 4, R_0\alpha_0 + R_1\alpha_1 + R_2\alpha_2 + R_3\alpha_3 + R_4\alpha_4 = -4,967 + 4,781 = -0,186 \text{ млн руб.};$$

$$t = 5, R_0\alpha_0 + R_1\alpha_1 + R_2\alpha_2 + R_3\alpha_3 + R_4\alpha_4 + R_5\alpha_5 = -0,186 + 3,104 = 2,918 \text{ млн руб.};$$

Из расчета следует, что между $t = 4$ и $t = 5$ происходит изменение знака потока реальных денег с отрицательного на положительный. Именно на этом интервале времени находится значение срока окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = t - \frac{\text{ЧДД}_4}{\text{ЧДД}_5 - \text{ЧДД}_4} = 4 - \frac{-0,186}{2,918 - (-0,186)} = 4,06 \text{ года.}$$

С учетом того, что отсчет лет инвестиционного периода начат не с первого года, а с нулевого, реальный срок окупаемости инвестиций составит $4,06 + 1 = 5,06$ года.

Пример 5.3. Расчет внутренней нормы доходности (ВНД).

Поток реальных денег инвестиционного периода приведен в табл. 5.1. Коэффициент дисконтирования α_t определим, задавшись нормой дисконта $r_1 = 0,1$:

$$\text{для } t = 0, \alpha_0 = (1 + 0,1)^{-0} = 1,0;$$

$$t = 1, \alpha_1 = (1 + 0,1)^{-1} = 0,9091;$$

$$t = 2, \alpha_2 = (1 + 0,1)^{-2} = 0,8264;$$

$$t = 3, \alpha_3 = (1 + 0,1)^{-3} = 0,7513;$$

$$t = 4, \alpha_4 = (1 + 0,1)^{-4} = 0,6830;$$

$$t = 5, \alpha_5 = (1 + 0,1)^{-5} = 0,6209.$$

Дисконтированный поток реальных денег составит:

$$t = 0, R_0\alpha_0 = -12,48 \cdot 1 = -12,48 \text{ млн руб.};$$

$$t = 1, R_1\alpha_1 = -2 \cdot 0,9091 = -1,878 \text{ млн руб.};$$

$$t = 2, R_2\alpha_2 = 5 \cdot 0,8264 = 4,132 \text{ млн руб.};$$

$$t = 3, R_3\alpha_3 = 7 \cdot 0,7513 = 5,259 \text{ млн руб.};$$

$$t = 4, R_4\alpha_4 = 7 \cdot 0,6830 = 4,781 \text{ млн руб.};$$

$$t = 5, R_5\alpha_5 = 5 \cdot 0,6209 = 3,104 \text{ млн руб.}$$

Чистый дисконтированный доход для принятой нормы доходности $r_1 = 0,1$ составит:

$$\begin{aligned} \text{ЧДД}_1 &= \sum_{t=0}^5 R_t \alpha_t = -12,48 - 1,878 + 4,132 + 5,259 + 4,781 + \\ &+ 3,104 = 2,918 \text{ млн руб.} \end{aligned}$$

Так как $\text{ЧДД}_1 > 0$, то принимаем следующее значение нормы доходности $r_2 > r_1$. Примем $r_2 = 0,2$, тогда коэффициент дисконтирования по годам инвестиционного периода составит соответственно:

$$\text{для } t = 0, \alpha_0 = (1 + 0,2)^{-0} = 1,0;$$

$$t = 1, \alpha_1 = (1 + 0,2)^{-1} = 0,8333;$$

$$t = 2, \alpha_2 = (1 + 0,2)^{-2} = 0,6944;$$

$$t = 3, \alpha_3 = (1 + 0,2)^{-3} = 0,5787;$$

$$t = 4, \alpha_4 = (1 + 0,2)^{-4} = 0,4823;$$

$$t = 5, \alpha_5 = (1 + 0,2)^{-5} = 0,4019.$$

А дисконтированный поток реальных денег получится следующим:

$$t = 0, R_0\alpha_0 = -12,48 \cdot 1 = -12,48 \text{ млн руб.};$$

$$t = 1, R_1\alpha_1 = -1,666 = -1,878 \text{ млн руб.};$$

$$t = 2, R_2\alpha_2 = 3,472 = 4,132 \text{ млн руб.};$$

$$t = 3, R_3\alpha_3 = 4,051 = 5,259 \text{ млн руб.};$$

$$t = 4, R_4\alpha_4 = 3,376 = 4,781 \text{ млн руб.};$$

$$t = 5, R_5\alpha_5 = 2,009 = 3,104 \text{ млн руб.}$$

Чистый дисконтированный доход при норме доходности $r_2 = 0,2$ составит:

$$\begin{aligned} \text{ЧДД}_2 &= \sum_{t=0}^5 R_t \alpha_t = -12,48 - 1,666 + 3,472 + 4,051 + 3,376 + \\ &+ 2,009 = -1,238 \text{ млн руб.} \end{aligned}$$

Внутренняя норма доходности находится между двумя значениями нормы доходности $r_1 = 0,1$ и $r_2 = 0,2$.

Определим ВНД по упрощенной формуле, приняв допущение о линейной связи ЧДД и нормы доходности:

$$\text{ВНД} = r_1 + \frac{\text{ЧДД}_1(r_2 - r_1)}{\text{ЧДД}_1 - \text{ЧДД}_2} = 0,1 + \frac{2,918 \cdot (0,2 - 0,1)}{2,918 - (-1,238)} = 0,17.$$

Выполним проверку правильности определения $\text{ВНД} = 0,17$, расчетом ЧДД при норме дисконта, равной внутренней норме доходности:

$$\begin{aligned} t = 0, \alpha_0 &= (1 + 0,17)^{-0} = 1,0; & R_0\alpha_0 &= -12,48 = -12,48 \text{ млн руб.}; \\ t = 1, \alpha_1 &= (1 + 0,17)^{-1} = 0,8547; & R_1\alpha_1 &= -2 \cdot 0,8547 = -1,709 \text{ млн руб.}; \\ t = 2, \alpha_2 &= (1 + 0,17)^{-2} = 0,7305; & R_2\alpha_2 &= 5 \cdot 0,7305 = 3,653 \text{ млн руб.}; \\ t = 3, \alpha_3 &= (1 + 0,17)^{-3} = 0,6244; & R_3\alpha_3 &= 7 \cdot 0,6244 = 4,470 \text{ млн руб.}; \\ t = 4, \alpha_4 &= (1 + 0,17)^{-4} = 0,5337; & R_4\alpha_4 &= 7 \cdot 0,5337 = 3,785 \text{ млн руб.}; \\ t = 5, \alpha_5 &= (1 + 0,17)^{-5} = 0,4561; & R_5\alpha_5 &= 5 \cdot 0,4561 = 2,281 \text{ млн руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= \sum_{t=0}^5 R_t \alpha_t = -12,48 - 1,709 + 3,653 + 4,470 + 3,785 + \\ &\quad + 2,281 = 0 \text{ млн руб.} \end{aligned}$$

Расчет ЧДД, проведенный при норме доходности $\text{ВНД} = 0,17$, подтверждает равенство нулю чистого дисконтированного дохода.

Пример 5.4. Расчет индекса доходности (ИД).

На базе исходных данных (табл. 5.1) фиксируется приток реальных денег Π_t по годам инвестиционного периода ($t = 0, 1, 2, 3, 4, 5$), коэффициент дисконтирования $\alpha_t = (1 + 0,1)^{-t}$, дисконтированный приток реальных денег $\Pi_t \alpha_t$, отток реальных денег O_t , дисконтированный отток реальных денег $O_t \alpha_t$. На основе полученных исходных данных производим расчет:

$$\begin{aligned} \text{ИД} &= \frac{\sum_{t=0}^5 \Pi_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^5 O_t (1+r)^{-t}} = \frac{0,5 + 18,82 + 23,966 + 24,042 + 21,856 + 18,006}{12,98 + 20 + 19,834 + 18,783 + 17,075 + 14,904} = \\ &= \frac{106,552}{103,574} = 1,029. \end{aligned}$$

Так как индекс доходности больше единицы ($\text{ИД} > 1$) — вложение инвестиций в проект эффективно.

Вопросы для самопроверки и дискуссий

1. Какие принципы следует заложить при оценке эффективности инвестиционных проектов в электроэнергетике? В чем заключается комплексность подхода в проектном анализе?

2. Перечислите виды эффективности инвестиций. Что является критерием каждого из видов эффективности инвестиций?

3. Что такое «поток реальных денег» при расчете инвестиционного периода? Поясните понятие «дисконтирование стоимости средств».

4. Перечислите факторы, характеризующие изменение стоимости средств. Включаются ли в этот перечень инфляция, эскалация цен, упущенные выгоды из-за отдаления срока выгоды от срока вложения, одновременности вложения средств? Поясните высказанную точку зрения.

5. Поясните понятие «инвестиционный период». Как определяется дисконтированная стоимость средств в заданный год реализации проекта? Что понимается по коэффициентом дисконтирования? Какова роль нормы (ставки) дисконта?

6. В чем заключается принципиальное отличие оценки эффективности инвестиций без учета и с учетом дисконтирования? В каких случаях применяются данные подходы при оценке эффективности проектов?

7. Поясните понятия «Затратный подход» и «Доходный подход» при оценке эффективности проектов с учетом дисконтирования.

8. Критерии эффективности инвестиционных проектов (ЧДД, ВНД, ИД, $T_{ок}$) представляют разные версии единой концепции «потока реальных денег». Достаточен ли каждый из данных критериев при отборе наиболее экономичного проекта из числа сравниваемых? Как решается данная задача?

9. Дайте численную оценку (на конкретном примере) коэффициента дисконтирования, дисконтированного потока реальных денег, ЧДД, $T_{ок}$, ВНД, ИД.