

УДК 330.332.011

**Е. В. Трейтьякова** (treytiakova@yandex.ru),  
старший преподаватель  
Гомельского государственного технического  
университета имени П. О. Сухого

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Одним из важных вопросов управления инвестиционной деятельностью является разработка эффективной методики оценки уровня экономической надежности инвестиционных проектов. В статье обоснована необходимость комплексной оценки надежности инвестиционных проектов. Представлена группировка рисков по стадиям реализации инвестиционного проекта. Рассмотрены и апробированы на условном примере методы количественной оценки уровня надежности проекта.

One of the crucial issues in managing investment activities is designing an effective estimating method of economic accountability of investment projects. The article proves the relevancy of comprehensive estimation of investment projects accountability. The risks at the stages of investment projects implementation are grouped. The methods of quantitative estimation of investment projects accountability are defined and described by way of illustrative example.

**Ключевые слова:** инвестирование; инвестиционный проект; надежность; методы оценки.

**Key words:** investment; investment project; accountability; estimation methods.

### Введение

*В условиях реализации инвестиционного проекта необходимо четко осознавать, что в настоящее время инвестиционная деятельность осуществляется в условиях неопределенности, опасности того, что цели, поставленные в проекте, могут быть достигнуты частично. Неопределенность – это осознание недостатка знаний о текущих событиях или будущих возможностях. Это обычные условия для экономики [1]. Неопределенность сопряжена с риском принятия решений, осуществления действий на всех уровнях экономической системы. Риск – это деятельность связанная с преодолением неопределенности. Учитывая экономическое содержание таких негативных последствий, следует в отношении инвестиционной деятельности рассматривать более узкую категорию «риск проекта».*

*Риск проекта – это события, имеющие вероятностный характер, которые могут создать угрозу целям проекта за счет ухудшения условий работы и которые необходимо учитывать, чтобы их уменьшить [2]. Такие события называют рисковыми. На появление рисков событий влияют определенные факторы. Эти факторы риска создают рисковые ситуации.*

*В течение срока реализации проекта может произойти множество событий, в результате которых реальные финансовые потоки инвестиционного проекта, возможно, будут сильно отличаться от «заложённых» в расчетной модели финансовых потоков, а показатели окупаемости и прибыльности проекта, как следствие, не будут соответствовать запланированным. Неопределенность условий вызвана рядом факторов микро- и макроуровня, которые можно сгруппировать следующим образом:*

- политические;
- организационные;
- технические;
- финансово-экономические (риск рыночной конъюнктуры);
- социальные;
- экологические.

*В настоящее время в научных работах авторы рассматривают взаимосвязь рисков и надежности как взаимно противоположные события [3; 4]. Увеличение надежности проекта, в определенной мере, является следствием уменьшения рисков, а под надежными мероприятиями понимают процедуры управления рисками.*

*Экономическая надежность проекта – это вероятность того, что показатели проекта окажутся в пределах допустимых проектных параметров. При выходе за пределы параметров проект будет считаться ненадежным, т. е. попадет в зону критического риска.*

*Риски основаны на несоответствии, противоречии состояния факторов при реализации проекта, которые должны быть своевременно выявлены.*

*В результате становится очевидной необходимость разработки инструментов управления экономической надежностью инвестиционных проектов.*

В условиях современных экономических реалий инвестиционно-активным предприятиям требуется оптимальный подход в анализе надежности проекта на каждой стадии его реализации. Для каждого инвестиционного проекта характерны следующие стадии:

- подготовительная – выполнение всего комплекса работ, необходимых для начала реализации проекта;
- строительная – возведение необходимых зданий и сооружений, закупка и монтаж оборудования;
- стадия функционирования – вывод проекта на полную мощность и получение прибыли.

Это предполагает, что анализ надежности (безрисковости) проекта должен базироваться на оценке потерь или тяжести их последствий по каждой стадии реализации проекта.

Анализ надежности проекта включает две задачи:

- определение перечня возможных рисков;
- количественную оценку уровня надежности проекта.

По характеру воздействия при реализации инвестиционного проекта риски делятся на простые и составные. Простые риски определяются полным перечнем непересекающихся событий, т. е. каждое из них рассматривается как не зависящее от других. Составные риски являются композицией простых, каждый из которых в композиции рассматривается как простой риск. Перечень простых рисков по каждой стадии инвестиционного проекта представлен в таблице 1.

**Таблица 1 – Группировка простых рисков по стадиям инвестиционного проекта**

Стадии проекта	Простые риски
Подготовительная	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удаленность от инженерных сетей.</li> <li>2. Отношение местных властей.</li> <li>3. Доступность подрядчиков на месте</li> </ol>
Строительная	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Платежеспособность заказчика.</li> <li>2. Непредвиденные затраты, в том числе из-за инфляции.</li> <li>3. Недостатки проектно-изыскательских работ.</li> <li>4. Несвоевременная поставка комплектующих.</li> <li>5. Несвоевременная подготовка служащих и рабочих.</li> <li>6. Недобросовестность подрядчика</li> </ol>
Функционирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Финансово-экономические (неустойчивость спроса, появление альтернативного продукта, рост налогов, неплатежеспособность потребителей и т. п.).</li> <li>2. Социальные (трудности с набором квалифицированной рабочей силы, угроза забастовки, отношение местных властей и т. п.).</li> <li>3. Технические (нестабильность качества сырья и материалов, отсутствие резерва мощности, недостаточная надежность технологии и т. п.).</li> <li>4. Экологические (вероятность залповых выбросов, вредность производства)</li> </ol>

Количественная оценка позволяет установить степень риска, допустимую в конкретной ситуации. Следовательно, количественная оценка означает определение затрат, связанных с различными видами риска, установленными на этапе идентификации. На этом этапе оцениваются наиболее значимые факторы риска, влияющие на показатели эффективности инвестиционного проекта.

Существуют несколько основных методик проведения подобного анализа: учет рисков в ставке дисконтирования, учет критических точек, анализ чувствительности, анализ влияния комплекса факторов (сценарный анализ) и имитационное моделирование (метод Монте-Карло). Значения результативных показателей, рассчитанных с учетом риска и неопределенности, с использованием любого из методов, являются ожидаемыми, а не гарантированными для участников инвестиционного проекта.

Наиболее перспективными для практического использования являются методы сценарного анализа и имитационного моделирования, которые могут быть дополнены другими методами повышения надежности результатов проводимых расчетов. В качестве дополнительного инструмента целесообразней всего использовать методы количественной оценки надежности инвестиционного проекта: анализ чувствительности, вариационный и дисперсионный анализ.

Анализ чувствительности позволяет оценить потенциальное воздействие риска на эффективность проекта. Не измеряя риска, анализ чувствительности отвечает на вопрос, насколько сильно каждый конкретный параметр инвестиционного проекта может измениться в неблагоприятную сторону, прежде чем это повлияет на решение о выгодности проекта. Недостатком данного метода является предпосылка о том, что изменение одного фактора рассматривается изолированно, тогда как на практике все экономические факторы в определенной степени коррелированы.

Вариационный и дисперсионный виды анализа являются объективными статистическими методами оценки риска, требуют большого объема информации, которая может быть обработана с использованием современных программных продуктов.

Анализ чувствительности определяет предельные величины неблагоприятных колебаний по отдельным стадиям финансовых потоков, при которых инвестиционный проект остается безубыточным. В таблице 2 приведены основные факторы риска, по которым проводится анализ чувствительности.

Таблица 2 – Основные факторы риска для анализа чувствительности инвестиционного проекта

Фактор риска	Результат фактора риска на финансовые потоки проекта
Повышение цены на покупаемое оборудование (неблагоприятные изменения конъюнктуры рынка инвестиционных (капитальных) ресурсов)	Увеличение финансовых расходов по статье «Капитальные затраты»
Снижение цен на реализуемую продукцию, планируемую к производству на объекте капитального строительства (неблагоприятные изменения рынка готовой продукции)	Уменьшение финансовых поступлений по статье «Валовые поступления от реализации продукции»
Повышение стоимости покупаемых материалов для производства продукции на объекте капитального строительства (неблагоприятные изменения рынка материальных ресурсов)	Увеличение финансовых расходов по статье «Текущие расходы денежных средств»
Увеличение тарифов на электроэнергию	Увеличение финансовых расходов по статье «Текущие расходы денежных средств»
Повышение заработной платы	Увеличение финансовых расходов по статьям «Капитальные затраты», «Строительно-монтажные работы», «Текущие расходы денежных средств»

При классическом анализе чувствительности производится расчет предельных отклонений при наступлении одного из факторов риска, при этом все остальные параметры модели финансовых потоков предполагаются неизменными.

Приведем упрощенный пример анализа чувствительности инвестиционного проекта на основе исходных данных таблицы 3.

Таблица 3 – Финансовые средства по инвестиционному проекту, млн р.

Показатели	Годы		
	2015	2016	2017
1. Капитальные затраты по инвестиционному проекту всего	700	120	50
В том числе покупка оборудования	300	0	0
2. Валовые поступления от реализации от реализации продукции (ожидаемые) всего	50	10 000	15 000
В том числе:			
от продукта А (по цене 4 000 р.)	0	2 000	4 000
от продукта Б (по цене 2 000 р.)	50	8 000	11 000
3. Текущие расходы (в том числе себестоимость, общехозяйственные расходы)	45	8 625	11 890
4. Чистые финансовые потоки (стр. 2 – стр. 1 – стр. 3)	–695	1 255	3 060
5. Дисконт (при ставке дисконтирования 16%)	1	1,16	1,3456
6. Чистые дисконтированные потоки (стр. 4 : стр. 5)	–695	1082	2 274
7. Чистая текущая стоимость (накопленные чистые дисконтированные потоки)	–695	$1\,082 + (-695) = 387$	$2\,274 + 387 = 2\,661$

Предположим возможное снижение рыночных цен на продукт *Б*. Основой проведения анализа чувствительности является расчетная модель финансовых потоков.

Обозначим величину снижения цены реализации единицы продукции *Б* через *X*. Тогда ожидаемые денежные поступления от реализации продукта *Б* за 2016 и 2017 годы составили:

$$ОДП \approx 8\,000 \cdot X + 11\,000 \cdot X,$$

где  $8\,000 \cdot X$  – уменьшение финансовых поступлений за 2016 год реализации проекта;  
 $11\,000 \cdot X$  – уменьшение финансовых поступлений за 2017 год реализации проекта.

Дисконтируя данные величины, получим величину снижения чистой текущей стоимости:

$$ЧТС = 8\,000 \cdot X : 1,16 + 11\,000 \cdot X : 1,3456 = 15\,072X.$$

При предельном снижении цен показатель *ЧТС* становится равным 0, т. е. его уменьшение равно 2 661 млн р.

$$ЧТС = 2\,661 = 15\,072X,$$

откуда  $X = 0,18$  р. при расчетной цене продукции *Б* 2 000 р. (см. таблицу 3).

Следовательно при возможном снижении рыночных цен реализации продукта *Б* в пределах 0,18 р. (на 0,9% от базовой величины) проект остается безубыточным.

Можно проводить усложненный анализ чувствительности по двум и более факторам риска. Так, например можно рассчитать предельное снижение цен реализации продукта *Б* в случае, когда одновременно повышается стоимость закупаемого оборудования (т. е. увеличиваются капитальные затраты) на первом году реализации проекта на 100 млн р. (причины роста стоимости следует предусмотреть со стороны экономических факторов (снижение поставок на рынок), технических (модернизация оборудования), политических (введение таможенных пошлин). Общее падение показателя чистой текущей стоимости останется в размере 2 661 млн р.

Формула расчета примет следующий вид:

$$ЧТС = 2\,661 = 100 + 15\,072X,$$

тогда

$$X = \frac{2\,661 - 100}{15\,072} = 0,17 \text{ р. за единицу.}$$

Наблюдается снижение цены реализации на 0,85% от базового уровня.

Как видно из расчетов, более существенное влияние на финансовые потоки оказывает фактор риска колебания цен на производимую продукцию, чем уровень капитальных затрат (0,9% – 0,85% = 0,05%).

Для оценки надежности инвестиционного проекта не менее важное значение имеет вероятность наступления фактора данного риска.

Распределение риска рассматривается с помощью методов *вариационного и дисперсионного анализа* на основе теории вероятности. Для оценки распределения инвестиционного риска эти методы анализа следует применять в комплексе.

Вариационный анализ основывается на ожидаемых величинах (ожидаемые валовые поступления, ожидаемая чистая текущая стоимость, ожидаемая цена единицы продукции и т. д.)

Ожидаемая величина рассчитывается по формуле

$$OB = B_1 \cdot K_1 + B_2 \cdot K_2 + \dots + B_n \cdot K_n,$$

где *OB* – ожидаемая величина;

$B_1, B_2, B_n$  – величины при каждом из возможных вариантов (возможных событий);

$K_1, K_2, K_n$  – вероятность наступления возможных событий ( $\sum_{i=1}^n K_n = 1$ ).

Так могут рассчитываться ожидаемые величины по отдельным статьям финансовых потоков.

Вероятность наступления того или иного варианта определяются экспертным путем, исходя из знания конкретной ситуации на отдельном рынке.

Предположим, возвращаясь к прогнозу уровня цен на продукт *Б*, что существуют три основные сценария развития событий:

- Сохранение стабильной конъюнктуры рынка. Уровень цен остается на текущей планке в 2 000 р. за единицу. Вероятность данного сценария оценивается в 70%.
- Изменение налоговой ставки на продукт *Б* на 50%, вследствие чего цена продукта снизится до 1 800 р. за единицу. Данный вариант оценивается вероятностью 10%.
- Увеличение емкости рынка и, как следствие, рост рыночной цены реализации до 2 100 р. за единицу. Этот вариант прогнозируется с вероятностью 20%.

Тогда ожидаемый уровень цен реализации продукта *Б* составит:

$$2\,000 \cdot 0,7 + 1\,800 \cdot 0,1 + 2\,100 \cdot 0,2 = 2\,000 \text{ р. за единицу.}$$

Эта цифра присутствует в расчетной модели финансовых потоков.

Таким образом, анализ чувствительности чистой текущей стоимости оценивает надежность инвестиционного проекта в контексте предельно допустимых колебаний отдельных статей финансовых потоков вследствие наступления того или иного фактора риска.

Вариационный анализ учитывает вероятности наступления возможных факторов риска. Однако вариационный анализ учитывает при расчете ожидаемых величин вероятности того или иного сценария, но не учитывает степень распределения вероятностей от среднеожидаемой величины.

Рассмотрим на примере важность степени распределения вероятностей как одного из факторов надежности. Зададим другой вариант уровня цен с той же самой среднеожидаемой величиной:

- сохранение цены на текущем уровне 2 000 р. за единицу (вероятность 20%);
- повышение цены реализации до 3 000 р. (вероятность 40%);
- снижение цены реализации до 1 000 р. (вероятность 40%).

Ожидаемый уровень цен реализации продукта *Б* в этом случае составляет 2 000 р. за единицу:

$$2\,000 \cdot 0,2 + 3\,000 \cdot 0,4 + 1\,000 \cdot 0,4 = 2\,000 \text{ р.}$$

Вполне очевидно, что в плане предпочтительным является первый проект уровня цен. В качестве доказательства можно использовать результат дисперсионного анализа, который позволяет определить распределение вероятностей возможных сценариев развития событий. Формула дисперсии (среднеквадратичного отклонения) учитывает вероятность того или иного сценария и степень отклонений вероятностей от средней (ожидаемой) величины. Чем меньше коэффициент дисперсии, тем более надежным представляется инвестиционный проект для инвестора. Обязательным предварительным этапом дисперсионного анализа является вариационный анализ.

Дисперсия рассчитывается по следующей формуле:

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^n ((OB - OB_i)^2 \cdot K_i) : \sum K_i}.$$

где  $D$  – коэффициент дисперсии;

$n$  – число прогнозируемых сценариев;

$OB$  – средняя (ожидаемая) величина финансового показателя;

$OB_i$  – величина финансового показателя при наступлении  $i$ -го сценария;

$\sum K_i$  – сумма вероятностей всех сценариев (равна 1).

Так как сумма вероятностей сценариев равна 1, то в сочетании с вариационным анализом формула дисперсии принимает вид:

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^n ((OB - OB_i)^2 \cdot K_i)}.$$



Для двух случаев прогноза цен на продукт  $B$  с одинаковой среднеожидаемой величиной 2 000 р. за единицу коэффициенты дисперсии будут следующие:

Для случая 1:

$$D = \sqrt{(2000 - 2000)^2 \cdot 0,7 + (2000 - 1800)^2 \cdot 0,1 + (2000 - 2100)^2 \cdot 0,2} = 77,46.$$

Среднее отклонение от ожидаемой цены в 2 000 р. составляет 77,46 р., или 3,87%.

Для случая 2:

$$D = \sqrt{(2000 - 2000)^2 \cdot 0,2 + (3000 - 2000)^2 \cdot 0,4 + (1000 - 2000)^2 \cdot 0,4} = 894,42.$$

Среднее отклонение от ожидаемой величины в 2 000 р. составляет 894,42 р., или 44,72%.

### Заключение

Говоря о методах анализа безрисковости инвестиций, следует отметить, что рассмотренные методы являются взаимосвязанными при проведении комплексной оценки надежности проекта.

На первой стадии комплексной оценки надежности проекта объектом анализа являются отдельно взятые риски. Сначала специфицируется взаимосвязь «фактор риска – эффект на отдельные финансовые потоки проекта». Затем по каждому фактору риска (и, соответственно, сопряженным с данным фактором риска финансовым потокам) проводятся:

- анализ чувствительности, определяющий предельно допустимые границы отклонений финансовых потоков по отдельному фактору риска;
- вариационный и дисперсионный виды анализа, определяющие распределение вероятностей различных количественных отклонений финансовых потоков по данному фактору риска и среднеожидаемую величину финансовых потоков, принимаемую в качестве расчетной.

На второй стадии комплексной оценки происходит агрегирование результатов расчетов, сделанных на первой стадии. Итогом этой стадии является сводная оценка риска проекта по трем агрегированным направлениям: «Капитальные затраты», «Валовые поступления», «Текущие расходы денежных средств».

На третьей стадии анализа делается общий вывод о степени надежности проекта в контексте вероятности различных по своей количественной величине неблагоприятных отклонений конечных финансовых результатов проекта: чистых финансовых потоков и чистой текущей стоимости.

Использование метода «от частного к общему» при проведении комплексного анализа надежности позволяет получить количественную оценку конечных финансовых результатов проекта на основе количественной оценки риска по отдельным финансовым потокам (факторам конечных финансовых результатов).

### Список использованной литературы

1. **Экономика.** Толковый словарь / Дж. Блэк ; под общ. ред. И. М. Осадчей. – М. : ИНФРА-М : Весь Мир, 2000.
2. **Узбекова, З. К.** Комплексная оценка надежности в инвестиционном анализе / З. К. Узбекова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.e-rej.ru/Articles/2010/Uzbekova.pdf>. – Дата доступа : 27.12.2016.
3. **Иванов, С. В.** Анализ понятийного аппарата управления надежностью строительных рисков / С. В. Иванов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/fc9/fc9a3dd6f840b357d6822a19f956ef5c.pdf>. – Дата доступа : 27.12.2016.
4. **Кабанов, В. Н.** Методология оценки надежности промышленной организации / В. Н. Кабанов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://info.e-c-m.ru/magazine/69/eau\\_69\\_127.htm](http://info.e-c-m.ru/magazine/69/eau_69_127.htm). – Дата доступа : 27.12.2016.