

УДК 330.322:658:004

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ  
В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ\*****Е. А. ЗАПАДНЮК***Учреждение образования «Гомельский государственный  
университет имени Ф. Скорины», Республика Беларусь***Введение**

В основе принятия управленческих решений по инвестированию инновационных проектов лежит оценка и сравнение объема предполагаемых инвестиций и будущих денежных поступлений. Применение методов оценки и анализа проектов предполагает множественность используемых прогнозных оценок и расчетов. Множественность определяется как возможностью применения ряда критериев, так и безусловной целесообразностью варьирования основными параметрами. К основанным на дисконтировании критериям, используемым в анализе инвестиционной деятельности, относятся внутренняя норма доходности (ВНД – Internal Rate of Return), чистый дисконтированный доход (ЧДД, Net Present Value), индекс рентабельности инвестиций (ИР – Profitability Index,) дисконтированный срок окупаемости инвестиций (ДСО – Discounted Payback Period). Подробный анализ существующих показателей оценки экономической эффективности инновационных проектов дан в работах Дж. К. ван Хорна [1], П. Л. Виленского, В. Н. Лившица, С. А. Смоляка [2], В. В. Ковалева [3]. К этой проблеме с той или иной степенью детализации обращаются, например, В. З. Беленький [4], Н. А. Аймалетдинов, С. В. Ковалев [5] и ряд др.

Указанные авторы обращают внимание на ряд недостатков в показателях оценки экономической эффективности инновационных проектов – ЧДД, ИР и ДСО. В первую очередь это касается принципа дисконтирования, применяемого при расчете данных показателей: речь идет о возможности неограниченного привлечения и вложения финансовых средств по ставке дисконта. При этом у показателя ВНД выявляются еще большие недостатки:

– у некоторых проектов может не существовать внутренней нормы доходности или существовать несколько значений нормы дисконта, при которых значение чистого дисконтированного дохода становится равным нулю. В связи с этим непонятно, какое из значений будет являться ВНД и можно ли говорить в этом случае о существовании ВНД проекта;

– расчет ВНД предполагает возможность как заимствования, так и использования финансовых средств по ставке, равной ВНД;

– существует слишком много ограничений, чтобы считать ВНД максимальной ставкой, под которую можно брать кредит для реализации проекта, не превращая его в неэффективный.

В исследуемой в статье работе В. З. Беленького [4] предложена модификация показателя ВНД, названная им «Индукцированная норма доходности» (ИНД). В этой связи проанализируем эффективность применения данного показателя для инвести-

---

\*Работа выполнена в рамках гранта БРФФИ Г11М-072 «Информационная экономика как основа модернизации национальной инновационной инфраструктуры в посткризисный период».

ционных проектов и предложим альтернативные (усовершенствованные) показатели, основанные на работе В. З. Беленького [4].

### Основная часть

Произведем анализ предложения В. З. Беленького по определению *индуцированной нормы доходности* и, развивая данный подход, введем ряд новых показателей оценки экономической эффективности проекта.

Рассматривается проект  $F = \{t_i, f_i, i = 0, 1, \dots, n\}$ , где  $f_i$  суть денежные потоки, связанные с реализацией проекта,  $\{t_i\}$  – моменты поступлений этих потоков (все они различны и упорядочены по возрастанию, причем  $t_0 = 0$ ). Положительные значения  $f_{i+}$  отвечают доходам, отрицательные  $f_{i-}$  – расходам (более точно  $f_i$  есть итоговое сальдо, т. е. разность между суммой получаемых и затрачиваемых в момент  $t_i$  средств). Для инвестиционного проекта  $f_0 < 0$ .

С проектом  $F$  ассоциируется функция доходности, аргументом  $x > 0$  которой является норматив дисконтирования, считаемый переменной величиной:

$$\varphi(x) = \varphi_F(x) := \sum_{i=0}^n f_i e^{-xt_i} \quad x \in R.$$

Функция  $\varphi(x)$  соответствует определению ЧДД при  $x = \ln(1+r)$  (где  $r$  – норма дисконта). ВНД отвечает такому значению  $x$ , при котором  $\varphi(x) = 0$ .

Основой рассуждений В. З. Беленького является утверждение, что при оценке любого проекта нужно учитывать условия его реализации. Введенный им термин «индуцированная» был призван отразить тот факт, что реализация проекта происходит в некоторой «окружающей среде», в рамках конкретной экономики; воздействие (индукция) среды реализации оказывает влияние на его оценку. С финансовой точки зрения важнейшей характеристикой среды являются банковские ставки кредита  $\sigma$  и депозита  $\theta$  (естественно, что  $\sigma > \theta$ ). При оценке проекта надо учитывать, что если в процессе его реализации образуются свободные средства, то всегда есть возможность депонировать их в банк по ставке  $\theta$ . В то же время использовать свободные средства с отдачей, превосходящей  $\theta$ , можно только в том случае, если в портфеле компании есть какой-либо другой проект, с доходностью большей  $\theta$ . Поэтому, оценивая проект изолированно от остальных (возможно также имеющих в портфеле), доступным и одновременно наиболее эффективным способом использования свободных денег на его текущем счете можно считать их депонирование в банк.

Вводится в рассмотрение *текущий счет* компании. Это – функция времени (зависящая от ставки дисконтирования  $x$  как от параметра), определенная на всей вещественной прямой  $t \in R$ ; обозначается она  $s_x(t)$ . В каждый момент времени  $t$  величина  $s(t)$  показывает объем финансовых средств, накапливаемых на счету компании (проекта) к моменту  $t$  в процессе реализации проекта. Эти средства складываются из потоков всех поступлений до момента  $t$  включительно, дисконтированных к текущему моменту при условии отсутствия начального капитала компании, реализующей проект:

$$s(t) = s_x(t) := \sum_{t_i \leq t} e^{x(t-t_i)} \cdot f_i \quad t \in R, \quad (1)$$

при  $t < 0$  имеем  $s(t) \equiv 0$ .

Если в момент  $t$  значение текущего счета компании  $s(t) > 0$ , то компания имеет в данный момент свободные средства. Если же  $s(t) < 0$ , то это означает, что компанией взят кредит.

С учетом указанного в начале данной статьи недостатка об использовании единой нормы дисконта, как для положительных, так и для отрицательных потоков, в [4] модифицируется функция (1); в качестве коэффициента дисконтирования используется депозитная ставка  $\theta$ , если  $s(t) > 0$ , а заемная ставка считается переменной  $x$ . Таким образом, вместо (1) получается:

$$s(t) = s_x^0(t) := \sum_{t_i \leq t} e^{q(t-t_i)} \cdot F_i \quad t \in R, \quad (2)$$

где  $q := w(s(t))$ , и двузначная функция задается  $w(s)$  задается формулой

$$w(s) := \begin{cases} \theta, & s \geq 0; \\ x, & s < 0. \end{cases} \quad (3)$$

При таком определении *устраняется главный недостаток функции (1) – немонотонность по аргументу  $x$* . Новая функция монотонно убывает по  $x$ . Если ввести в рассмотрение значения функции (2) в контрольные моменты времени, полагая  $F_i = s(t_i)$ , то значения  $F_i$  связаны рекуррентными соотношениями:

$$F_0 = f_0, \quad F_{i+1} = e^{qh_i} F_i + f_{i+1}, \quad h_i = t_{i+1} - t_i, \quad q = w(F_i), \quad i = 0, \dots, n-1. \quad (4)$$

Моменту завершения (рассмотрения) проекта  $T$  отвечает значение текущего счета  $F_n = s_x^0(T) \quad x \in R$ , которое определяет *индуцированную функцию доходности (ИФД)*:

$$\Psi^0(x) := s_x^0(T) e^{-\theta T} \quad x \in R.$$

Это итоговый доход, приведенный к начальному моменту времени.

На основе ТФД вводится определение *индуцированной функции доходности (ИФД)*:  $\Psi(x) = \Psi^0(x) := \Phi^0(x) e^{-\theta T} = s_x^0(T) e^{-\theta T}$ .

ИФД убывает по  $x$  на всей вещественной оси  $R$  и имеет единственный корень, каковой Беленький называет *индуцированной нормой доходности (ИНД)* проекта, обозначив его  $\alpha = \alpha(F) = \alpha^0(F)$ .

В силу монотонного убывания функции  $s_x^0(T)$  по  $x$  ИНД важно наибольшее значение заемной ставки  $x$ , при которой итоговый доход неотрицателен. Отсюда следует, что если  $\alpha(F) < \theta$ , то проект неэффективен (выгоднее денежные средства вложить в депозит, чем в проект); такой проект заведомо должен быть отброшен.

Если  $\alpha(F) > \theta$ , то такой проект назван *эффективным*. При этом возможны два случая:

1)  $\theta < \alpha(F) \leq \sigma$  – такой проект назван *условно эффективным*, поскольку реализация проекта при ставке  $\sigma$  убыточна и проект может быть принят только в случае, если компании удастся найти кредитора, который готов предоставить средства по ставке  $x$ , не превосходящей  $\alpha(F)$  ( $x \in (\theta; \alpha(F))$ );

2)  $\alpha(F) > \sigma$  – такой проект назван, *безусловно, эффективным*, так как он может быть реализован компанией в рамках заданной финансовой среды.

Формулы (4) будут работать и в случае наличия начального капитала компании  $K$ , используемого для реализации оцениваемого проекта. В этом случае нужно заменить  $f_0$  на  $f_0 + K$ .

### Модифицированные показатели использования оценки экономической эффективности инвестиций

В соответствии с изложенной логикой видится целесообразным применять следующие показатели для оценки экономической эффективности инвестиций.

1. **Чистый индуцированный доход.** Следует отметить, что при значении норматива дисконтирования  $x$ , равном кредитной ставке  $\sigma$ , величина  $s_{\sigma}^0(K, T)$  может рассматриваться как альтернатива такого показателя оценки эффективности инвестиций, как чистый накопленный доход (ЧНД, Net Future Value), равного  $s_{\sigma}^0(T)$ . Развивая это, предлагается использовать в качестве альтернативы показателя ЧНД значение индуцированной функции доходности при значении норматива дисконтирования  $x = \sigma$ , назовем его *чистым индуцированным доходом* (ЧИД):

$$\text{ЧИД} := s_{\sigma}^0(K, T)e^{-\theta T}.$$

Как видим, ЧИД представляет собой доход, который дает реализация проекта, приведенный к моменту  $t = 0$  с учетом параметров рассматриваемой экономической среды. Если ЧИД  $> 0$  – проект является эффективным, если ЧИД  $\leq 0$  – проект является неэффективным.

Очевидно, что для ЧИД характерно свойство монотонности, т. е. при улучшении проекта (небольшом увеличении доходов или снижении затрат) ЧИД увеличивается, так как увеличивается соответствующее значение текущего счета  $s_{\sigma}^0(K, T)$ .

Нетрудно показать, что показатель ЧИД ( $K, T$ ) является выпуклой вверх функцией от  $K$  при фиксированных значениях всех других параметров.

Обратим внимание, что до настоящего момента при расчете величины текущего счета косвенно предполагалась неизменность процентных ставок со временем. Предлагается при расчете ЧИД учесть зависимость депозитных ставок от срока действия депозита и от даты его оформления (от даты начала), т. е. ставка  $\theta$  становится функцией от двух аргументов  $\theta(m, t)$  – от срока действия депозита  $m$  и от даты его оформления  $t$ . Для конкретного проекта для каждого контрольного момента  $t_i$  значение срока действия депозита  $m = m_i$  может быть рассчитано.

*Примечание.* Условием предоставления заемных средств кредитором в подавляющем большинстве случаев предполагается, что кредитор обладает информацией о характере использования его денежных средств компанией. Поэтому ставка кредитования  $\sigma$  фиксируется единая на весь срок оценки реализации проекта.

2. **Капитал, достаточный для реализации проекта.**  $K_{\min}$  будем обозначать такую величину начального капитала компании  $K$ , которая *достаточна для реализации проекта* без осуществления дополнительных заимствований. Согласно определению текущего счета проекта в данном случае его значения в контрольные моменты времени  $\{F_i\}$  будут неотрицательны, и поэтому всегда будет использоваться ставка депозита  $\theta$ , т. е. должны выполняться следующие неравенства:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_0 = K + f_0 \geq 0; \\ F_1 = (K + f_0)e^{\theta} + f_1 \geq 0; \\ \dots\dots\dots \\ F_{i,j} = Ke^{\theta t} + \sum_{i=0}^j e^{\theta \cdot (t-t_i)} f_i \geq 0; \\ \dots\dots\dots \end{array} \right.$$

Эти условия эквивалентны следующим:

$$K_{\min} \geq -\sum_{i=0}^j e^{-\theta t_i} f_i \quad j = 0, 1, \dots, n,$$

поэтому формула для определения  $K_{\min}$  имеет вид:

$$K_{\min} = \max_{j=0, \dots, n} \left\{ -\sum_{i=0}^j e^{-\theta t_i} f_i \right\} = -\min_{j=0, \dots, n} \left\{ \sum_{i=0}^j e^{-\theta t_i} f_i \right\}.$$

Очевидно, что  $K_{\min} \geq |f_0| > 0$ .

Данный показатель позволяет оценить возможности компании по финансированию своего проекта самостоятельно с учетом данной экономической среды.

**3. Индуцированная доходность проекта.** Как и ранее, рассмотрим проект с позиции компании, с имеющимися свободными денежными средствами в объеме  $K$ . Одним из показателей эффективности вложения денежных средств является рентабельность данных вложений.

Для проектов, требующих единоразовых инвестиций в начальный момент времени (так называемые ординарные проекты), рентабельность рассчитывается с помощью индекса рентабельности (ИР). Для неординарных проектов рассчитывают отношение выгоды/затраты или прибыли/издержки (Benefits to Costs Ratio); в российской экономической литературе данный показатель часто называют индексом дисконтированной доходности капиталовложений (ИДДК). Введем новый показатель *индуцированная доходность проекта* (ИДП):

$$\text{ИДП} = \frac{\text{ЧИД}(K)}{K},$$

где  $K$  – размер денежных средств компании, используемых в данном проекте.

*Примечание.* Ни одна кредитная организация не будет кредитовать компанию, если доля заимствования для реализации проекта превышает определенную величину (обычно 30–75 %) от требуемых инвестиционных затрат, поэтому можно предположить, что для всех проектов  $K \neq 0$ .

Введенный показатель зависит от депозитной банковской ставки  $\theta$ , от кредитной ставки  $\sigma$  и объема собственных денежных средств, которые компания считает возможным использовать на проект.

Экономический смысл введенного проекта следующий: он характеризует доход от проекта (определенную через показатель ЧИД) на единицу капитальных вложений, осуществляемых компанией. Показатель ИДП является аналогом показателей ИР и ИДДК, но с тем отличием, что показатель ИДП применим для оценки любых инвестиционных проектов, и что новый показатель позволяет более строго оценить эффективность проекта, так как в отличие от показателя индекса дисконтированной доходности капиталовложений показатель ИДП не предполагает необходимость оценивать денежные оттоки и поступления в течение функционирования проекта по одинаковой ставке (например, по требуемой норме доходности на капитал).

Очевидно, что, как и для показателя ЧИД, для показателя ИДП характерно свойство монотонности, т. е. при улучшении проекта (небольшом увеличении доходов или снижении затрат) ИДП увеличивается.

Рассмотрим более подробно зависимость показателя ИДП от начального капитала  $K$ . При анализе будем предполагать, что рассматриваются только эффективные проекты (что совершенно естественно), т. е. проекты, для которых  $\text{ЧИД} > 0$ .

*Утверждение 1.* ИДП является убывающей по  $K$  функцией.

*Доказательство.* Продифференцируем ИДП по  $K$ :

$$\text{ИДП}' = \left( \frac{\text{ЧИД}(K)}{K} \right)' = \frac{\text{ЧИД}'}{K} - \frac{\text{ЧИД}}{K^2} = \frac{1}{K^2} (K \text{ЧИД}' - \text{ЧИД}) = \frac{1}{K^2} V(K),$$

где  $V(K) = K \text{ЧИД}' - \text{ЧИД}$ .  $V'(K) = K \text{ЧИД}''(K)$ . Выше было отмечено, что  $\text{ЧИД}$  является выпуклой вверх по  $K$  функцией, поэтому  $\text{ЧИД}''(K) < 0$ , а поскольку  $K > 0$ , то  $V'(K) < 0$  и, следовательно,  $V(K)$  является убывающей по  $K$  функцией. Но так как  $V(0) = -\text{ЧИД}(0) < 0$ , так как, как рассматривалось выше, рассматриваются только эффективные проекты, то  $V(K)$  отрицательна  $\forall K > 0$ , т. е.  $\text{ИДП}' < 0$  (ИДП убывает по  $K$ ).

Так как ИДП убывает по  $K$ , то для увеличения рентабельности использования собственных средств компания должна стремиться договориться с кредитором о максимально возможном финансировании своего проекта.

*Примечание.* Полученный результат полностью соответствует широко известному в экономике принципу финансового рычага.

**4. Индуцированный срок окупаемости.** *Индуцированным сроком окупаемости (ИСО)* назовем продолжительность наименьшего периода, по истечении которого текущий счет компании становится и в дальнейшем остается неотрицательным:

$$s_c^\theta(K, t) \geq 0 \forall t \geq t.$$

Показатель ИСО является аналогом показателя дисконтированный срок окупаемости (ДСО), но с тем отличием, что новый показатель позволяет более строго оценить срок окупаемости проекта с учетом требуемой доходности. В отличие от ДСО показатель ИСО не предполагает необходимость оценивать денежные оттоки и поступления в течение функционирования проекта по одинаковой ставке (например, по требуемой норме доходности на капитал). Введенный показатель зависит от  $\theta$ ,  $\sigma$  и  $K$ . Таким образом, показатель ИСО позволяет более точно определять срок окупаемости проекта с учетом стоимости ресурсов для покупателя.

К недостаткам метода ИСО можно отнести недостатки, присущие ДСО показателю:

- не учитывается влияние денежных притоков последних лет, т. е. при увеличении доходов или при уменьшении расходов по проекту в долгосрочном плане расчетного периода срок окупаемости может не измениться (отсутствие монотонности показателя ИСО);

- не делается различия между накопленными денежными потоками и их распределением по годам;

- отсутствие свойства аддитивности, а именно дисконтированный срок окупаемости суммы совместной реализации проектов  $F$  и  $G$  не равен сумме дисконтированных сроков окупаемости отдельно проекта  $F$  и  $G$ .

Тем не менее, как и показатель ДСО, показатель ИСО предлагается широко использовать на практике не столько в качестве показателя эффективности проекта, а в качестве ограничительного условия (проекты с большими сроками окупаемости к реализации не рекомендуются).

### Заключение

Широко используемые на практике показатели экономической эффективности инвестиций ВНД, ЧДД, ИР, ИДДК, ДСО имеют свои сферы применения, обладают как достоинствами, так и недостатками. Предложенные в статье показатели экономической оценки инвестиций:

- применимы для любых инвестиционных проектов;
- обладают свойством монотонности, необходимым для экономической рациональности показателя;
- сохраняют полезные свойства показателей-аналогов;
- экономически более обоснованы.

### Литература

1. Хорн, Дж. К. ван. Основы управления финансами / Дж. К. ван Хорн. – М. : Финансы и статистика, 1996.
2. Виленский, П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов / П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк. – М. : Дело, 2001.
3. Ковалев, В. В. Методы оценки инвестиционных проектов / В. В. Ковалев. – М. : Финансы и статистика, 2001.
4. Беленький, В. З. К дискуссии о понятии «внутренняя норма доходности проекта» / В. З. Беленький // Моделирование механизмов функционирования экономики на современном этапе : сб. тр. – М. : ЦЭМИ РАН, 2000. – Вып. 4.
5. Ковалев, С. А. Проблемы применения методологии оценки инновационных рисков инновационных проектов научно-производственных структур / С. А. Ковалев, Н. А. Аймалетдинов // Вестн. экон. интеграции. – 2012. – № 5. – С. 74–80.

*Получено 02.11.2012 г.*