Вестник ТвГУ. Серия "Экономика и управление". 2013. Выпуск 18. С. 171-176

УДК 519.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСТОГО ДИСКОНТИРОВАННОГО ДОХОДА С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ф. В. Ильин

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, г. Санкт-Петербург

В статье рассматривается модель расчета чистого дисконтированного дохода (ЧДД) от инвестиции при случайном характере годовых доходов и уровня инфляции. На основе данных о конкретном инвестиционном проекте предприятия ЗАО НПП «АНА» исследован закон распределения случайной величины ЧДД, получены оценки математического ожидания и дисперсии ЧДД.

Ключевые слова: *инвестиции, инвестиционный проект, эффективность, имитационное моделирование, случайная величина, закон распределения.*

Определение приемлемого для инвестора уровня экономической эффективности инвестиций является наиболее сложной областью экономических расчетов, так как здесь надо учесть трудно предсказуемые изменения во внешней по отношению к проекту среде, а также системы налогообложения в условиях нестабильной экономики [1, с. 12].

При анализе эффективности инвестиций широко применяемый показатель – чистая приведенная (текущая) стоимость - Net Present Value (NPV) [2, с.46]. Этот метод основан на сопоставлении величины исходной инвестиции (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений, генерируемых ею в течение прогнозируемого срока. Поскольку приток денежных средств распределен во времени, он дисконтируется с помощью коэффициента r, устанавливаемого аналитиком (инвестором) самостоятельно исходя из ежегодного процента возврата, который он хочет или может иметь на инвестируемый им капитал.

Допустим, делается прогноз, что инвестиция (IC) будет генерировать в течение T лет годовые доходы в размере R1, R2, ..., RT. Чистый приведенный эффект (NPV) рассчитывают по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{R_t}{(1+r-J)^t} - IC,$$

где J – уровень инфляции.

Ключевую роль при определении NPV играет доход (Rt), который оценивается с учетом временной стоимости и определенных рисков, оказывающих непосредственное влияние на формирование его величины.

В настоящее время в общем случае при определении дисконтированного дохода риски либо учитываются частично, либо вообще не учитываются. С помощью формулы Дисмана возможно учесть технические и коммерческие риски инвестиций:

$$ДС = P_T P_K \sum_{t=0}^{T} \frac{R_t}{(1+r-J)^t},$$

где P_T, $P_к$ — вероятности достижения технического и коммерческого успеха.

В данной формуле учитывается всего лишь 2 вида риска. Кроме того, она работает по принципу «все или нечего», а по сути доход Rt представляет собой некоторую непрерывную случайную величину. Из этого вытекает, что NPV как сумма случайных величин также является случайной величиной.

В настоящей статье исследуем закон распределения случайной величины NPV при случайном характере уровня инфляции (J) и величины годового дохода (Rt).

Для моделирования случайных величин уровня инфляции (J) и годового дохода (Rt) воспользуемся одним из методов имитационного моделирования - методом Монте-Карло. Метод Монте-Карло (метод статистических испытаний) - численный метод решения различных задач при помощи моделирования случайных событий. Для моделирования случайных величин J и Rt применим датчик случайных чисел (ДСЧ) – устройство для выработки нормально распределенных случайных чисел.

Расчет значений J и Rt делали на основе данных, полученных на предприятии ЗАО НПП «АНА» для заданного инвестиционного проекта. Прогнозные значения Rt получали на основе статистической обработки результатов экспертных оценок, а прогноз уровня инфляции J – на основе метода экстраполяции временного ряда. В конечном счете это позволило определить оценки математических ожиданий и средних квадратичных отклонений указанных случайных величин.

С помощью ДСЧ получали некоторую реализацию значений R_t по годам. Аналогичным способом получали и реализацию значения J. Далее рассчитывали NPV по данным, полученным в ходе каждой генерации данных с помощью ДСЧ (Табл. 1). Данную процедуру повторяли 100 раз.

Таблица 1

Значения NPV для различных реализаций

№	NPV	№	NPV	№	NPV	№	NPV	№	NPV
1	12,3644	21	12,2810	41	12,1085	61	12,3385	81	12,3476
2	12,2559	22	12,2873	42	12,6530	62	12,4468	82	12,2197
3	13,1723	23	12,2773	43	12,5825	63	11,7606	83	12,9526
4	11,8389	24	12,5315	44	12,0498	64	12,0356	84	12,1348
5	11,9409	25	12,6049	45	12,1872	65	12,6845	85	11,9018
6	12,4192	26	12,4431	46	11,9316	66	12,8945	86	12,2249
7	12,5250	27	11,6046	47	12,2836	67	12,1213	87	12,3006
8	12,4401	28	12,4920	48	12,3961	68	12,4079	88	13,0101
9	12,3062	29	12,5688	49	12,3227	69	12,9942	89	13,2307
10	12,8182	30	12,4542	50	12,4390	70	12,1423	90	12,4791
11	13,1442	31	12,6184	51	12,5482	71	12,7891	91	12,2325
12	11,9514	32	12,4995	52	11,9149	72	12,9797	92	12,2646
13	12,6403	33	12,7620	53	12,8239	73	12,5081	93	12,2571
14	12,6681	34	12,7227	54	12,2141	74	12,1276	94	12,1511
15	12,3926	35	11,9238	55	12,2178	75	12,6092	95	12,2192
16	12,4009	36	11,9152	56	12,9036	76	12,8680	96	12,6758
17	12,3699	37	12,2602	57	12,8139	77	12,3157	97	12,5389
18	12,1248	38	12,5395	58	13,1272	78	12,0007	98	12,3735
19	12,1540	39	12,5682	59	11,7790	79	12,9589	99	12,9157
20	13,1800	40	11,9478	60	12,0037	80	12,2952	100	12,2524

В результате статистической обработки n=100 генераций найдены математическое ожидание и дисперсия случайной величины NPV:

$$\overline{NPV} = 12,4167; \quad s^2\{NPV\} = 0,124$$

Для анализа закона распределения полученные значения NPV необходимо обобщить и систематизировать. Для этого будем использовать структурную группировку, основанную на равных закрытых интервалах, приняв количество интервалов (k), равным 10.
Величина интервала вычисляется по формуле:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k},$$

где x_{max} – максимальное значение NPV;

x_{min} – минимальное значение NPV.

Для нашего случая :

x_{max} =13,2307;

x_{min} = 11,6046;

$$h = \frac{13,2307 - 11,6046}{10} = 0,16261.$$

Сгруппированные данные представлены в *табл.* 2 (где n_i – количество значений NPV в i-м интервале; x_i – среднее значение NPV в i-м интервале), а также на гистограмме (Рис. 1).

Таблица 2

Структурная группировка

	Интервал	n_i	x_i
1	11,6046 – 11,76721	2	11,685905
2	11,76721 – 11,92982	6	11,848515
3	11,92982 – 12,09243	8	12,011125
4	12,09243 – 12,25504	16	12,173735
5	12,25504 – 12,41765	22	12,336345
6	12,41765 – 12,58026	17	12,498955
7	12,58026 – 12,74287	10	12,661565
8	12,74287 – 12,90548	8	12,824175
9	12,90548 – 13,06809	6	12,986785
10	13,06809 – 13,2307	5	13,149395

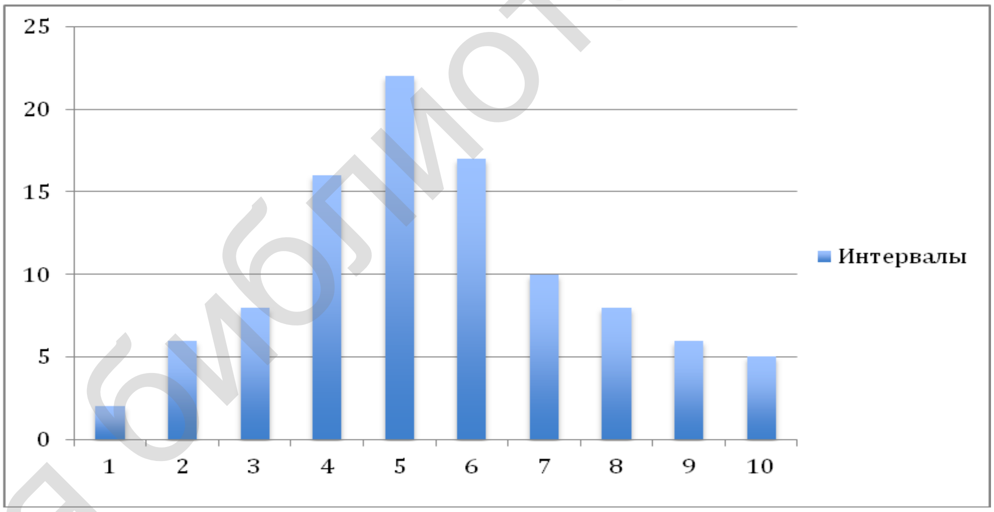

Рисунок 1. Количество значений NPV в каждом интервале

Для того чтобы проверить гипотезу о нормальном законе распределения надо:

1) Вычислить выборочную среднюю $\overline{X}$ и выборочное среднее квадратичное отклонение S.
2) Вычислить теоретические частоты

$$\overline{n_i} = \frac{nh}{s} f(u_i), \quad \text{где } u_i = \frac{x_i - \overline{x}}{s}, \quad \phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2}.$$

3) Сравнить эмпирические и теоретические частоты с помощью критерия Пирсона.

$$\chi^2_{набл} = \sum \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'};$$

4) По таблице критических точек распределения c^2, по заданному уровню значимости $a = 0,05$ и числу степеней свободы $k = s - 3$ (s – число групп выборки) найти критическую точку $\chi^2_{kp}(\alpha; k)$ правосторонней критической области.

Если $\chi^2_{набл} \prec \chi^2_{kp}(\alpha; k)$ – нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении. Если $\chi^2_{набл} \succ \chi^2_{kp}(\alpha; k)$ – гипотезу отвергают [3, с.27].

Проведем вычисления на основе имеющихся данных. Средняя арифметическая и выборочная дисперсия NPV нами уже вычислены.

Вычислим теоретические частоты, учитывая, что n = 100, h = 0,16261 и $n_i = 45,399 j\ (u_i)$. (табл. 3).

Таблица 3

Теоретические частоты

i	x_i	u_i	$\varphi\ (u_i)$	$n_i' = 45,399\ \varphi\ (u_i)$
1	11,685905	-2,05	0,0488	2,215
2	11,848515	-1,60	0,1109	5,035
3	12,011125	-1,14	0,2083	9,457
4	12,173735	-0,69	0,3144	14,273
5	12,336345	-0,24	0,3876	17,597
6	12,498955	0,22	0,3894	17,678
7	12,661565	0,67	0,3187	14,469
8	12,824175	1,13	0,2107	9,566
9	12,986785	1,58	0,1145	5,198
10	13,149395	2,03	0,0508	2,306

Сравним эмпирические и теоретические частоты (табл. 4) , из которой найдем наблюдаемое значение критерия Пирсона.

Таблица 4

Эмпирические и теоретические частоты

i	n_i	n_i'	$n_i - n_i'$	$(n_i - n_i')^2$	$(n_i - n_i')^2/ n_i'$
1	2	2,215	-0,215	0,046	0,021
2	6	5,035	0,965	0,932	0,185
3	8	9,457	-1,457	2,122	0,224
4	16	14,273	1,727	2,981	0,209
5	22	17,597	4,403	19,390	1,102
6	17	17,678	-0,678	0,460	0,026
7	10	14,469	-4,469	19,968	1,380
8	8	9,566	-1,566	2,451	0,256
9	6	5,198	0,802	0,643	0,124

10	5	2,306	2,694	7,256	3,146
Σ	100				$c^2_{набл} = 6{,}674$

По таблице критических точек распределения c^2 находим критическую точку правосторонней области

$$c^2_{кр}(0,05;7) = 14,067$$

Так как $\chi^2_{набл} \prec \chi^2_{kp}$ – гипотезу о нормальном распределении принимаем.

Список литературы

1. Бланк И. А. Инвестиционный менеджмент: учеб. Курс – К.: Эльга-И, Ника-Центр, 2001. – 448 с.
2. Иванов Г. И. Инвестиции: сущность, виды, механизмы функционирования: сер. учебники, учебные пособия. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 352 с.
3. Богданов А.И. Методы обработки маркетинговой информации: учебн. пособие - СПБ.: ФГБОУВПО «СПГУТД», 2012. - 90 с.

RESEARCH OF THE NET PRESENT VALUE STATISTICAL LAW BY MEANS OF SIMULATION MODELING

F.V. Ilin

St. Petersburg State University of Technology and Design

The paper deals with the calculation model of the net present value from the investment of random nature of annual income and inflation rate. The statistical law of the NPV random value was analyzed and the estimation of mathimatical expectation and dispersion was gained on the basis of data about concrete enterprise investment project ZAO NPP (JSC R&D enterprise) «ANA»

***Keywords**: investment, investment project, efficiency, simulation modeling, random value, statistical law*

Об авторах:

ИЛЬИН Федор Васильевич – аспирант кафедры экономики и финансов Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, начальник ОПИК, Санкт-Петербургский филиал ОАО «Банк Москвы», e-mail: homo_sapiens-spb@mail.ru