

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ФИРМЫ

канд. техн. наук, доц. Афанасьева О.В.,
Коваленко М.В.

Санкт-Петербургский государственный горный университет
Факультет приборостроения, информационных и электронных систем
Кафедра системного анализа и управления инновациями

Аннотация

В данной статье проведен расчет рентабельности разработки и продажи туров на Олимпиаду 2014 года с помощью прогнозирования на основе линеаризуемых трендов и методов имитационного моделирования. Проведена экстраполяция полученной зависимости и осуществлено прогнозирование изменения прибыли. Построен тренд и доверительные интервалы расчета проданных туров.

Ключевые слова

Имитационное моделирование, линеаризуемые тренды, Олимпиада Сочи 2014, корреляционный анализ.

Abstract

This article provides the calculation of profitability development and sales of tours at the 2014 Olympics, submitted forecast, simulation.

Key words

The imitating modeling linearized trends, the Olympic Games of Sochi 2014, the correlation analysis.

Известно, что имитационное моделирование представляет собой серию численных экспериментов призванных получить эмпирические оценки степени влияния различных факторов (исходных величин) на некоторые зависящие от них результаты (показатели). В общем случае, имитационный эксперимент разбивается на пять основных этапов: устанавливается связь между исходными и

выходными показателями в виде математического уравнения или неравенства; задаётся закон распределения вероятностей для ключевых параметров модели; проводится компьютерная имитация значений ключевых параметров модели; рассчитываются основные характеристики распределений исходных и выходных показателей; проводится анализ полученных результатов и принимается решение.

Рассмотрим технологию применения имитационного моделирования для анализа рисков инвестиционных проекта на примере продажи туров на Олимпиаду, планируемую в 2014г. Вначале проведём расчет рентабельности разработки и продажи таких туров, для этого построим прогноз. Заметим, что Олимпийские игры 2014 года пройдут в городе Сочи. На 119-й сессии Международного Олимпийского комитета город-курорт Сочи выбран столицей XXII зимних Олимпийских игр 2014 года. Благодаря этому решению Россия проведет первые в своей истории зимние Олимпийские игры. По прогнозам специалистов, Сочи заработает до 350 миллиардов рублей по итогам Олимпиады 2014. Проведение Олимпийских игр 2014 года в Сочи будет способствовать большому экономическому росту всего региона, превращению его в курорт мирового уровня. Кроме того, Олимпиада 2014 года вызовет повышение интереса к зимним видам спорта в Сочи и по всей России. Сам факт выбора города Сочи столицей Олимпийских игр 2014 года говорит о признании России в мире как мощной спортивной державы. Олимпийские игры, безусловно, привлекут внимание туристов.

Рассмотрим деятельность туристической фирмы ООО «Топ Спорт Трэвел» и, с помощью прогнозирования на основе линеаризуемых трендов и имитационного моделирования инвестиционных рисков, дадим оценку рентабельности разработки и продажи туров на Олимпиаду 2014 года.

Туристическая фирма ООО «Топ Спорт Трэвел» была основана летом 1996 года и имеет лицензию на туроператорскую и турагентскую деятельность. Основным направлением деятельности фирмы являются активный и спортивный туризм.

Для анализа рисков инвестиционных проекта продажи туров на Олимпиаду, планируемую в 2014 г. (Россия), рассмотрим Зимние Олимпийские игры, проходящие в Ванкувере (Канада) в 2010 году. Проанализируем деятельность аналогичной ООО «Топ Спорт Трэвел» туристической фирмы «Andina Travel Agency», находящуюся в Торонто. Заметим, что всего на Олимпиаду 2010 г. было продано 2,5 миллиона билетов, причём 50000 билетов было продано в Торонто. В Торонто билеты между всеми туристическими фирмами были распределены почти одинаково, то есть каждой фирме досталось почти по 350 билетов. Продажа билетов была начата за один год до начала Олимпиады.

На рис. 1 представлены данные по проданным турам за период с 01 февраля 2009 г. по 10 февраля 2010г. в Торонто туристической фирмой «Andina Travel Agency» (данные снимались два раза в неделю).



Рис. 1. Статистические данные по проданным турам туристической фирмой «Andina Travel Agency»

Анализ представленного на рис. 1 ряда позволит выявить и измерить закономерности продаж туров во времени. Такие закономерности не проявляются чётко на каждом конкретном уровне, а лишь в тенденции, в достаточно длительной динамике. Заметим, что на основную закономерность динамики накладываются другие, прежде всего случайные, иногда сезонные влияния. Для выявления основной тенденции в изменении объёма продажи туров на Олимпиаду построим следующие аналитические зависимости:

- линейный тренд $\tilde{\Pi}_{in} = 3,3 + 0,0065(t_i - 184,32) = 2,1 + 0,0065t_i$;
- экспоненциальный тренд $\tilde{\Pi}_{is} = 3,55 \cdot e^{0,003 \cdot t_i}$;
- степенной тренд $\tilde{\Pi}_{ic} = 0,134 \cdot t_i^{0,247}$;
- логарифмический тренд $\tilde{\Pi}_{ilog} = -35,43 + 7,88 \ln t_i$;
- гиперболический тренд первого типа $\tilde{\Pi}_{ie1} = 3,428 - \frac{0,676}{t_i}$;
- гиперболический тренд второго типа $\tilde{\Pi}_{ie2} = \frac{1}{0,28 - 0,000058t_i}$.

Для того, чтобы определить прогнозную модель наиболее точно отражающую динамику продаж, необходимо вычислить коэффициенты детерминации. В данном случае оптимальной прогнозной моделью является линейная модель.

Построенная прогнозная модель позволяет выявить особенности развития исследуемого процесса и на основе этого предсказывать его будущее изменение продажи туров во времени. Например, подставив в линейную модель $k=208$, то можно ожидать, что на 1 февраля 2013г. будет продано 342 путёвки. Вычислив дисперсию отклонений от линии регрессии, можно найти доверительный интервал. В итоге, приблизительно с 95%-й вероятностью следует ожидать, что проект по продаже туров на Олимпиаду в Сочи 2014 году принесет прибыль.

Для прогноза рентабельности разработки и продажи туров, проведём на основе имитационного моделирования инвестиционных рисков (используя программу Excel). Известно, что проведение имитационных экспериментов в среде Excel можно осуществить двумя способами – с помощью встроенных функций и путем использования инструмента «Генератор случайных чисел» дополнения «Анализ данных» (Analysis ToolPack), который является гораздо более удобным и эффективным способом решения таких задач в среде.

В общем случае, проведение имитационного эксперимента можно разбить на следующие этапы.

Этап 1. Установить взаимосвязи между исходными и выходными показателями в виде математического уравнения или неравенства.

В табл. 1 представлены три ключевых параметра проекта и возможные границы их изменений.

Таблица 1. Ключевые параметры проекта по продаже туров

<i>Показатели</i>	<i>Сценарий</i>		
	<i>Наихудший</i>	<i>Наилучший</i>	<i>Вероятный</i>
Объем продаж – Q (шт.)	150	300	200
Цена за тур – P (тыс. руб.)	40	55	50
Затраты – V (тыс. руб.)	35	25	30

В качестве результирующего показателя выступает критерий эффективности: NPV – чистая современная стоимость проекта, она рассчитывается по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - I_0,$$

где NCF_t – величина чистого потока платежей в периоде t , r – значения нормы дисконта, I_0 – первоначальный объем инвестиций.

По условиям проекта, значения нормы дисконта r и первоначального объема инвестиций I_0 известны и считаются постоянными в течение срока реализации проекта.

Этап 2. Задать законы распределения вероятностей для ключевых параметров модели.

По условиям проекта ключевыми варьируемыми параметрами являются: затраты V , объем продаж Q и цена за тур P . Диапазоны возможных изменений варьируемых показателей приведены в табл. 1, при этом считается, что все ключевые переменные имеют равномерное распределение вероятностей.

Этап 3. Провести компьютерную имитацию значений ключевых параметров модели.

Реализация третьего этапа может быть осуществлена только с применением ЭВМ, оснащенной специальными программными средствами.

Воспользуемся соответствующими средствами Excel. Проведение имитационных экспериментов в среде Excel можно осуществить двумя способами – с

помощью встроенных функций и путем использования инструмента «Генератор случайных чисел», дополнения «Анализ данных» (Analysis ToolPack).

Применение встроенных функций целесообразно лишь в том случае, когда вероятности реализации всех значений случайной величины считаются одинаковыми. Тогда для имитации значений требуемой переменной можно воспользоваться математическими функциями *СЛЧИС()* или *СЛУЧМЕЖДУ()*.

Для переменных P , Q , V и NPV задаются формулы и копируются требуемое число раз. В результате получается генеральная совокупность, содержащая различные значения исходных показателей и полученных результатов. После чего, используя статистические функции, рассчитываются соответствующие параметры распределения и проводится вероятностный анализ.

В EXCEL статистические вычисления осуществляются с помощью функций *НОРМАЛИЗАЦИЯ()* и *НОРМСТРАСП()*.

Функция *НОРМАЛИЗАЦИЯ*(x ; *среднее*; *станд_откл*) возвращает нормализованное значение Z величины x , на основании которого затем вычисляется искомая вероятность $p(E \leq x)$. Причём за x принимается нормализуемое значение, за *среднее* – математическое ожидание случайной величины E и за *станд_откл* – стандартное отклонение.

$$\text{Она реализует соотношение } Z = \frac{E - M(E)}{\sigma(E)}.$$

Полученное значение Z является аргументом для следующей функции – *НОРМСТРАСП()*. Эта функция возвращает стандартное нормальное распределение, то есть вероятность того, что случайная нормализованная величина E будет меньше или равна x . Она имеет всего один аргумент – Z , вычисляемый функцией *НОРМАЛИЗАЦИЯ()*. Эти функции следует использовать в тандеме.

Нетрудно заметить, что, по результатам имитационного анализа, риск невысок. Величина ожидаемой NPV равна 3493,6, а величина стандартного отклонения – 2236,6 и не превышает значения NPV . Коэффициент вариации равен 0,64, что меньше 1, таким образом, риск данного проекта в целом ниже среднего риска инвестиционного портфеля фирмы (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F
1	Имитационный анализ (Метод Монте-Карло). Распределение с равными вероятностями					
2	Начальные инвестиции (I)	2000	Норма (r)	0,1		
3	Постоянные расходы (F)	500	Налог (T)	0,6		
4	Амортизация (A)	100	Срок (n)	5		
5						
6	Показатели	Затраты (V)	Количество (Q)	Цена (P)	Поступления (NCFt)	NPV
7						
8	Среднее значение	31	260,5	47	1449,2	3493,6082
9	Стандартное отклонение	1,414213562	45,96194078	7,071067812	590,0098982	2236,6017
10	Коэффициент вариации	0,045619792	0,176437393	0,150448251	0,407128	0,6401982
11	Минимум	30	228	42	1032	1912,0919
12	Максимум	32	293	52	1866,4	5075,1244
13	Число случаев NPV < 0					0
14	Сумма убытков					0
15	Сумма доходов					6987,2164
16						
17	Вероятность p(NPV<=X)			Величина (X)	Нормал. (X)	p(NPV<=X)
18					-1,562016233	0,0591421

Рис. 2. Лист «Результаты анализа»

Результаты вероятностного анализа показывают, что шанс получить отрицательную величину NPV не превышает 0,5%. Еще больший оптимизм внушают результаты анализа распределения чистых поступлений от проекта NCF . Величина стандартного отклонения здесь составляет всего 40% от среднего значения. Таким образом, с вероятностью более 90% можно утверждать, что поступления от проекта будут положительными величинами.

На практике одним из важнейших этапов анализа результатов имитационного эксперимента является исследование зависимостей между ключевыми параметрами. Количественная оценка вариации напрямую зависит от степени корреляции между случайными величинами.

На рис. 3 приведен график распределения значений ключевых параметров V , P и Q , построенный на основании 75 имитаций.

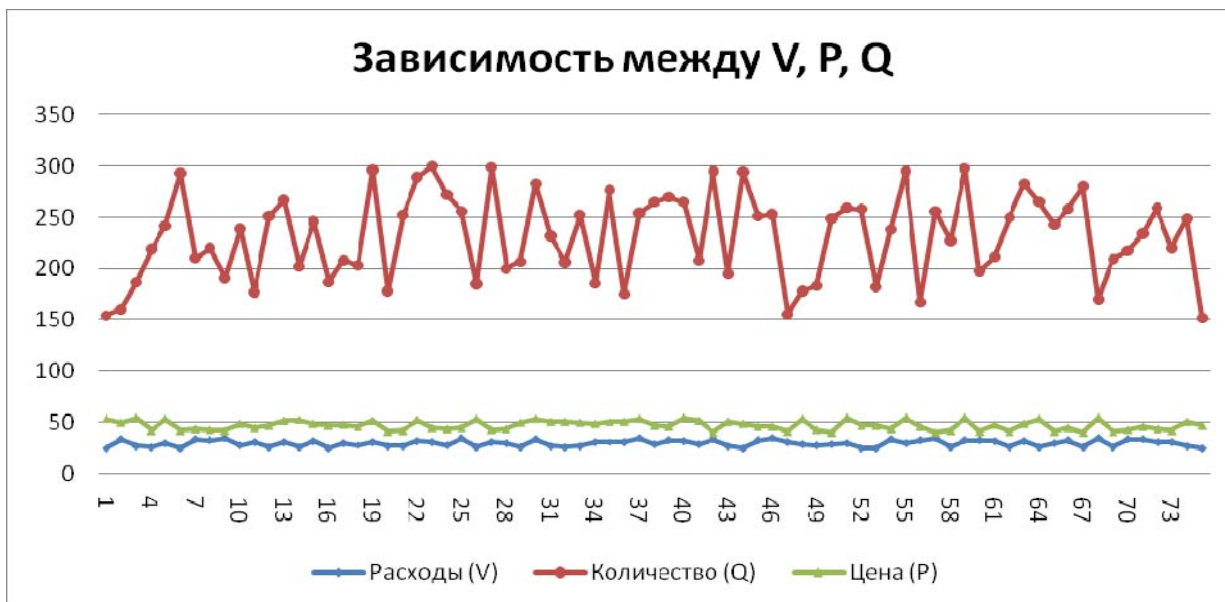


Рис. 3. Распределение значений параметров V , P и Q

Нетрудно заметить, что в целом, вариация значений всех трех параметров носит случайный характер, что подтверждает принятую ранее гипотезу об их независимости. Для сравнения ниже приведен график распределений потока платежей NCF и величины NPV (рис. 4).

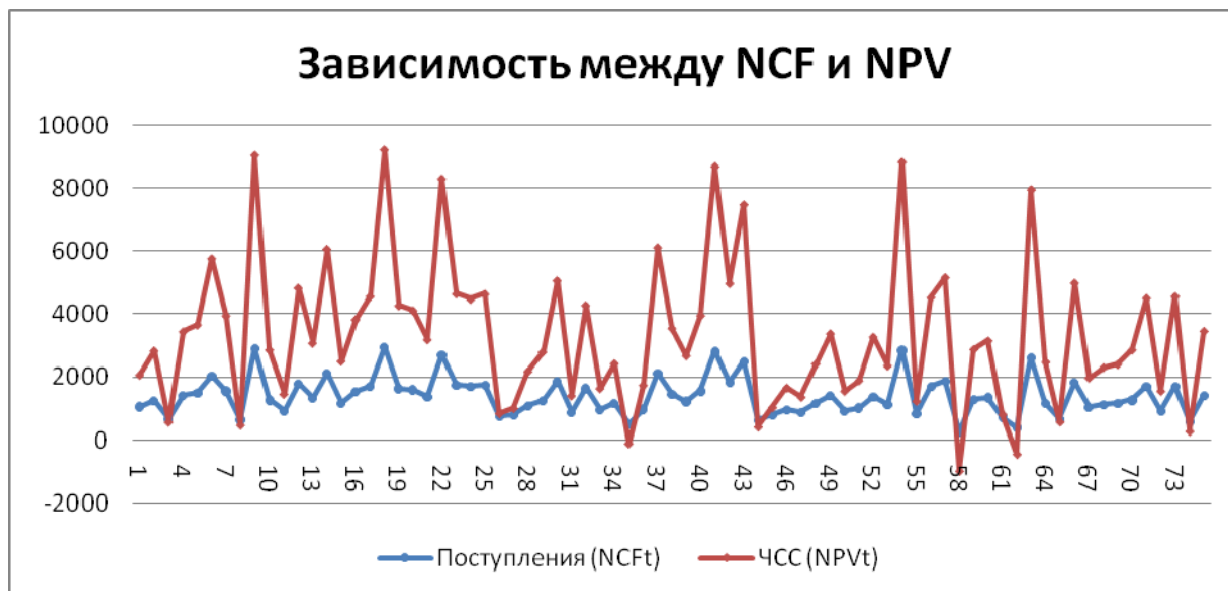


Рис. 4. Зависимость между NCF и NPV

Как и следовало ожидать, направления колебаний здесь в точности совпадают, и между этими величинами существует сильная корреляционная связь, близкая к функциональной. Дальнейшие расчеты показали, что величина коэф-

коэффициента корреляции между полученными распределениями NCF и NPV оказалась равной 1.

Следует отметить, что в целом применение рассмотренной технологии проведения имитационных экспериментов в среде Excel – достаточно трудоемкий процесс, который ограничивается случаем равномерного распределения исследуемых переменных.

Гораздо более удобным и эффективным способом решения таких задач в среде Excel является использование специального инструмента анализа – «Генератор случайных чисел». Этот инструмент предназначен для автоматической генерации множества данных (генеральной совокупности) заданного объема, элементы которого характеризуются определенным распределением вероятностей. При этом могут быть использованы семь типов распределений: равномерное, нормальное, Бернулли, Пуассона, биномиальное, модельное и дискретное. Применение инструмента «Генератор случайных чисел», как и большинства используемых в этой работе функций, требует установки специального дополнения «Пакет анализа».

Для применения этого инструмента возьмем условия проекта (табл. 1), будем исходить из предположения о нормальном распределении.

С помощью инструмента «Анализ данных» выбираем генерацию случайных чисел с нормальным распределением. Результатом будет заполнение блока ячеек (переменные расходы) сгенерированными случайными значениями. Генерация значений остальных переменных Q и P осуществляется аналогичным образом. Полученные результаты эксперимента приведены на рис. 5.

Результаты проведенного имитационного эксперимента ненамного отличаются от предыдущих. Величина ожидаемой NPV равна 3964,49 при стандартном отклонении 216,31. Коэффициент вариации равен 0,05, он намного ниже и меньше 1, таким образом, риск данного проекта в целом ниже среднего риска инвестиционного портфеля фирмы.

Показатели	Затраты (V)	Количество (Q)	Цена (P)	Поступления (NCft)	NPV
Среднее значение	29,97	211,63	48,66	1573,42	3964,49
Стандартное отклонение	18,71	111,73	30,62	18,71	216,31
Коэффициент вариации	0,62	0,53	0,63	0,01	0,05
Минимум	19,58	48,05	32,30	-171,21	-2649,02
Максимум	42,13	398,94	67,39	8420,82	29921,52
Число случаев NPV < 0					65,00
Сумма убытков					-61035,18
Сумма доходов					2043281,16
$P(E \leq 0)$	0,05	0,03	0,06	0,00	0,01
$P(E \leq \text{МИН}(E))$	0,29	0,07	0,30	0,00	0,02
$P(M(E) + \sigma \leq E \leq \text{макс})$	-0,10	0,11	-0,11	0,16	0,16
$P(M(E) - \sigma \leq E \leq M(E))$	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Рис. 5. Результаты анализа

Результаты вероятностного анализа показывают, что шанс получить отрицательную величину NPV менее 1%. Общее число отрицательных значений NPV в выборке составляет 65 из 500. Таким образом, с вероятностью около 87% можно утверждать, что чистая современная стоимость проекта будет больше 0. При этом вероятность того, что величина NPV окажется больше чем $M(NPV) + \sigma$, равна 16% (ячейка F19). Вероятность попадания значения NPV в интервал $[M(NPV) - \sigma; M(NPV)]$ равна 34%.

Этап 4. Рассчитать основные характеристики распределений исходных и выходных показателей.

В анализе стохастических процессов большое значение имеют статистические взаимосвязи между случайными величинами. Выше для установления степени взаимосвязи ключевых и расчетных показателей мы использовали графический анализ. В качестве количественных характеристик подобных взаимосвязей в статистике используют два показателя: ковариацию и корреляцию.

Ковариация выражает степень статистической зависимости между двумя множествами данных и определяется из следующего соотношения:

$$Cov(X, Y) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (X_i - M(X))(Y_i - M(Y))$$

где X, Y – множества значений случайных величин размерности m ;

$M(X)$ – математическое ожидание случайной величины X ;

$M(Y)$ – математическое ожидание случайной величины Y .

Ковариация зависит от единиц измерения исследуемых величин, что ограничивает ее применение на практике. Более удобным для использования в анализе является производный от нее показатель – коэффициент корреляции R , вычисляемый по формуле:

$$R = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Определение количественных характеристик для оценки тесноты взаимосвязи между случайными величинами в Excel может быть осуществлено с помощью статистических функций *КОВАР()* и *КОРРЕЛ()*.

Определим степень тесноты взаимосвязей между переменными V, Q, P, NCF и NPV . При этом в качестве меры будем использовать показатель корреляции R .

	A	B	C	D	E	F
1		Расходы	Количество	Цена	Поступления	ЧСС
2	Расходы	1				
3	Количество	-0,016291	1			
4	Цена	-0,016291		1		
5	Поступления	-0,328275	0,91021395	0,910214	1	
6	ЧСС	-0,328275	0,91021395	0,910214		1

Рис. 6. Результаты корреляционного анализа

Как следует из результатов корреляционного анализа, выдвинутая в процессе предыдущего решения гипотеза о независимости распределений ключевых переменных V, Q, P в целом подтвердилась. Значения коэффициентов кор-

реляции между переменными расходами V , количеством Q и ценой P близки к нулю.

В свою очередь величина показателя NPV напрямую зависит от величины потока платежей ($R = 1$). Кроме того, существует корреляционная зависимость средней степени (рис. 6) между Q и NPV ($R = 0,91$), а так же между P и NPV ($R = 0,91$). Как и следовало ожидать, между величинами V и NPV существует умеренная обратная корреляционная зависимость ($R = -0,32$).

По результатам имитационного анализа риск проекта невысок.

Этап 5. Подводя итоги, анализируем полученные результаты и принимаем решение.

По данным результатов проведенного анализа проект по созданию и продаже туров на Олимпиаду в Сочи в 2014 году быстро окупаем, принесет прибыль.

Литература

1. Афанасьева, О.В. Теория и методы статистического прогнозирования: учебно-методический комплекс (учебное пособие) /О.В. Афанасьева, Е.С. Голлик. – СПб.: изд-во СЗТУ, 2008, – 182с.

2. Емельянов, А.А. Имитационное моделирование экономических процессов /А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума. – М.: Изд-во: Финансы и статистика, 2002.

3. Кельтон, В. Имитационное моделирование /В. Кельтон, А. Лоу. – М.: Изд-во Питер, 2007. – 848 с.

4. Лычкина, Н.Н. Учебник по имитационному моделированию экономических процессов /Н.Н. Лычкина. – М.: Изд-во: Академия АйТи, 2005. – 164 с.

5. Розен, В.В. Математические модели принятия решений в экономике: учеб. Пособие /В.В. Розен. – М.: Изд-во: Книжный дом, 2002. – 288 с.

Рецензент доц. Клавдиев А.А.