

УДК 330.44 : 338.26

ОЦЕНКА РИСКА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТА

С.В. Кузина¹, П.К. Кузин²

¹Тверской государственной университет, г. Тверь

¹Тверской государственной технический университет, г. Тверь

В статье рассмотрено практическое использование метода анализа чувствительности проекта для оценки риска инновационного проекта. Риск инновационного проекта оценивается по критическим отклонениям ключевых факторных показателей от их номинального значения, возникающих при инвестировании в производство инновационных товаров и освоения инновационных технологий. Приведен пример оценки риска инновационного проекта методом анализа чувствительности с использованием возможностей пакета прикладных программ Project Expert.

***Ключевые слова:** инновационный проект, проектный риск, анализ чувствительности, коэффициенты эластичности.*

Риск в инновационной деятельности в общем виде можно определить как возможность потерь, возникающих при вложении организацией средств в производство новых товаров и оказание новых услуг, разработку новой техники и технологий, которые, возможно, не найдут ожидаемого спроса на рынке, а также при вложении средств в разработку управленческих инноваций, которые не принесут ожидаемого эффекта [1, 2].

В данной статье рассматривается применение анализа чувствительности проекта к изменению факторов, влияющих на его эффективность, для оценки рисков, поэтому под понятием «инновационный риск» мы будем понимать влияние неопределенности на цели инновационного проекта [5]. При этом наиболее важным является определение критических значений основных факторных параметров инновационного проекта, при достижении которых потери могут превысить некоторый заданный уровень.

Основной задачей использования метода анализа чувствительности проекта является оценка влияния основных факторных (эндогенных и экзогенных) параметров инновационного проекта на его результативные показатели эффективности. В процессе осуществления этого анализа можно, последовательно изменяя возможные значения варьируемых факторных показателей, определить диапазон изменения выбранного для оценки риска проекта показателя его эффективности, а также критические значения факторных показателей рассматриваемого проекта, при которых

ставится под сомнение целесообразность его осуществления. Чем выше степень зависимости показателя эффективности проекта от отдельных факторных показателей, тем более рисковым считается инновационный проект по результатам анализа чувствительности.

Анализ чувствительности проекта в процессе оценки степени его риска включает в себя следующие основные этапы:

1. Выбор для анализа показателя эффективности проекта. Анализ может быть проведен по любому из интегральных показателей его эффективности – чистому приведенному доходу, индексу доходности, индексу рентабельности, периоду окупаемости, внутренней норме рентабельности. Вместе с тем, как отмечалось выше, приоритет в таком выборе следует отдавать показателям чистого приведенного дохода или внутренней норме рентабельности.

2. Выбор для анализа системы основных факторных показателей, оказывающих влияние на возможное изменение избранного показателя эффективности проекта. Так как практически все показатели оценки эффективности инновационного проекта построены на сопоставлении объема инвестиционных затрат и суммы чистого денежного потока, при выборе факторных показателей следует обратить внимание на те из них, которые оказывают наибольшее влияние на значение выбранного показателя эффективности.

Систему основных факторных показателей условно можно разделить на две группы:

I. Показатели, влияющие на формирование инвестиционных затрат:

- цены на приобретаемое оборудование и комплектующие;
- сметная стоимость строительно-монтажных и других подготовительных работ;
- продолжительность подготовительного этапа проекта;
- стоимость привлекаемых инвестиционных ресурсов.

II. Показатели, влияющие на формирование суммы чистого денежного потока:

- объём реализации продукции в натуральном выражении;
- уровень цен на продукцию;
- уровень налоговых платежей;
- темпы инфляционных издержек.

3. Построение многофакторной математической модели для расчета влияния каждого из факторных показателей на выбранный показатель эффективности проекта. Такая модель может быть построена с использованием Excel или специализированного пакета прикладных программ Project Expert. При наличии статистической информации о работе предприятия в предшествующие периоды или о работе аналогичных предприятий возможно построение регрессионных многофакторных моделей методами математической

статистики [3].

4. Определение периода осуществления расчетов. Анализ чувствительности проекта может проводиться как по любому из этапов реализации инновационного проекта, так и по всему периоду реализации проекта (горизонту планирования). Обычно для анализа избирается второй вариант анализируемого периода, если информационная база анализа позволяет прогнозировать возможные изменения отдельных факторных показателей на время полной реализации проекта.

5. Установление базовых значений факторных показателей. Исходя из выбранных базовых значений факторных показателей, рассчитывается базовое (расчетное) значение выбранного показателя эффективности проекта. Система таких базовых значений всех исходных (факторных) показателей содержится в проектном обосновании (в соответствующих его разделах: производственном, маркетинговом, финансовом и др.).

6. Определение возможного диапазона изменения каждого исходного (факторного) показателя в ходе реализации проекта. В процессе этого этапа анализа определяется минимальное и максимальное возможное значение каждого факторного показателя.

7. Расчет возможного изменения выбранного показателя эффективности проекта при экстремальных возможных значениях каждого факторного показателя. Такой расчет осуществляется как по минимальному, так и по максимальному возможному значению каждого факторного показателя на основе ранее построенной математической модели. Результаты расчета позволяют получить количественные значения показателя эффективности проекта при минимальном и максимальном значении каждого из факторных показателей.

8. Определение чувствительности выбранного показателя эффективности проекта к изменению каждого факторного показателя. Количественная оценка чувствительности выбранного показателя эффективности проекта к изменению каждого факторного показателя может быть произведена с помощью коэффициентов эластичности, вычисляемых по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Pi\Phi_i} = \left| \frac{\Pi\Phi_i}{\Pi\mathcal{E}} \frac{\partial \Pi\mathcal{E}}{\partial \Pi\Phi_i} \right|,$$

где: $\mathcal{E}_{\Pi\Phi_i}$ – коэффициент эластичности выбранного показателя эффективности по i - му факторному показателю;

$\Pi\Phi_i$ – базовое значение i – го факторного показателя;

$\Pi\mathcal{E}$ – базовое значение выбранного показателя эффективности;

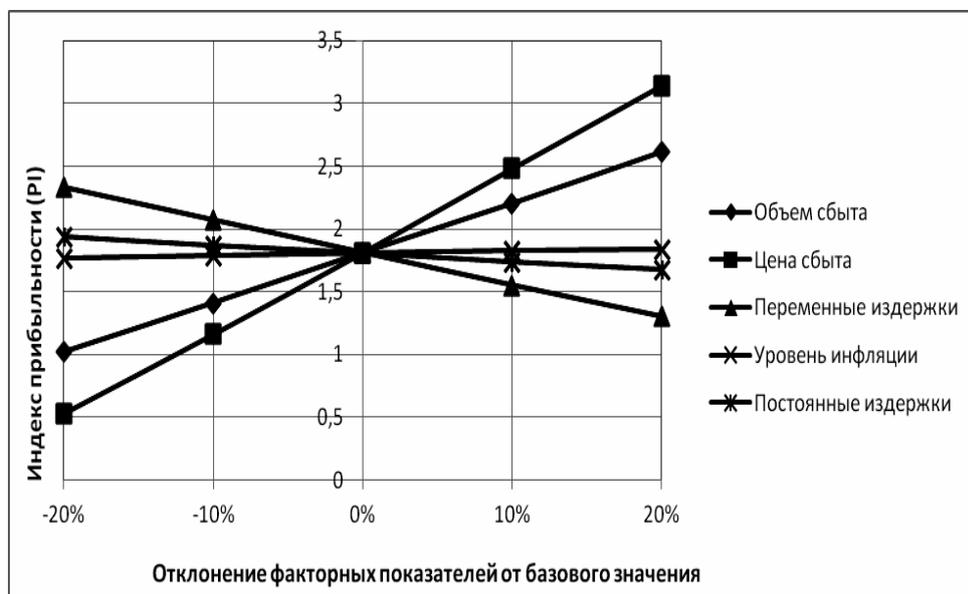
$\frac{\partial \Pi\mathcal{E}}{\partial \Pi\Phi_i}$ – частная производная выбранного показателя

эффективности по i – му факторному показателю.

В качестве примера рассмотрим анализ чувствительности инновационного проекта «Организация производства стекол для автомобилей с использованием инновационной технологии». Расчеты произведены с использованием математической модели инновационного проекта, реализованной в ППП Project Expert-6. В качестве показателя эффективности выбран индекс доходности (PI), рассчитанный за весь период реализации инновационного проекта. Горизонт планирования инновационного проекта – три года.

Математическая модель анализируемого проекта реализована в пакете прикладных программ (ППП) Project Expert, поэтому для анализа чувствительности воспользуемся возможностями этого программного продукта. В ППП Project Expert имеется блок анализа чувствительности проекта. Для проведения анализа чувствительности проекта в Project Expert необходимо выбрать факторные показатели и задать возможные диапазоны изменения каждого факторного показателя.

Сравнительную оценку влияния различных факторных признаков на выбранный показатель эффективности можно производить достаточно просто графическим методом. На рисунке 1 приведены графики зависимостей индекса прибыльности (PI) инновационного проекта от различных факторных показателей. Диапазоны изменения факторных показателей $\pm 20\%$ от базовых значений. Очевидно, что чем больше по абсолютной величине тангенс угла наклона соответствующего графика, тем чувствительнее показатель эффективности к данному факторному показателю.



Р и с . 1. Графики зависимостей индекса прибыльности инновационного проекта от факторных показателей

9. Ранжирование факторных показателей по степени их влияния на изменение избранного показателя эффективности проекта. Такое ранжирование исходных показателей осуществляется на основе рассчитанных коэффициентов эластичности выбранного показателя эффективности проекта по каждому из факторных показателей. Ранговая последовательность факторных показателей устанавливается по мере убывания значения коэффициента эластичности (т.е. снижения степени его влияния на показатель эффективности).

Ранжирование рассматриваемых показателей может быть осуществлено и по результатам графического анализа чувствительности показателя эффективности инновационного проекта. В процессе ранжирования в общей системе исходных показателей определяются наиболее важные, ключевые факторные показатели, которые генерируют настолько высокий риск, что эффективность проекта в процессе его реализации может быть поставлена под угрозу. В систему ключевых факторных показателей включаются те из них, по которым коэффициент эластичности показателя эффективности проекта равен или превышает единицу.

Графическим методом можно определить и уровень критических изменений ключевых факторных показателей, которые приводят к недопустимому изменению показателя эффективности. Величина критического отклонения факторного параметра определяется по точке пересечения соответствующего графика зависимости показателя эффективности от факторного показателя с линией уровня допустимого значения показателя эффективности проекта (рис.2).

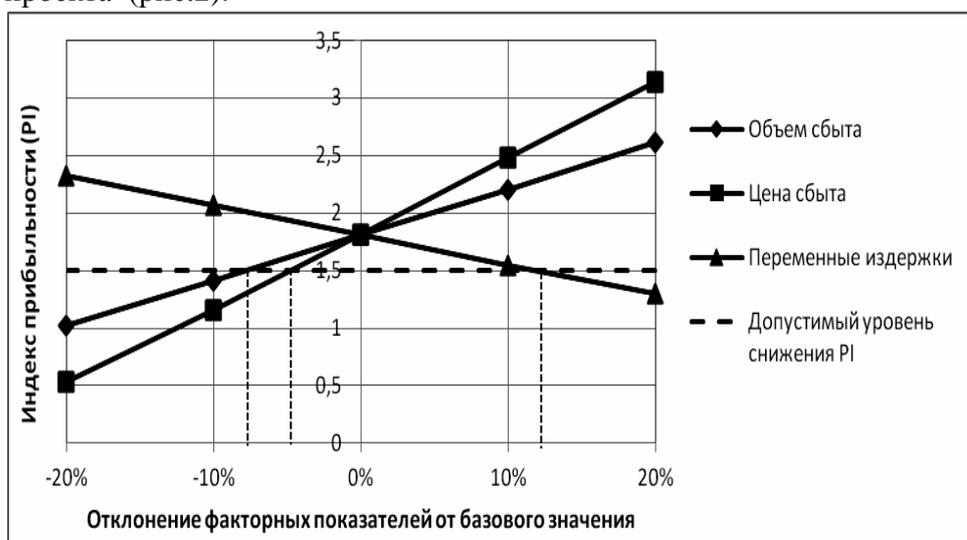


Рис. 2. Графический метод определения критических отклонений факторных показателей

На рисунке 2 в качестве допустимого уровня снижения индекса прибыльности выбрано значение $PI = 1,5$.

В качестве примера рассмотрим анализ чувствительности инновационного проекта «Организация производства стекол для автомобилей» к следующим факторным показателям: объем продаж, цена продаж, издержки постоянные, издержки переменные и процентная ставка по кредиту. Возможные относительные (в %) отклонения каждого факторного показателя от соответствующих базовых значений, определенные методом экспертных оценок, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Факторный показатель	Границы диапазона возможного изменения, %	
	Нижняя граница	Верхняя граница
Объем продаж (Q)	-10	20
Цена продаж (P)	-10	10
Издержки постоянные ($I_{\text{пост}}$)	-10	20
Издержки переменные ($I_{\text{пер}}$)	-10	20
Процентная ставка по кредиту (i)	-20	10

Произведенные с использованием математической модели расчеты изменения значения показателя эффективности инновационного проекта при варьировании каждого факторного показателя в пределах возможного диапазона изменения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Варьируемый факторный показатель	Диапазон изменения показателя эффективности PI	
	PI_{min}	PI_{max}
Объем продаж (Q)	1,41	2,61
Цена продаж (P)	1,16	2,48
Издержки постоянные ($I_{\text{пост}}$)	1,68	1,87
Издержки переменные ($I_{\text{пер}}$)	1,30	2,07
Процентная ставка по кредиту (i)	1,79	1,83

Оценка чувствительности индекса прибыльности PI к изменению каждого факторного показателя производится с помощью коэффициентов эластичности, значения которых приведены в таблице 3 в порядке убывания (ранговая последовательность).

Расчет коэффициентов эластичности осуществлялся по формулам:

$$\mathcal{E}_P = \frac{P}{PI} \frac{\partial PI}{\partial P} \quad \text{– коэффициент эластичности PI по цене продаж;}$$

$$\mathcal{E}_Q = \frac{Q}{PI} \frac{\partial PI}{\partial Q} \quad \text{– коэффициент эластичности PI по объему продаж;}$$

$$\mathcal{E}_{Ипер} = \frac{I_{пер}}{PI} \frac{\partial PI}{\partial I_{пер}} \quad \text{– коэффициент эластичности PI по переменным издержкам;}$$

$$\mathcal{E}_{Ипост} = \frac{I_{пост}}{PI} \frac{\partial PI}{\partial I_{пост}} \quad \text{– коэффициент эластичности PI по постоянным издержкам;}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{i}{PI} \frac{\partial PI}{\partial i} \quad \text{– коэффициент эластичности PI по процентной ставке по кредиту.}$$

Таблица 3

Коэффициенты эластичности индекса прибыльности инновационного проекта по факторным показателям				
\mathcal{E}_P	\mathcal{E}_Q	$\mathcal{E}_{Ипер}$	$\mathcal{E}_{Ипост}$	\mathcal{E}_i
3,66	2,14	1,46	0,41	0,11

Анализ коэффициентов эластичности, приведенных в таблице 3, показывает, что индекс прибыльности эластичен по цене продаж, объему продаж, и издержкам переменным (соответствующие коэффициенты эластичности больше единицы) и не эластичен по издержкам постоянным и процентной ставке по кредиту (соответствующие коэффициенты эластичности меньше единицы). Поэтому в систему ключевых факторных показателей анализируемого проекта включаются цена продаж, объем продаж, и издержки переменные, как факторные показатели, оказывающие наибольшее влияние на изменение показателя эффективности инновационного проекта PI. Эти же факторные показатели следует отнести к наиболее рисковому для анализируемого проекта.

Анализ графиков, приведенных на рисунке 1, приводит к аналогичным выводам: наибольшее влияние на индекс прибыльности инновационного проекта оказывают цена продаж, объем продаж, и издержки переменные, так как соответствующие графики на рисунке 1 имеют больший наклон по сравнению с графиками, соответствующими зависимостям индекса прибыльности от издержек постоянных и годовой процентной ставки по кредиту.

Приведенные в таблице 2 диапазоны изменения показателя эффективности при возможных изменениях факторных показателей в пределах, определенных экспертами, могут не удовлетворять инициатора инновационного проекта или инвестора. Так, например,

если инициатор (или инвестор) инновационного проекта определил, что минимально допустимым значением индекса прибыльности при реализации инновационного проекта для него является значение $PI = 1,5$, то необходимо определить уровни критических изменений ключевых факторных показателей, при которых происходит недопустимое изменение показателя эффективности. Решение поставленной задачи графическим методом показано на рисунке 2. Величина критического отклонения факторного параметра определяется по точке пересечения соответствующего графика зависимости показателя эффективности от факторного показателя с линией уровня допустимого значения показателя эффективности. При минимально допустимом уровне снижения индекса прибыльности, равном 1,5, критическим отклонением объема сбыта является $-7,5\%$, цены сбыта -5% и переменных издержек $11,5\%$. Сравнение полученных критических значений ключевых факторных показателей с возможными диапазонами изменений данных факторных показателей, определенных методом экспертных оценок (табл.1), позволяет сделать вывод, что анализируемый инновационный проект при условии требования $PI > 1,5$ является достаточно рискованным, так как, согласно экспертным оценкам, возможно снижение индекса прибыльности до величины $PI = 1,16$ (табл.2).

Методу анализа чувствительности проекта присущи недостатки, снижающие эффективность его использования для оценки проектного риска. Одним из таких недостатков является то, что он рассматривает влияние каждого из факторных показателей на эффективность проекта отдельно, не учитывая взаимодействие факторных показателей. Еще одним недостатком этого метода является то, что он не позволяет получить комплексную количественную вероятностную оценку степени риска проекта по любому из показателей оценки его эффективности.

Список литературы

1. Бабаскин С.Я. Инновационный проект: методы отбора и инструменты анализа рисков: учеб.пособие. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС. – 2012. – 240 с.
2. Кейт Р., Стюарт Х. Управление финансовыми рисками: Пер. с англ.. – М.: ИНФРА –М, 2000. – 932 с.
3. Гмурман В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. 9-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.
4. Кузина С.В., Кузин П.К. Управление рисками инновационного проекта в условиях неопределенности: монография. – Тверь, Твер. гос. ун-т, 2013. – 72 с.

5. Абдуллаев А.Р. Риски в инновационных проектах: причины появления, интегральные риски, экспертиза проектов с учетом рисков// Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – №40. – С. 40-48.
6. Фролов А.Л. Специфика экономического анализа инновационных проектов// Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – №1. – С. 25-31.
7. Зенгер О., Проскурин В. Особенности оценки эффективности инновационных проектов // Риск. – 2013. – №2. – С. 66-69.

INNOVATIVE PROJECT RISK ASSESSMENT ON THE BASE OF PROJECT SENSITIVITY ANALYSIS

S.V. Kuzina¹, P.K. Kuzin²

¹Tver State University, Tver

² Tver State Technical University, Tver

The article examines practical appliance of project sensitivity analysis for innovative project risk assessment. It's estimated through critical fluctuations of key factors from their nominal rates in the process of investing in innovations. The authors show the work of the method on the base of Project Expert application program.

Keywords: *innovative project, project risk, sensitivity analysis, flexibility rate.*

Об авторах:

КУЗИНА Светлана Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов Тверского государственного университета, e-mail: sv_kuzina@mail.ru

КУЗИН Павел Константинович – доцент кафедры автоматизации технологических процессов Тверского государственного технического университета, e-mail: sv_kuzina@mail.ru

About the authors:

KUZINA Svetlana Viktorovna – Philosophy Doctor in Economics, Associate Professor, Department of Finance, Tver State University, Tver, e-mail: sv_kuzina@mail.ru

KUZIN Pavel Konstantinovich – Associate Professor, Department of Automated Technological Processes, Tver State Technical University, Tver, e-mail: sv_kuzina@mail.ru

References

1. Babaskin S. Ja. Innovacionnyj proekt: metody otbora i instrumenty analiza riskov: ucheb.posobie. – M.: Izdatel'skij dom «Delo» RANHiGS. – 2012. – 240 s.
2. Kejt R., Stjuart X. Upravlenie finansovymi riskami: Per. s angl.. – M.: INFRA –M, 2000. – 932 s.
3. Gmurman V.S. Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika. 9-e izd., ster. - M.: Vysshaja shkola, 2003. – 479 s.
4. Kuzina S.V., Kuzin P.K. Upravlenie riskami innovacionnogo proekta v uslovijah neopredelennosti: monografija. – Tver', Tver. gos. un-t, 2013. – 72 s.
5. Abdullaev A.R. Riski v innovacionnyh proektah: prichiny pojavlenija, integral'nye riski, jekspertiza proektov s uchetom riskov// Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. – 2012. – № 40. – S. 40-48.
6. Frolov A.L. Specifika jekonomicheskogo analiza innovacionnyh proektov// Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. – 2013. – №1. – S. 25-31.
7. Zenger O., Proskurin V. Osobennosti ocenki jeffektivnosti innovacionnyh proektov // Risk. – 2013. – №2. – S. 66-69.
- 8.