

УДК 330.322.54

## ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО РЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РИСКА

Некрылова Н. В., Кошевой О. С.

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия (440026, Пенза, ул. Красная, 40), e-mail: [nina-nekrylova@yandex.ru](mailto:nina-nekrylova@yandex.ru)

---

Ввиду ограниченной информации инвестиционные решения принимаются в условиях неопределенности и риска с использованием методов теории вероятностей и математической статистики. В основе принятия управленческих решений инвестиционного характера лежат методы, основанные на расчете чистой приведенной стоимости, внутренней нормы доходности, математического ожидания, дисперсии, среднеквадратического отклонения, коэффициента вариации значения актуального показателя. При анализе целесообразности принятия инвестиционного решения предложено исследовать риски реализуемости инвестиционного проекта методом сценариев на основе вероятностной информации. Результаты вычислений доказывают влияние характера корреляции потоков поступлений и платежей инвестиционного проекта на оценку степени его практической реализуемости. Расчеты удобно проводить с использованием встроенных математических, статистических и финансовых функций табличного процессора MS Excel.

---

Ключевые слова: инвестиционный проект, риск, сценарий, функция MS Excel.

## OPERATIONAL ESTIMATION OF APPROPRIATENESS OF TAKING INVESTMENT DECISIONS OF RISK

Nekrylova N. V., Koshevoy O. S.

<sup>1</sup>*Penza State University, Penza, Russia (440026, Penza, street Krasnaya, 40), e-mail: [nina-nekrylova@yandex.ru](mailto:nina-nekrylova@yandex.ru)*

---

Investment decisions are taken in terms of uncertainty and risk with using the methods of probability theory and mathematical statistics because of limited information. Methods based on estimation net present value, domestic forms of income, mathematical expectation, dispersion, standard deviation, the coefficient of actual indicator values variation underlie investment administrative decisions. When analyzing appropriateness of taking an investment decision it is offered to examine the risks of investment project implementation by method of scenarios on the basis of probabilistic information. The results of calculations prove the influence of flow of earnings and investment project payments correlation type on estimating its extent of practical implementation. It is convenient to make estimations using embedded mathematical, statistical and financial functions of tabular processor MS Excel.

---

Key words: investment project, risk, scenario, MS Excel function.

### Введение

Принятие инвестиционного решения является ключевой проблемой при создании нового либо развитии существующего бизнеса. Принятие инвестиционных решений осуществляется в условиях существенной неопределенности и риска, вследствие чего методологический аппарат теории принятия решений в условиях риска является междисциплинарным и находится в стадии развития и совершенствования.

### Цель исследования

К настоящему времени существует значительное число подходов к оценке рисков [6, 7], которые достаточно четко классифицированы и изложены с различной степенью сложности и детализации. Однако, на наш взгляд, в большинстве работ недостаточно представлена информация, касающаяся комплексной оценки риска с помощью различных

способов и методов, позволяющих повысить достоверность полученных результатов. Кроме того, недостаточно внимания уделяется технологии использования компьютерных программных средств реализации методов и способов оценки рисков.

Цель исследования работы состояла в разработке комплексной методики оценки инвестиционных рисков с использованием стандартных финансовых функций табличного процессора MSExcel с тем, чтобы повысить достоверность и оперативность решения задачи оценки инвестиционного проекта.

### Материал и методы исследования

В качестве исходной информационной базы для проведения исследований были приняты исходные данные условных инвестиционных проектов, а в качестве методов исследования использовались статистические методы, основанные на расчете условного математического ожидания исследуемого показателя, его дисперсии и относительного коэффициента вариации; методы оценки и сравнения объемов предполагаемых инвестиций и будущих денежных доходов в условиях реализации сценарных методов реализации инвестиционных проектов [4].

C8		fx =ЧПС(C3;C5:C7)+C4			
A	B	C	D	E	
1					
2	Показатель	1 проект	2 проект	3 проект	
3	Ставка	12%	10%	8%	
4	Инвестиция, млн. руб.	-15	-15	-15	
5	Денежный поток - 1 год, млн. руб.	5,1	5,8	5,7	
6	Денежный поток - 2 год, млн. руб.	6,2	6,4	5,6	
7	Денежный поток - 3 год, млн. руб.	6,7	5,8	6,7	
8	Чистая приведенная стоимость, млн. руб.	-0,7	-0,1	0,4	

C8		fx =ВСД(C4:C7;C3)			
A	B	C	D	E	
1					
2	Показатель	1 проект	2 проект	3 проект	
3	Ставка	12%	10%	8%	
4	Инвестиция, млн. руб.	-15	-15	-15	
5	Денежный поток - 1 год, млн. руб.	5,1	5,8	5,7	
6	Денежный поток - 2 год, млн. руб.	6,2	6,4	5,6	
7	Денежный поток - 3 год, млн. руб.	6,7	5,8	6,7	
8	Внутренняя норма доходности	9,3%	9,7%	9,4%	

### Результаты исследования

На первом этапе принятия инвестиционного решения с использованием технологии экспертных оценок либо имитационного моделирования, либо основываясь на опыте реализации аналогичных инвестиционных проектов, выбирается наиболее целесообразный проект по принятому интегральному критерию предпочтительности, например по величине прибыли. В результате формируется информационная база инвестиционных проектов (рисунок 1).

Далее определяется степень риска с использованием таких статистических показателей, как математическое ожидание критерия предпочтительности и его дисперсии. Из анализа данных, приведенных на рисунке 1, видно, что наиболее предпочтительным инвестиционным проектом является проект «А», поскольку в данном проекте, несмотря на

меньшее значение среднего значения прибыли, дисперсия ее разброса существенно ниже, чем в остальных вариантах.

Проект	Номер события	Прибыль, тыс. руб.	Частота наблюдений
А	1	250	48
	2	200	36
	3	300	36
Б	1	400	30
	2	300	50
	3	150	20
В	1	400	28
	2	250	30
	3	350	36
	4	200	56
А			120
Б	сумма частот		100
В			150
А			250
Б	среднее значение прибыли		300
В			283
А			1500
Б	дисперсия		7500
В			6422

Рисунок 1. Расчет математического ожидания прибыли и ее изменчивости по инвестиционным проектам

Для получения однозначного вывода о предпочтительности того или иного инвестиционного проекта необходимо рассчитать относительный коэффициент вариации и воспользоваться известными рекомендациями по величине коэффициента и степени колеблемости изучаемого критерия предпочтительности проекта: до 10 % – слабая колеблемость; 10–25 % – умеренная колеблемость; свыше 25 % – высокая колеблемость [1].

Результаты расчета относительного коэффициента вариации представлены в таблице, откуда видно, что инвестиционный проект «А» является наиболее предпочтительным, поскольку для данного проекта коэффициент вариации имеет наименьшее значение.

Таблица 1. Расчет коэффициента вариации инвестиционных проектов

Проект	Средняя величина прибыли, тыс. руб.	Дисперсия	Среднеквадратическое отклонение, тыс. руб.	Коэффициент вариации, %
А	250	1500	38,73	15,5
Б	300	7500	86,60	28,8
В	283	5082	71,29	25,2

**На втором этапе** процесса принятия управленческих решений инвестиционного характера необходимо произвести оценку и сравнение объема предполагаемых инвестиций и будущих денежных поступлений [2]. Наибольшее распространение на практике получили методы, основанные на расчете чистой приведенной стоимости (ЧПС), внутренней нормы доходности (ВНД). Пример использования стандартных финансовых функций ЧПС и ВНД табличного процессора MSExcel при рассмотрении трех инвестиционных проектов представлен на рисунке 2.

C8    fx =ЧПС(C3;C5:C7)+C4					
1	A	B	C	D	E
2		Показатель	1 проект	2 проект	3 проект
3		Ставка	12%	10%	8%
4		Инвестиция, млн. руб.	-15	-15	-15
5		Денежный поток - 1 год, млн. руб.	5,1	5,8	5,7
6		Денежный поток - 2 год, млн. руб.	6,2	6,4	5,6
7		Денежный поток - 3 год, млн. руб.	6,7	5,8	6,7
8		Чистая приведенная стоимость, млн. руб.	-0,7	-0,1	0,4

  

C8    fx =ВНД(C4;C7;C3)					
1	A	B	C	D	E
2		Показатель	1 проект	2 проект	3 проект
3		Ставка	12%	10%	8%
4		Инвестиция, млн. руб.	-15	-15	-15
5		Денежный поток - 1 год, млн. руб.	5,1	5,8	5,7
6		Денежный поток - 2 год, млн. руб.	6,2	6,4	5,6
7		Денежный поток - 3 год, млн. руб.	6,7	5,8	6,7
8		Внутренняя норма доходности	9,3%	9,7%	9,4%

Рисунок 2. Расчет чистой приведенной стоимости и внутренней нормы доходности инвестиционных проектов

Из анализа данных, приведенных на рисунке 2, можно сделать вывод о том, что третий инвестиционный проект следует принять к рассмотрению, поскольку первый и второй проекты являются убыточными, и ВНД больше заданной нормы дисконта.

**На третьем этапе** необходимо исследовать риски реализуемости предпочтительного инвестиционного проекта (3 проект) методом сценариев на основе вероятностной информации с использованием встроенных статистических функций табличного процессора MSExcel. Метод сценариев состоит в анализе показателей эффективности проекта на основе информации о вероятности реализации того или иного сочетания значений его параметров. Минимальное число сценариев, как правило, равно трем: пессимистический, оптимистический и наиболее вероятный [5]. Каждый вариант характеризует возможные значения одновременно всех параметров проекта, ассоциированных с данной вероятностью реализации сценария. Вероятности реализации того или иного варианта обычно определяются: методом субъективных вероятностей, методом частотного анализа, методом статистических испытаний и характеризуются дискретным или непрерывным распределением произвольного или известного вида.

Пусть в качестве показателя эффективности проекта выбран критерий чистой приведенной стоимости (ЧПС). Тогда необходимо определить величину математического ожидания потока поступлений и платежей в каждом периоде  $t$ :

$$\overline{F}_t = \sum_{j=1}^m F_{tj} \times p_{tj}, \quad (2)$$

где  $F_{tj}$  – величина потока поступлений ( $D_{tj}$ ) и платежей ( $K_{tj}$ ) по  $j$ -му сценарию в период  $t$ , руб.;

$p_{tj}$  – вероятность реализации  $j$ -го сценария в период  $t$ , причем  $\sum_{j=1}^m p_{tj} = 1$ ;

$m$  – число сценариев реализации проекта.

В этом случае результат проекта рассчитывается в виде математического ожидания величины ЧПС:

$$\overline{\text{ЧПС}} = \sum_{t=1}^n \overline{F}_t \times v_t, \quad (3)$$

где  $v_t$  – коэффициент дисконтирования в периоде  $t$ ;

$n$  – общее число периодов реализации проекта.

Оценка вероятностных характеристик показателя эффективности проекта предполагает расчет [3]:

а) среднеквадратического отклонения (СКО) результата проекта. При определении СКО результата проекта возникает проблема корреляции между последовательными потоками поступлений и платежей. Возможны три ситуации: потоки поступлений и платежей взаимно независимы во времени (коэффициент корреляции  $R = 0$ ); потоки поступлений и платежей полностью взаимозависимы во времени (коэффициент корреляции  $R \approx 1$ ); потоки поступлений и платежей обладают слабой зависимостью во времени (коэффициент корреляции  $0 < R < 1$ ).

Формулы расчета величины СКО результата проекта для крайних случаев  $R = 0$  и  $R \approx 1$  при нормальном характере распределения потоков поступлений и платежей имеют вид:

$$CKO_0 = \sqrt{\sum_{t=1}^n CKO_t^2 \times v_t^2}, \quad (4)$$

$$CKO_1 = \sum_{t=1}^n CKO_t \times v_t, \quad (5)$$

где  $CKO_0$  и  $CKO_1$  – среднеквадратическое отклонение результата проекта соответственно для значения коэффициента корреляции потоков поступлений и платежей  $R = 0$  и  $R \approx 1$ , руб.;

$CKO_t$  – среднеквадратическое отклонение потока поступлений и платежей от ожидаемой величины в периоде  $t$ , руб.,

$$CKO_t = \sqrt{\sum_{j=1}^m (F_{tj} - \overline{F}_t)^2 \times p_{tj}}. \quad (6)$$

б) Коэффициента вариации результата проекта:

$$V = \frac{CKO}{\overline{ЧПС}}, \quad (7)$$

где  $CKO$  – среднеквадратическое отклонение результата проекта.

Чем ниже значение коэффициента вариации, тем меньше колеблемость результатов проекта относительно наиболее вероятного значения и, следовательно, ниже риск проекта. Риск проекта многократно возрастает при значении  $V > 1$ .

в) вероятности  $p(ЧПС < x)$  нахождения показателя эффективности проекта ниже заданной минимально допустимой величины  $x$ :

$$p(NPV < x) = F(x), \quad (8)$$

где  $F(x)$  – функция распределения для величины результата проекта.

В предположении о нормальном распределении потоков поступлений и платежей вероятность того, что величина результата проекта окажется ниже нуля, находится из соотношения:

$$p(ЧПС < 0) = \Phi(0; \overline{ЧПС}; CKO), \quad (9)$$

где  $\Phi(0; \overline{ЧПС}; CKO)$  – функция распределения нормальной случайной величины при данных средней величине результата проекта  $\overline{ЧПС}$  и его  $CKO$ .

Метод сценариев позволяет оценить вариацию доходов и обосновать принятие решений непосредственно на основе сравнения вероятностей неблагоприятного исхода по альтернативным проектам. Проект с меньшей вероятностью  $p(ЧПС < 0)$  получения убытков является менее рискованным и, при прочих равных условиях, более предпочтительным для включения в инвестиционный портфель. Формально, предельно допустимая вероятность  $p(ЧПС < 0)$  не превышает 8–10 %. Нормальной считается  $p(ЧПС < 0) \leq 0,05$ . При этом метод сценариев учитывает влияние на оценку риска проекта статистической зависимости между потоками поступлений и платежей. Это расширяет его предикативные возможности, по сравнению с другими методами оценки риска.

Пусть имеется 3 сценария реализации выбранного инвестиционного проекта, характеризующиеся различными вероятностями наступления (таблица 3):

Таблица 3. Параметры сценариев реализуемости инвестиционного проекта

Период	Инвестиция (К), млн руб.	Денежный поток – 1 год (Д1), млн руб.	Денежный поток – 2 год, (Д2), млн руб.	Денежный поток – 3 год, (Д3), млн руб.
Потоки поступлений и платежей $F_{ij}$				
Сценарий 1	-14	4,8	5,4	6,6

Сценарий 2	-15	5,7	5,6	6,7
Сценарий 3	-18	5,4	6,3	8,8
Вероятность реализации сценария $p_{ij}$				
Сценарий 1	0,25	0,2	0,3	0,3
Сценарий 2	0,5	0,45	0,6	0,4
Сценарий 3	0,25	0,35	0,1	0,3
Ставка	8%	8%	8%	8%

При проведении расчетов можно использовать встроенные функции MSExcel (рисунок 3).

B13      fx      =СУММПРОИЗВ(B4:B6;B8:B10)					
	A	B	C	D	E
1					
2	Показатель	К, млн. руб.	Д1, млн. руб.	Д2, млн. руб.	Д3, млн. руб.
3	Вектор денежного потока				
4	$F_1$	-14	4,8	5,4	6,6
5	$F_2$	-15	5,7	5,6	6,7
6	$F_3$	-18	5,4	6,3	8,8
7	Вектор вероятностей по сценариям				
8	$p_1$	0,25	0,2	0,3	0,3
9	$p_2$	0,5	0,45	0,6	0,4
10	$p_3$	0,25	0,35	0,1	0,3
11	сумма	1	1	1	1
12	Математическое ожидание потока				
13	$\bar{F}_n$	-15,5	5,4	5,6	7,3

B31      fx      =НОРМРАСП(0;E21;B25;1)					
	A	B	C	D	E
4	$F_1$	-14	4,8	5,4	6,6
5	$F_2$	-15	5,7	5,6	6,7
6	$F_3$	-18	5,4	6,3	8,8
7	Вектор вероятностей по сценариям				
8	$p_1$	0,25	0,2	0,3	0,3
9	$p_2$	0,5	0,45	0,6	0,4
10	$p_3$	0,25	0,35	0,1	0,3
11	сумма	1	1	1	1
12	Математическое ожидание потока				
13	$\bar{F}_n$	-15,5	5,4	5,6	7,3
14	Ставка				
15	$r$	0,08	0,08	0,08	0,08
16	Коэффициент дисконтирования				
17	$v_t$	1	0,9259	0,8573	0,7938
18	Дисконтированный поток				
19		-15,5	5,0	4,8	5,8
20	Математическое ожидание ЧПС				
21	$\overline{ЧПС}$				0,12
22	Среднеквадратическое отклонение потока				
23	$СКО_t$	1,50	0,34	0,25	0,98
24	Среднеквадратическое отклонение проекта				
25	$R = 0$	1,7			
26	$R = 1$	2,8			
27	Коэффициент вариации				
28	$R = 0$	14,6			
29	$R = 1$	23,6			
30	Вероятность ЧПС < 0				
31	$R = 0$	0,47			
32	$R = 1$	0,51			

Рисунок 3. Вычисление

математического ожидания потока и вероятности падения чистой приведенной стоимости ниже нуля

Для определения вероятности  $p(\overline{ЧПС} < 0)$  в предположении о нормальном характере распределения потоков поступлений и платежей использовалась встроенная функция «НОРМРАСП ( $x$ , среднее значение, СКО, 1)», где  $x$  – исследуемое значение случайной величины ( $x = 0$ ); найденное среднее значение случайной величины ( $\overline{ЧПС}$ ), СКО – найденное среднеквадратическое отклонение ( $СКО_0$ ), 1 – интегральный параметр,

означающий, что функция возвращает значение кумулятивной функции распределения нормальной величины (рисунок 3).

Изучение результатов вычислений показывает, что предположение о характере взаимной зависимости (корреляции) потоков поступлений и платежей, может повлиять на оценку степени риска реализации проекта. В случае сильной линейной корреляции потоков во времени, риск проекта оказывается выше, чем в случае их полной независимости. Вероятность падения величины ЧПС – 47 % против 51 %. Для реальных проектов корреляция потоков поступлений и платежей во времени, как правило, соответствует неравенству  $0 < R < 1$ . Поэтому, истинная оценка степени риска (вероятности падения величины ЧПС ниже нуля) находится между полученными крайними оценками.

### **Заключение**

Представлена технология комплексной оперативной оценки инвестиционных рисков, реализованная с использованием стандартных финансовых функций табличного процессора MSExcel. Работоспособность предлагаемой методики подтверждена путем решения тестовых примеров.

### **Список литературы**

1. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент. М.: Финансы и статистика, 1996.
2. Идрисов А. Б. и др. Стратегическое планирование и анализ эффективности инвестиций. – М.: Филинь, 2007.
3. Лукасевич И. Я. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений / И. Я. Лукасевич. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998. – 400 с.
4. Мелкумов Я. С. Финансовые вычисления. Теория и практика: Учебно-справочное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 2-е изд. – 408 с.
5. Холт Р. Н. Планирование инвестиций / Под ред. Р. Н. Холт, С. Б. Баренс. – М.: Дело ЛТД, 1994.
6. Четыркин Е. М. Финансовые риски: научно-практическое пособие. – М.: Издательство «Дело» АНХ, 2008. – 176 с.
7. Шапкин А. С., Шапкин В. А. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2009. – 7-е изд. – 544 с.

### **Рецензенты:**

Бондина Н. Н., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Бухгалтерский учет» ГСХА, г. Пенза.

Бахтеев Ю. Д., д.э.н., профессор кафедры «Менеджмент» ПГУ, г. Пенза.