

## Определение показателей эффективности НИОКР

© 2009 Б.Д. Вертий

Российская академия предпринимательства

В статье рассмотрены прямые и косвенные показатели эффективности инвестиций в НИОКР и их применение для оценки экономической эффективности НИОКР. Уточнены особенности реализации НИОКР и исследованы показатели эффективности, учитывающие инвестиционную привлекательность проектов НИОКР.

**Ключевые слова:** НИОКР, инвестиционный процесс, оценка эффективности, чистый приведенный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости, рентабельность, ликвидность, курсовая стоимость.

Оценка экономической эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) является одним из наиболее ответственных этапов предынвестиционных исследований. Она включает в себя расчет и оценку прямых и косвенных показателей (см. рисунок)<sup>1</sup>. В частности, для реальных инвестиций проводится детальный анализ и интегральная оценка всей технико-экономической и финансовой информации.

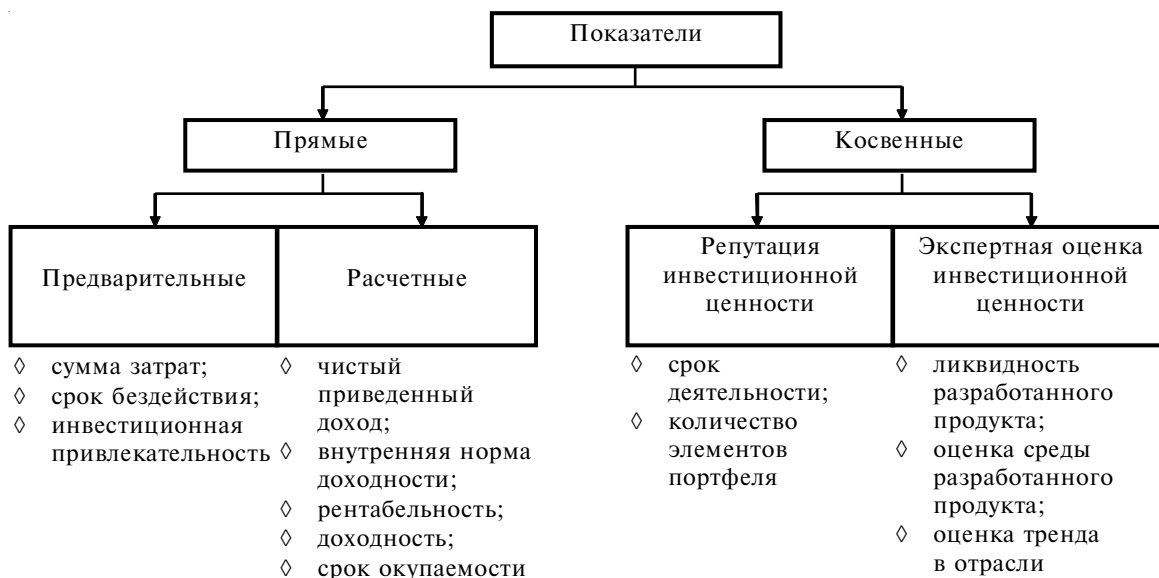
Методы оценки эффективности НИОКР основаны преимущественно на сравнении эффективности (прибыльности) инвестиций в различные инвестиционные ценности в зависимости от их весов. При этом в качестве возможных альтернатив вложениям средств в рассматриваемую инвестиционную ценность выступают инвестиции в наиболее надежные и наиболее ликвидные инвестиционные ценности.

Реализация проекта НИОКР, как и инвестиционного проекта, может быть представлена в виде двух взаимосвязанных процессов:

- вложение средств в НИОКР;
- получение доходов от вложенных средств.

Эти два процесса протекают последовательно и не могут протекать параллельно. Оба процесса имеют разные распределения интенсивности во времени, что в значительной степени определяет эффективность инвестиций. Кроме того, НИОКР реализуются годами, в течение которых осуществляются только вложения в проект.

Непосредственным объектом финансового анализа и определения экономической эффективности портфеля НИОКР являются прямые финансовые потоки (так называемые cash flow - потоки наличности), характеризующие оба эти процесса в виде суперпозиции (наложения), т.е. перед ее потенциальным инвестором и исполни-



**Рис.** Система показателей для оценки эффективности инвестиций в НИОКР

<sup>1</sup> См.: Жилкина А.Н. Управление финансами: Финансовый анализ предприятия. М., 2007. С. 138; Неудачин В.В. Реализация стратегии компании: Финансовый анализ и моделирование. М., 2006. С. 120.

телем представлена картина совокупных денежных потоков. В случае инвестиций в НИОКР интенсивность результирующего потока плате-

жей формируется как разность между интенсивностью (расходами в единицу времени) инвестиций и интенсивностью чистого дохода в первый или другие годы реализации разработанной продукции.

Под чистым доходом понимается доход, полученный в каждом временном интервале за вычетом всех платежей, связанных с его получением (текущими затратами на управление портфелем, налоги и т.д.).

$$ЧД = Д - Р, \quad (1)$$

где ЧД - чистый доход;

Д - доходы от инвестиционных ценностей, находящихся в портфеле;

Р - расходы, произведенные для получения дохода.

Оценка эффективности НИОКР может осуществляться с помощью вычисления совокупности прямых расчетных показателей или критериев эффективности инвестиционного портфеля. Эти показатели и методы их расчета будут рассмотрены ниже. Все они имеют одну важную особенность. Расходы и доходы, разнесенные по времени, приводятся к одному (базовому) моменту времени. Базовым моментом времени обычно является дата, определяемая исходя из характеристик инвестиционной ценности (для финансовых инвестиций - дата покупки финансового актива, для реальных - дата начала производства продукции, а для интеллектуальных - дата начала научной деятельности).

При выборе ставки дисконтирования ориентируются на существующий или ожидаемый усредненный уровень ссудного процента. Ставка дисконтирования, используемая в рыночной экономике, в значительной мере зависит от хозяйственной конъюнктуры, перспектив экономического развития страны, мирового хозяйства и является предметом серьезных исследований и прогнозов. Для расчета основных показателей, без которых оценить эффективность инвестирования в НИОКР не представляется возможным, в качестве базового момента приведения разновременных платежей, как правило, берется начальная дата формирования портфеля НИОКР.

Для оценки эффективности инвестиций в НИОКР можно применить следующие показатели, используемые для оценки эффективности производственных инвестиций: чистый приведенный доход, внутреннюю норму доходности, срок окупаемости вложений, рентабельность проекта и точка безубыточности, - а также используемые для оценки эффективности фондовых инвестиций: доходность к погашению, дивидендная ставка, ликвидность, динамика курсовой стоимости. Перечисленные показатели являются ре-

зультатами сопоставлений распределенных во времени инвестиций и затрат на НИОКР и организацию серийного производства с доходами, получаемыми в первые годы реализации разработанного продукта.

**Чистый приведенный доход.** В основе большинства методов определения экономической эффективности инвестиционных проектов в рыночной экономике лежит вычисление чистого приведенного дохода (net present value).

Чистый приведенный доход (NPV) представляет собой разность дисконтированных на один момент времени (обычно на год начала реализации проекта) показателей доходов и расходов (капитальных вложений).

Потоки доходов и капитальных вложений обычно представляются в виде единого потока - чистого потока платежей, равного разности текущих доходов и расходов. Но для проекта НИОКР эти потоки не могут быть текущими, так как они всегда разнесены по времени. Ориентиром при установлении нормы дисконтирования является ставка банковского процента или доходность вложений средств в ценные бумаги, а для проекта НИОКР еще необходимо учитывать и уровень инфляции в период его проведения. Существуют различные формулы для определения чистого приведенного дохода. Наиболее распространенной интерпретацией является следующий вид:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{P(t)}{(1+d)^t}, \quad (2)$$

где  $t$  - годы реализации инвестиционного проекта ( $t = 1, 2, 3, \dots, T$ );

$P(t)$  - чистый поток платежей (наличности) в году  $t$ ;

$d$  - ставка дисконтирования.

Однако, по нашему мнению, наиболее грамотной, с точки зрения инвестиционного анализа, является следующая интерпретация<sup>2</sup>:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{P(t)}{(1+d)^t} - I_0, \quad (3)$$

где  $I_0$  - вложение средств в проект НИОКР, приведенных к моменту реализации разработанного продукта.

Экономический смысл ставки дисконтирования для НИОКР следующий: ее величина соответствует минимально приемлемой для инвестора норме дохода на капитал (как правило, ставка привлечения депозитов в коммерческих банках) и динамике изменения инфляции в период реализации проекта.

<sup>2</sup> См.: Жилкина А.Н. Указ. соч. С. 138; Неудачин В.В. Указ. соч. С. 120.

Чистый поток платежей включает в себя в качестве доходов прибыль от реализации разработанного продукта и амортизационные отчисления, а в качестве расходов - инвестиции в НИОКР, воспроизводство выбывающих в период проведения НИОКР и производства разработанного продукта основных фондов, а также в создание и накопление оборотных средств. Влияние инвестиционных затрат и доходов от них на NPV можно представить в более наглядном виде, записав формулу (3) следующим образом:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P(t)}{(1+d)^t} - \sum_{t=0}^{t_c} \frac{N(t)}{(1+d)^t}, \quad (4)$$

где  $t_n$  - год начала производства продукции;

$t_c$  - год окончания НИОКР;

$N(t)$  - инвестиционные расходы (вложения в НИОКР) в году  $t$ .

Отметим, что для проектов НИОКР вместо годового интервала в этих формулах могут использоваться и меньшие временные интервалы, определяемые сроками выполнения этапов НИОКР - месяц, квартал, полугодие. Год начала производства разработанной продукции  $t_n$  не совпадает с годом окончания НИОКР. Случай  $t = t_n > t_c$  означает временную задержку производства разработанной продукции после завершения НИОКР, а случай  $t = t_n < t_c$ , означающий запуск производства до завершения НИОКР, практически исключен.

**Внутренняя норма доходности.** Внутренняя норма доходности (англ. internal rate of return - *IRR*) - показатель, позволяющий оценить степень привлекательности альтернативного размещения ресурсов. Экономический смысл этого показателя можно пояснить следующим образом. В качестве альтернативы вложениям финансовых средств в инвестиционный проект рассматривается помещение тех же средств (также распределенных по времени вложения) под некоторый банковский процент. Распределенные во времени доходы, получаемые от реализации инвестиционного проекта, также помещаются на депозитный счет в банке под тот же процент. При ставке ссудного процента, равной внутренней норме доходности, инвестирование финансовых средств в проект даст в итоге тот же суммарный доход, что и помещение их в банк на депозитный счет.

Но для проекта НИОКР еще необходимо учитывать уровень инфляции в период его проведения в ставке ссудного процента.

Если уточненная ставка ссудного процента меньше внутренней нормы доходности проекта, то инвестирование средств в него выгодно, и

наоборот. Следовательно, *IRR* может являться граничной ставкой уточненного ссудного процента, разделяющей эффективные и неэффективные проекты НИОКР.

Из сказанного следует, что уровень *IRR* полностью определяется внутренними данными, характеризующими проект НИОКР.

Методика определения внутренней нормы доходности зависит от конкретных особенностей распределения доходов от реализации разработанного продукта и самих инвестиций в НИОКР. В общем случае, когда инвестиции и отдача от них задаются в виде потока платежей, *IRR* определяется как решение следующего уравнения относительно неизвестной величины  $d^*$ :

$$\sum_{t=0}^T \frac{P(t)}{(1+d)^t} = 0, \quad (5)$$

где  $d^* = IRR$  - внутренняя норма доходности, соответствующая потоку платежей  $P(t)$ .

Уравнение (4) эквивалентно алгебраическому уравнению степени  $T$  и обычно решается методом последовательных приближений.

Ясно, что величина *IRR* зависит не только от соотношения суммарных вложений в НИОКР и доходов от реализации разработанного продукта, но и от их распределения во времени. Чем больше растянут во времени процесс получения доходов в результате сделанных вложений, тем ниже значение внутренней нормы доходности.

Как правило, существует единственное значение *IRR*. Однако на практике могут встречаться более сложные случаи, когда это уравнение имеет несколько положительных корней. Это может, например, произойти, когда уже после первоначальных инвестиций в производство разработанного продукта возникает необходимость проведения НИОКР по модернизации его или технологического цикла его производства. В последнем случае следует руководствоваться наименьшим значением из полученных решений.

**Срок окупаемости инвестиций.** Срок окупаемости (payback method) - это один из наиболее часто применяемых показателей, особенно для предварительной оценки эффективности инвестиций. Срок окупаемости определяется как период времени, в течение которого инвестиции будут возвращены за счет доходов, полученных от реализации проекта НИОКР. Более точно под сроком окупаемости понимается продолжительность периода, в течение которого сумма чистых доходов, дисконтированных на момент завершения инвестиций, равна сумме инвестиций в НИОКР.

Для определения срока окупаемости можно воспользоваться формулой (4), видоизменив ее

соответствующим образом. Левую часть этой формулы приравняем к нулю и будем полагать, что все инвестиции сделаны в момент окончания НИОКР. Тогда неизвестная величина  $h$  периода с момента окончания НИОКР, удовлетворяющая этим условиям, и будет сроком окупаемости инвестиций. Уравнение для определения срока окупаемости можно записать в виде:

$$\sum_{t=0}^T \frac{P(t)}{(1+d^*)^t} = N, \quad (6)$$

где  $N$  - суммарные вложения в проект НИОКР.

Заметим, что в этом уравнении  $t = 0$  соответствует моменту окончания НИОКР. Величина  $h$ , рассматриваемая как номер интервала срока окупаемости, определяется путем последовательного суммирования членов ряда дисконтированных доходов до тех пор, пока не будет получена сумма, равная объему инвестиций в НИОКР или превышающая его. Обозначим совокупный доход на момент времени  $m$  через  $S_m$ , тогда

$$S_m = \sum_{t=0}^m \frac{P(t)}{(1+d)},$$

причем момент времени  $m$  выбран таким образом, что:

$$S_m < N < S_{m+1}.$$

Тогда срок окупаемости приблизительно равен:

$$h = m + \frac{N - S_m}{P(m) + 1} \cdot (1+d)^{m+1}.$$

Очевидно, что на величину срока окупаемости, помимо интенсивности поступления доходов, существенное влияние оказывает используемая норма дисконтирования доходов. Естественно, что наименьший срок окупаемости соответствует отсутствию дисконтирования доходов, монотонно возрастая по мере увеличения ставки процента.

На практике могут встретиться случаи, когда срок окупаемости инвестиций не существует (или равен бесконечности). При отсутствии дисконтирования эта ситуация возникает, только если срок окупаемости больше периода получения доходов от производственной деятельности. При дисконтировании доходов срок окупаемости может просто не существовать (стремиться к бесконечности) при определенных соотношениях между инвестициями, доходами и нормой дисконтирования. Определим срок окупаемости проекта НИОКР для случая, когда поток платежей

является постоянной величиной. Для этого предположим, что  $P(t) = P = const$ . Тогда сумма

$$S_h = \sum_{t=0}^h \frac{1}{(1+d)^t}$$

является суммой членов геометрической прогрессии.

При  $h \rightarrow \infty$  эта сумма равна

Очевидно, при любом конечном  $h$   $S_h < S$ . Отсюда следует, что необходимым условием существования конечного срока окупаемости  $h$  является выполнение неравенства

$$P \cdot \frac{1+d}{d} > N,$$

что эквивалентно

$$\frac{P}{N} > \frac{d}{1+d}.$$

Данное неравенство можно использовать для оценки существования срока окупаемости реальных проектов, если интенсивность поступления доходов можно аппроксимировать некоторой средней величиной, постоянной в течение всего периода производства разработанного продукта.

Заметим, что при определении срока окупаемости инвестиций в НИОКР последние не подвергались дисконтированию, а просто суммировались. Иногда полезно определять срок окупаемости инвестиций, осуществляя их приведение к моменту окончания НИОКР, наряду с доходами по той же уточненной процентной ставке.

В данном случае при норме дисконтирования, равной внутренней норме доходности, срок окупаемости инвестиций равен производственному периоду, в течение которого доходы от производственной деятельности положительны. Таким образом, IRR является предельной нормой дисконтирования, при которой срок окупаемости существует. Она может быть также ориентиром при оценке предельного значения нормы дисконтирования, соответствующей существованию срока окупаемости, и в случае отсутствия дисконтирования инвестиций.

Основной недостаток срока окупаемости как показателя эффективности вложений в НИОКР заключается в том, что он не учитывает весь период проведения НИОКР и функционирования производства и, следовательно, на него не влияют первоначальные вложения и доходы, которые будут получены за пределами срока окупаемости. Такая мера, как срок окупаемости, должна использоваться не в качестве критерия вы-

$$S = \frac{1+d}{d}$$

бора проекта НИОКР, а лишь в виде ограничения при принятии решения. Это означает, что если срок окупаемости больше некоторого принятого граничного значения, то проект НИОКР исключается из рассмотрения.

**Рентабельность проекта.** Показатель рентабельности (benefit-cost ratio), или индекс доходности (profitability index) проекта НИОКР, представляет собой отношение приведенных доходов от реализации разработанного продукта к приведенным на ту же дату расходам на НИОКР. Используя те же обозначения, получим формулу рентабельности ( $R$ ) в виде

$$R = \frac{\sum_{t=t_n}^T \frac{P(t)}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^{t_c} \frac{N(t)}{(1+d)^t}}$$

Как видно из вышеприведенной формулы, в ней сравниваются две части приведенного чистого дохода - доходная и инвестиционная. Если при некоторой норме дисконтирования  $d^*$  рентабельность проекта НИОКР равна единице, это означает, что приведенные доходы равны приведенным инвестиционным расходам и чистый приведенный доход равен нулю. Следовательно,  $d^*$  является внутренней нормой доходности проекта. При норме дисконтирования, меньшей  $IRR$ , рентабельность больше единицы.

Таким образом, превышение над единицей рентабельности проекта означает некоторую его дополнительную доходность при рассматриваемой ставке процента. Случай, когда рентабельность проекта меньше единицы, означает его неэффективность при данной ставке процента.

**Доходность к погашению.** Доходность к погашению - один из основных показателей для оценки привлекательности той или иной ценной бумаги. Расчет его состоит в исчислении суммы дохода, приходящегося на денежную единицу вложенных средств. Это позволяет оценить эффективность инвестиций и сравнить различные бумаги между собой<sup>3</sup>. Доходность к погашению рассчитывается как отношение дохода, выплачиваемого по ценной бумаге, к стоимости ее приобретения

$$R = \frac{P_r - P_b}{P_b}$$

где  $R$  - доходность к погашению;

$P_r$  (price of return) - цена погашения ценной бумаги;

<sup>3</sup> См.: Жилкина А.Н. Указ. соч. С. 138; Неудачин В.В. Указ. соч. С. 120.

$P_b$  (price of buying) - цена приобретения ценной бумаги.

Применительно к проектам НИОКР целесообразно представить доходность к погашению в том же виде,

где  $R$  - доходность реализации интеллектуальных наработок;

$P_r$  - цена реализации интеллектуальных наработок на конкретном этапе НИОКР;

$P_b$  - затраты на создание интеллектуальных наработок на конкретном этапе НИОКР.

Таким образом в любой момент времени можно измерить текущую стоимость и доходность проекта НИОКР.

**Ликвидность.** Как и любая инвестиционная ценность, каждая ценная бумага имеет определенную цену в каждый момент времени, т.е. текущую стоимость. Эта стоимость зависит от многих параметров, но практически всегда она опосредованно отражает ситуацию на предприятии. Таким образом, в связи с понятием стоимости и текущей цены бумаг возникло понятие ликвидности. Ликвидность ценной бумаги отражает уровень потерь при реализации ценной бумаги немедленно. Поэтому ликвидность может быть измерена как соотношение цены спроса и цены предложения, причем, чем меньше эта разница, тем ликвиднее бумага и наоборот. В этом случае ликвидность равна:

$$L_{ЦБ} = \frac{P_d}{P_{of}}$$

где  $L_{ЦБ}$  - ликвидность ценной бумаги;

$P_d$  - demand price - текущая цена спроса;

$P_{of}$  - offer price - текущая цена предложения.

Вполне закономерно, что могут существовать и другие формулы для определения ликвидности, но экономический смысл ликвидности от этого не изменится.

Применительно к проектам НИОКР ликвидность можно представить в том же виде,

где  $L_{ЦБ}$  - ликвидность интеллектуальных наработок;

$P_d$  - текущая цена спроса на интеллектуальные наработки;

$P_{of}$  - текущая цена предложения на интеллектуальные наработки.

**Динамика курсовой стоимости.** Каждая ценная бумага имеет определенную курсовую стоимость на биржевом или внебиржевом рынке. Курсовая стоимость отражает реальную стоимость ценной бумаги, поэтому она может отличаться от номинальной во много раз. Динамика курсовой стоимости показывает, как меняются предпочтения участников рынка ценных бумаг по отношению к конкретной бумаге. Если курсовая

стоимость колеблется вместе с колебаниями фондовых индексов, то бумага имеет среднюю надежность, в случае понижительной тенденции в изменении курсовой стоимости следует ожидать неблагоприятных известий. В случае, если курсовая стоимость бумаги растет, можно сделать вывод о ее инвестиционной привлекательности.

Существуют различные модели и методы прогноза курсовой стоимости акций, в соответствии с которыми можно с определенной степенью уверенности прогнозировать изменения стоимости акций, в частности фундаментальный и технический анализ. Однако, как и любой прогноз, результаты прогноза курсовой стоимости

могут быть недостоверными, потому что на рынок оказывает влияние слишком много факторов. Таким образом, после анализа основных показателей инвестиционных программ одна или несколько из этих программ выбираются для осуществления.

Применительно к проектам НИОКР динамика курсовой стоимости интеллектуальных разработок будет отражать изменение инвестиционной привлекательности проекта по мере выполнения его этапов и приближения к созданию конечного продукта. Положительная динамика означает усиление инвестиционной привлекательности к создаваемому продукту в НИОКР и последующему внедрению его в производство.

*Поступила в редакцию 08.09.2009 г.*