УДК 336.001.57.004

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ ЗАСОБАМИ MS EXCEL

© 2014 **ГЛОТОВ Є. О., ЧЕРЕВАТЕНКО В. А.**

УДК 336.001.57.004

Глотов Є. О., Череватенко В. А. Реалізація методів імітаційного моделювання ризиків інвестиційних проектів засобами MS Excel

Інвестиційне проектування розглядає інвестиційний проект як об'єкт фінансової операції, зв'язаної із розподіленими в часі фінансовими надходженнями і витратами коштів, тобто грошовими потоками, або як систему організаційно-правових і розрахунково-фінансових документів, необхідних для здійснення певних дій або таких, що описують ці дії. У даній роботі розглядається економічна задача, на основі якої розроблено технологію для проведення імітаційного експерименту. Враховуючи те, що вихідні змінні, що входять у задачу так само, як і результати, є випадковими, то перед проведенням імітаційного моделювання потрібно знати, який буде закон розподілу змінних (рівномірний чи нормальній). Якщо закон розподілу випадкових величин, які входять у задачу, невідомий, то потрібно проводити обчислювальні експерименти як для рівномірного розподілу, так і для нормального, а потім їх порівнювати. У результаті порівняння вибирається той, що дає найбільші грошові надходження при мінімальній чистій сучасній вартості інвестиційного проекту. Виходячи з вищевикладеного в роботі були розроблено шаблони («Імітація», «Результати аналізу») для проведення імітаційного моделювання для рівномірного і нормального законів розподілу ключових змінних задачі та результатів (NCF, NPV). Одержано числові характеристики ключових змінних та результатів і проведено їх ймовірнісний аналіз. Крім того, був зроблений графічний порівняльний аналіз NCF, NPV для різних розподілів. У результаті порівняльного аналізу зроблено висновок про те, що коли проводиться велика кількість експериментів, то краще всього вибирати нормальній закон розподілу ключових змінних і результатів.

Ключові слова: *імітаційне моделювання, рівномірний розподіл, нормальний розподіл, грошовий потік, чиста сучасна вартість, ключові змінні.*
Рис.: *6.* ***Табл.:*** *2.* ***Формул:*** *2.* ***Бібл.:*** *15.*

Глотов Євген Олександрович *– кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри економіко-математичних методів та інформаційних технологій, Харківський інститут фінансів Українського державного університету фінансів і міжнародної торгівлі (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)*
E-mail: *glotov50@mail.ru*

Череватенко Володимир Андрійович *– кандидат економічних наук, доцент, заступник директора Харківського інституту фінансів Українського державного університету фінансів і міжнародної торгівлі (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)*
E-mail: *arcvol_k@rambler.ru*

УДК 336.001.57.004

Глотов Е. А., Череватенко В. А. Реализация методов имитационного моделирования рисков инвестиционных проектов средствами MS Excel

Инвестиционное проектирование рассматривает инвестиционный проект как объект финансовой операции, связанной с распределенными во времени финансовыми поступлениями и денежными расходами, то есть денежными потоками, или как систему организационно-правовых и расчетно-финансовых документов, необходимых для осуществления определенных действий или таких, что описывают эти действия. В данной работе рассматривается экономическая задача, на основе которой разработана технология для проведения имитационного эксперимента. Учитывая то, что выходные переменные, входящие в задачу, как и результаты, являются случайными, то перед проведением имитационного моделирования необходимо знать, какой будет закон распределения переменных (равномерный или нормальный). Если закон распределения случайных величин, входящих в задачу, неизвестен, то нужно проводить вычислительные эксперименты как для равномерного распределения, так и для нормального, а потом их сравнивать. В результате сравнения выбирается тот, который дает наибольшие денежные поступления при минимальной чистой современной стоимости инвестиционного проекта. Исходя из вышеизложенного в работе были разработаны шаблоны («Имитация», «Результаты анализа») для проведения имитационного моделирования как равномерного, так и нормального законов распределения ключевых переменных задачи и результатов (NCF, NPV). Получены числовые характеристики ключевых переменных и результатов и проведен их вероятностный анализ. Кроме того, был сделан графический сравнительный анализ NCF, NPV для различных распределений. В результате сравнительного анализа был сделан вывод о том, что когда проводится большое количество экспериментов, то лучше всего выбирать нормальной закон распределения ключевых переменных и результатов.

Ключевые слова: *имитационное моделирование, равномерное распределение, нормальное распределение, денежный поток, чистая современная стоимость, ключевые переменные.*
Рис.: *6.* ***Табл.:*** *2.* ***Формул:*** *2.* ***Библ.:*** *15.*

Глотов Евгений Александрович *– кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой экономико-математических методов и информационных технологий, Харьковский институт финансов Украинского государственного университета финансов и международной торговли (пер. Плетневский, 5, Харьков, 61003, Украина)*
E-mail: *glotov50@mail.ru*

Череватенко Владимир Андреевич *– кандидат экономических наук, доцент, заместитель директора Харьковского института финансов Украинского государственного университета финансов и международной торговли (пер. Плетневский, 5, Харьков, 61003, Украина)*
E-mail: *arcvol_k@rambler.ru*

UDC 336.001.57.004

Hlotov Ye. O., Cherevatenko V. A. Implementation of Methods of Simulation Modeling of Investment Project Risks by Means of MS Excel

Investment project development regards an investment project as an object of a financial operation associated with time-phased financial receipts and spendings, that is cash flows, or as a system of organizational and legal as well as settlement and financial documents necessary for carrying out certain activities or those which describe such activities. This work considers a business problem which serves as the basis for development of a simulation procedure. Considering that the original variables included into the problem as well as the results are arbitrary, it is necessary to know the law of distribution of the variables (uniform or normal) before simulation modeling. If the law of distribution of random variables included into the problem is unknown, it is necessary to conduct computational experiments both for the uniform and the normal distribution and compare them afterwards. Based on the comparison, preference is given to the option which yields the largest money receipts with the minimal net present value of the investment project. In the view of the foregoing, the templates ("Simulation", "Analysis Results") designed for simulation modeling for the uniform and normal laws of distribution of the key variables of the problem as well as the results (NCF, NPV) were developed in the work. Numerical characteristics were obtained for the key variables and the results, and their probabilistic analysis was carried out. In addition, a graphical comparative analysis of NCF, NPV was conducted for different distributions. A conclusion was made on the basis of the comparative analysis that if a large number of experiments are held, the best option is to select the normal law of distribution of key variables and results.

Key words: *simulation modeling, uniform distribution, normal distribution, cash flow, net present value, key variables.*
Pic.: *6.* ***Tabl.:*** *2.* ***Formulae:*** *2.* ***Bibl.:*** *15.*

Hlotov Yevhen O. *– Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Economic and Mathematical Methods and Information Technology, Kharkiv Institute of Finance of the Ukrainian State University of Finance and International Trade (per. Pletnovskyy, 5, Kharkiv, 61003, Ukraine)*
E-mail: *glotov50@mail.ru*

Cherevatenko Volodymyr A. *– Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Deputy Director of the Kharkiv Institute of Finance of the Ukrainian State University of Finance and International Trade (per. Pletnovskyy, 5, Kharkiv, 61003, Ukraine)*
E-mail: *arcvol_k@rambler.ru*

В аналізі ризиків інвестиційних проектів, як правило, використовуються як база для експериментів прогнозні дані про обсяги продажів, витрати, ціни тощо. При проведенні фінансового аналізу часто використовуються моделі, які містять випадкові величини, поведінка яких не детермінована управлінням чи тим, хто приймає рішення.

Імітаційне моделювання є серією чисельних експериментів, покликаних одержати емпіричні оцінки міри впливу різних факторів (початкових величин) на деякі залежні від них результати (показники).

Застосування методу імітаційного моделювання продемонструвало широкі можливості його використання в інвестиційному проектуванні, особливо в умовах невизначеності і ризику. Даний метод особливо зручний для практичного застосування тим, що вдало сполучається з іншими економіко-статистичними методами, а також із теорією ігор та іншими методами дослідження операцій. Практичне застосування методу імітаційного моделювання показало, що найчастіше він дає більш оптимістичні оцінки, ніж інші методи. Інвестиційне проектування доводиться проводити з урахуванням ризику та невизначеності [1 – 5], а таке проектування має ряд особливостей:

1. Основною відмітною рисою проектів, розроблюваних і оцінюваних із урахуванням невизначеності, є те, що умови реалізації таких проектів і одержані результати не вважаються визначеними з імовірністю, рівною 1, інакше кажучи, вважаються недетермінованими. У зв'язку з цим доводиться брати до уваги весь спектр можливих значень ключових параметрів проекту, розглядаючи при цьому ймовірності кожного можливого варіанта, а також характер розподілу ймовірностей.

2. Вплив факторів ризику і невизначеності неминуче приводить до того, що зміст, склад інвестиційного проекту і проектних матеріалів істотно змінюються. Ця обставина обумовлює необхідність застосування нових, удосконалених методів, технологій та інструментів інвестиційного проектування.

У загальному випадку під *ризиком* розуміється можливість настання деякої несприятливої події [6], яка стає причиною тих чи інших втрат (наприклад, одержання фізичної травми, втрата майна, одержання доходів, нижчих за очікувані, тощо).

Існування ризику пов'язане з неможливістю точно прогнозувати майбутнє. Виходячи з цього варто виділити основну властивість ризику: ризик має місце тільки відносно майбутнього і нерозривно пов'язаний із прогнозуванням і плануванням, а отже, із прийняттям рішень взагалі.

Імітаційне моделювання є одним із найпотужніших методів аналізу економічної системи. У загальному випадку під *імітацією* розуміється процес проведення на ЕОМ експериментів із математичними моделями складних систем реального світу [7]. У даній роботі розглядається імітаційне моделювання, яке дозволяє вибрати найкращій варіант рішення економічної задачі, в яку входять випадкові числові величини.

Для проведення імітаційного моделювання необхідно мати метод його проведення для рішення економічних задач, який дозволяв би вибрати необхідні ключові змінні, при яких досягається максимальні грошові надходження при мінімальній чистій сучасній вартості інвестиційного проекту. При цьому можна запропонувати вибір ймовірного розподілу ключових змінних і результатів при проведенні обчислювального експерименту. Одержати числові характеристики ключових змінних і провести ймовірнісний аналіз ключових випадкових величин, які входять до задачі.

Для проведення імітаційного експерименту можна запропонувати таку послідовність дій:

1. Установити взаємозв'язок між початковими величинами і вихідними показниками у вигляді математичного рівняння або не рівняння.

2. Задати закони розподілу ймовірностей для ключових параметрів моделі.

3. Провести комп'ютерну імітацію значень ключових параметрів моделі.

4. Розрахувати основні характеристики розподілів початкових величин і вихідних показників.

5. Провести аналіз одержаних результатів і прийняти рішення.

Результати імітаційного експерименту можуть бути доповненими статистичним аналізом, а також використовуватися для побудови прогнозних моделей [7].

Інвестиційне проектування доводиться робити з урахуванням ризику та невизначеності. У зв'язку з цим необхідно брати до уваги весь спектр можливих значень ключових параметрів проекту, розглядаючи при цьому ймовірності у кожного можливого варіанта, а також характер розподілу ймовірностей.

Мета роботи полягає в дослідженні впливу типу розподілу ймовірностей ключових параметрів на чисту сучасну вартість проекту (*NPV*) та надходження (*NCF*) і розробка методу проведення імітаційного моделювання в середовищі Excel. Справа в тому, що в табличному процесорі Excel можна проводити обчислювальний експеримент як за допомогою функцій: **СЛЧИС()** і **СЛУЧМЕЖДУ(нижняя граница; верхняя граница)** [8, с. 240], так і за допомогою інструмента, який називається **ГЕНЕРАТОР ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ**. Використання функцій дозволяє проводити обчислювальний експеримент, в якому випадкові ключові змінні та результати розподілені по рівномірному закону, а інструмент **ГЕНЕРАТОР ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ** дозволяє вибрати сім типів розподілів, тому в подальшому ми його будемо використовувати.

Інструмент **ГЕНЕРАТОР ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ** призначений для автоматичної генерації множини даних (генеральної сукупності) заданого об'єму, елементи якого характеризуються певним розподілом ймовірностей.

При цьому можуть бути використані сім типів розподілів: рівномірний, нормальний, Бернуллі, Пуассона, біноміальний, модельний і дискретний.

Реалізацію методу імітаційного моделювання ризиків інвестиційного проекту розглянемо на прикладі.

Приклад 1. Фірма розглядає інвестиційний проект з виробництва продукту **А**. У процесі попереднього аналізу експертами виявлено три ключові параметри

проекту і визначено можливі границі їх зміни (*табл. 1*). Інші параметри проекту вважаються сталими величинами (*табл. 2*).

Таблиця 1

Ключові параметри проекту з виробництва продукту А

Показник	Сценарій		
	Найгірший	Ймовірний	Найкращій
Обсяг випуску, *Q*	500	600	700
Ціна за одиницю, *P*	25	35	45
Змінні витрати, *V*	5	10	15

Таблиця 2

Сталі параметри проекту з виробництва продукту А

Показник	Найбільш імовірне значення
Сталі витрати, *F*	500
Амортизація, *A*	100
Податок на прибуток, *T*	60%
Норма дисконту, *r*	13%
Строк проекту, *n*	5
Початкова інвестиція, I_0	1000

Першим етапом аналізу є визначення залежності результативного показника від початкових даних. При цьому за результативний показник можна вибрати чисту сучасну вартість проекту *NPV* [9]:

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

де NCF_t – величина чистого потоку платежів за період *t*.

З метою спрощення вважаємо, що генерований проектом потік платежів має вид ануїтету. Тоді величина потоку платежів *NCF* для будь-якого періоду *t* однакова і може визначатися з такого співвідношення [9 – 15]:

$$NCF = [Q(P - V) - F - A](1 - T) + A. \qquad (2)$$

Наступними етапом проведення аналізу є вибір законів розподілу ймовірностей ключових змінних. У розглядуваному прикладі ключовими змінюваними параметрами є змінні витрати *V*, обсяг випуску *Q* і ціна *P*. Діапазони можливих змін цих показників наведені в табл. 1. Для проведення імітаційного моделювання створимо в робочій книзі два аркуші: «Імітація» (*рис. 1*) і « Результати аналізу» (*рис. 2*). Для дослідження вибираємо спочатку рівномірній розподіл випадкових величин. Використовуючи інструмент **ГЕНЕРАТОР ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ**, встановлюємо рівномірний розподіл і одержуємо фрагменти аркуша «Імітація» (див. рис. 1) і «Результати аналізу» (див. рис. 2).

Аналогічні дії проведемо для нормального розподілу (*рис. 3*, *рис. 4*).

Для розрахунку ймовірностей змінних вихідних та результативних параметрів проекту у відповідні комірки аркуша «Результати аналізу» введемо формули [9]:

B17: =НОРМРАСП(0;B8;B9;1), B18:=НОРМРАСП(B11;B8;B9;1),

B19: =НОРМРАСП(B12;B8;B9;1) - НОРМРАСП(B8+B9;B8;B9;1),

B20: =НОРМРАСП(B8;B8;B9;1) - НОРМРАСП(B8-B9;B8;B9;1),

C17: =НОРМРАСП(0;C8;C9;1), C18:=НОРМРАСП(C11;C8;C9;1),

C19: =НОРМРАСП(C12;C8;C9;1) - НОРМРАСП(C8+C9;C8;C9;1),

C20: =НОРМРАСП(C8;C8;C9;1) - НОРМРАСП(C8-C9;C8;C9;1),

D17: =НОРМРАСП(0;D8;D9;1), D18: =НОРМРАСП(D11;D8;D9;1),

D19: =НОРМРАСП(D12;D8;D9;1)-НОРМРАСП(D8+D9;D8;D9;1),

D20: =НОРМРАСП(D8;D8;D9;1)-НОРМРАСП(D8-D9;D8;D9;1),

E17: =НОРМРАСП(0;E8;E9;1),

E18: =НОРМРАСП(E11;E8;E9;1), E19: =НОРМРАСП(E12;E8;E9;1) - НОРМРАСП(E8+E9;E8;E9;1), E20: =НОРМРАСП(E8;E8;E9;1) - НОРМРАСП(E8-E9;E8;E9;1), F17: =НОРМРАСП(0;F8;F9;1), F18: =НОРМРАСП(F11;F8;F9;1), F19: =НОРМРАСП(F12;F8;F9;1) - НОРМРАСП(F8+F9;F8;F9;1), F20: =НОРМРАСП(F8;F8;F9;1) - НОРМРАСП(F8-F9;F8;F9;1).

Формули аркуша «Імітація»:

	A	B	C	D	E
1	Початкові умови експерименту				
2		Змінні витрати	Кількість	Ціна	Ймовірність
3	Найгірший сценарій	5,00	500,00	25,00	0,25
4	Ймовірний сценарій	10,00	600,00	35,00	0,50
5	Найкращий сценарій	15,00	700,00	45,00	0,25
6					
7	Середнє значення	10	600	35	
8	Стандартне відхилення	3,54	70,71	7,07	
9					
10	Експериментів =	1000		Номер рядка=	1012
11	Результати проведення імітаційного моделювання				
12	Змінні витрати (V)	Кількість (Q)	Ціна (P)	Надходження (NCFt)	ЧСВ (NPVt)
13	13,65962706	657,1703238	26,46305734	3225,61	10345,23
14	14,92675558	522,2724082	33,39136937	3717,42	12075,04
15	9,627216407	604,1779839	40,28183844	7268,34	24564,43
16	9,526810511	577,4620808	37,39600818	6297,36	21149,28
17	14,30356761	548,5854671	40,26841029	5557,57	18547,27
18	12,10989715	618,4606464	36,29856258	5843,90	19554,33

Рис. 1. Фрагмент аркуша «Імітація» для рівномірного розподілу

	A	B	C	D	E	F
1	Імітаційний аналіз Рівномірний розподіл					
2	Початкові інвестиції (Io)	1000,00	Норма дисконту (r)	13,00%		
3	Сталі витрати (F)	500,00	Податок на прибуток (T)	60,00%		
4	Амортизація (A)	100,00	Термін проекту (n)	5,00		
5	Результати аналізу обчислювального експерименту					
6	Показники	Змінні витрати (V)	Кількість (Q)	Ціна (P)	Надходження (NCFt)	ЧСВ (NPVt)
7	Числові характеристики					
8	Середнє значення	10,08	601,58	34,89	5831,58	19511,01
9	Стандартне відхилення	2,81	56,99	5,79	1663,99	5852,65
10	Коефіцієнт варіації	0,28	0,09	0,17	0,29	0,30
11	Мінімум	5,03	500,16	25,00	2177,38	6658,34
12	Максимум	14,99	699,27	45,00	10364,44	35454,13
13	Число випадків ЧСВ <0					0,00
14	Сума збитків (ЧСВ < 0)					0,00
15	Сума доходів (ЧСВ > 0)					19511009,23
16	Ймовірносний аналіз випадкових величін					
17	P(E<=0)	0,00016652	2,36755E-26	8,25806E-10	0,000228673	0,000428484
18	P(E<= min)	0,036117276	0,037561922	0,043782514	0,01404441	0,01404441
19	P(M(E)+V<= E<= max)	0,118559832	0,115427992	0,11828845	0,155431275	0,155431275
20	P(M(E)-V<= E<= M(E))	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Рис. 2. Аркуш «Результати аналізу» для рівномірного розподілу

	A	B	C	D	E
1	Початкові умови експерименту				
2		Змінні витрати	Кількість	Ціна	Ймовірність
3	Найгірший сценарій	5,00	500,00	25,00	0,25
4	Ймовірний сценарій	10,00	600,00	35,00	0,50
5	Найкращий сценарій	15,00	700,00	45,00	0,25
6					
7	Середнє значення	10	600	35	
8	Стандартне відхилення	3,54	70,71	7,07	
9					
10	Експериментів =	1000		Номер рядка=	1012
11	Результати проведення імітаційного моделювання				
12	Змінні витрати (V)	Кількість (Q)	Ціна (P)	Надходження (NCFt)	ЧСВ (NPVt)
13	13,92057696	656,0099916	40,68873384	6884,07	23212,87
14	18,64092144	513,7821412	33,76412145	2968,01	9439,18
15	9,668730175	603,7042773	30,62551993	4920,68	16307,17
16	9,579128394	579,7531661	46,31708877	8379,58	28472,92
17	15,23371955	550,7210533	33,72676241	3933,80	12836,10
18	11,96922692	616,5089544	38,37887127	6372,71	21414,30

Рис. 3. Фрагмент аркуша «Імітація» для нормального розподілу

B7: =СУММПРОИЗВ(B3:B5;Імовірності), B8: =КОРЕНЬ(СУММПРОИЗВ(B3:B5-B7)^2;Імовірності)),

C7: СУММПРОИЗВ(C3:C5;Імовірності),

C8: =КОРЕНЬ(СУММПРОИЗВ(C3:C5-C7)^2;Імовірності)),

D7: =СУММПРОИЗВ(D3:D5;Імовірності),

D8: =КОРЕНЬ(СУММПРОИЗВ(D3:D5-D7)^2;Імовірності)), E10: =B10+13-1, D13: =(B13*(C13-A13)- Сталі витрати-Амортизація)*(1-податок) + Амортизація, E13: =ПЗ(Норма;Термін;-D13) - Початкові інвестиції.

У формулах використані імена блоків аркуша «Імітація»: Блок E3:E5-Імовірності; Блок A13:A1012- Змінні витрати; Блок B13:B1012-Кількість; Блок C13:C1012-Ціна; Блок D13:D1012- Надходження; Блок E13:E1012-ЧСВ (чиста сучасна вартість). Порівняння характеристик відповідних розподілів величин NCF_t і NPV_t за певний період часу наведене на *рис. 5* і *рис. 6*.

ВИСНОВКИ

Пропонується технологія проведення імітаційного моделювання для рішення економічних задач з ви-

	A	B	C	D	E	F
1	**Імітаційний аналіз Нормальний розподіл**					
2	Початкові інвестиції (Io)	1000,00	Норма дисконту (r)	13,00%		
3	Сталі витрати (F)	500,00	Податок на прибуток (T)	60,00%		
4	Амортизація (A)	100,00	Термін проекту (n)	5,00		
5	**Результати аналізу обчислювального експерименту**					
6	**Показники**	**Змінні витрати (V)**	**Кількість (Q)**	**Ціна (P)**	**Надходження (NCFt)**	**ЧСВ (NPVt)**
7	**Числові характеристики**					
8	Середнє значення	10,11	601,28	35,08	5868,89	19642,23
9	Стандартне відхилення	3,34	68,63	6,93	2002,62	7043,67
10	Коефіцієнт варіації	0,33	0,11	0,20	0,34	0,36
11	Мінімум	0,20	376,67	12,33	94,44	-667,82
12	Максимум	20,87	789,82	56,65	12730,24	43775,20
13	Число випадків ЧСВ <0					2,00
14	Сума збитків (ЧСВ < 0)					-983,79
15	Сума доходів (ЧСВ > 0)					19643211,40
16	**Ймовірносний аналіз випадкових величин**					
17	P(E<=0)	0,001241948	9,71206E-19	2,11336E-07	0,001691501	0,002646528
18	P(E<= min)	0,001505616	0,000533017	0,000517974	0,001966742	0,001966742
19	P(M(E)+V<= E<= max)	0,158016262	0,155648704	0,157721749	0,158349202	0,158349202
20	P(M(E)-V<= E<= M(E))	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

Рис. 4. Аркуш «Результати аналізу» для нормального розподілу

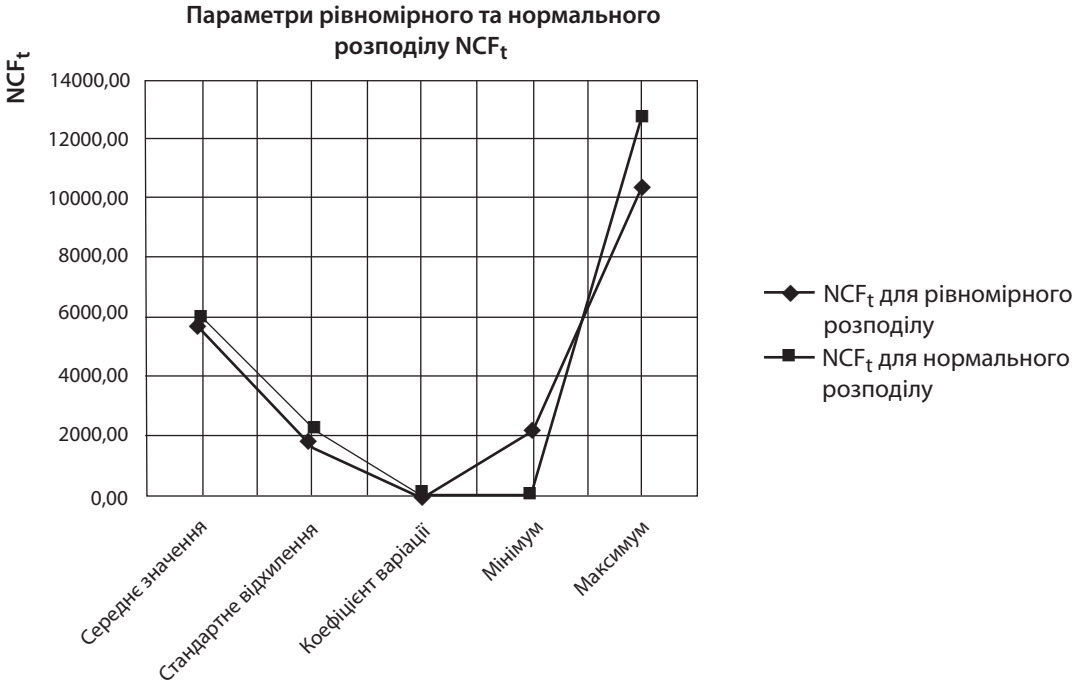

Рис. 5. Порівняння параметрів рівномірного та нормального розподілу чистого потоку платежів за період t

користанням **Генератора випадкових чисел** Excel для нормального та рівномірного розподілу випадкових ключових змінних і результатів. Авторами розроблено шаблони для проведення числових обчислювальних експериментів, одержано числові характеристики випадкових ключових змінних і результатів, проведено їх ймовірнісний аналіз. Зроблено порівняння рівномірного та нормального розподілу NPV_t і NCF_t. Пропонується для одержання максимальної чистої сучасної вартості проекту вибирати нормальний розподіл ключових параметрів проекту.

Проведені дослідження є теоретичною базою для проведення аналізу інвестиційного проектування. Одержані наукові результати можуть бути використані у практичній діяльності, навчальному процесі у вищих навчальних закладах, при розробці інформаційних технологій для визначення чистої сучасної вартості інвестицій за певний період часу. ■

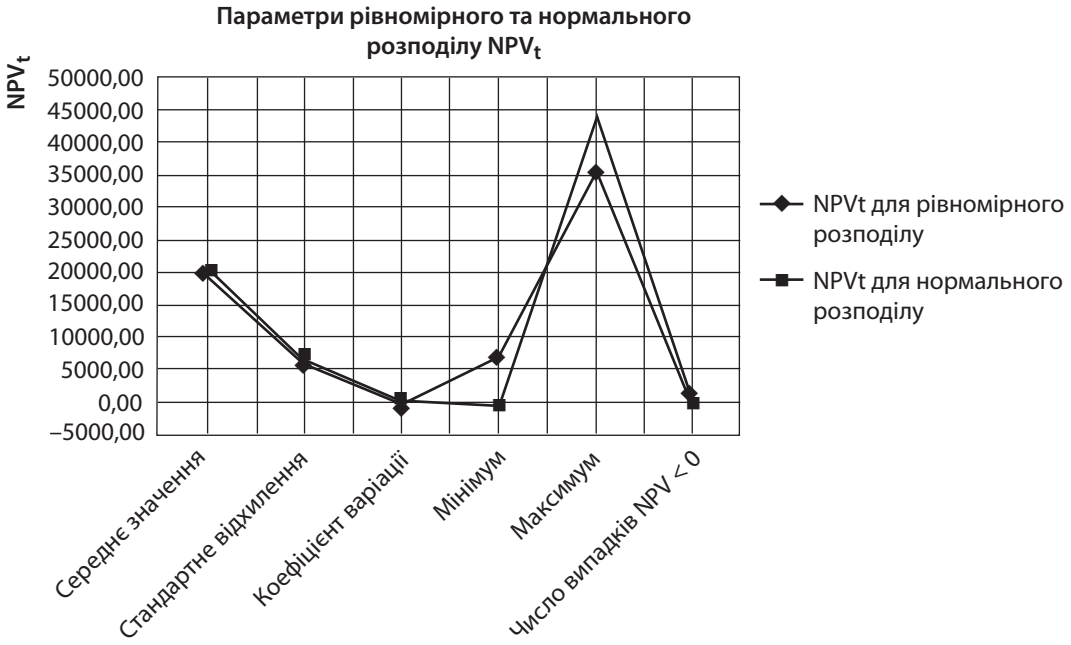

Рис. 6. Порівняння параметрів рівномірного та нормального розподілу чистої сучасної вартості проекту (NPV) за період t

ЛІТЕРАТУРА

1. Пикуза В. Экономические и финансовые расчеты в Excel / В. Пикуза, А. Гаращенко. – СПб. : Питер, 2006. – 317 с.

2. Scott, W. R. Financial Accounting Theory / William R. Scott. – Second Edition. – Scarborough, Ontario: Prentice Hall Canada Inc., 2008.

3. Ross S. The Determination of Financial Structure: The Incentive-Sygnalling Approach / S. Ross // Bell Journal of Economics. – 2009. – Vol. 8. – 23 – 40 pp.

4. Сломан Дж. Экономикс. Экспресс-курс. / Дж. Сломан, М. Сатклифф. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2007. – 608 с.

5. Царев В. В. Оценка экономической эффективности инвестиций / В. В. Царев. – СПб. : Питер, 2004. – 464 с.

6. Грачева М. В. Риск-анализ инвестиционного проекта / Под ред. М. В. Грачевой, А. Б. Секерина. – М. : Юнити-Дана, 2007. – 351 с.

7. Лукасевич И. Я. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений в Excel / И. Я. Лукасевич. – М. : Юнити-Дана, 2004. – 400 с.

8. Веденеева Е. А. Функции и формулы Excel 2007. Библиотека пользователя / Е. А. Веденеева. – СПб. : Питер, 2008. –384 с.

9. Лукасевич И. Я. Имитационное моделирование инвестиционных рисков / И. Я. Лукасевич [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.cfin.ru

10. Savvakis C. Savvides «Risk Analysis in Investment Appraisal» / C. Savvakis [Electronic resource]. – Mode of access : http://mpra.ub.uni-muenchen.de/

11. Winston, W. L. Microsoft Excel 2010: Data Analysis and Business Modeling / Wayne L. Winston. – Microsoft Press, 2011. – 678 p.

12. Выбор инвестиционного портфеля [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://stat.bashedu.ru/konkurs/bakirov/aug/vibor.htm

13. Виленский П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов / П. Л. Виленский. – М. : Дело, 2007. – 258 с.

14. Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности / С. А. Смоляк. – М. : Наука, 2008. – 305 с.

15. Беннинг Ш. Финансовое моделирование с использованием Excel / Беннинг Шимон. – 2-е изд. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2007. – 197 с.

REFERENCES

Benning, Sh. *Finansovoe modelirovanie s ispolzovaniem Excel* [Financial Modeling using Excel]. Moscow: Viliams, 2007.

Gracheva, M. V. *Risk-analiz investitsionnogo proekta* [Risk analysis of the project]. Moscow: YuNITI-Dana, 2007.

Lukasevich, I. Ya. *Analiz finansovykh operatsiy. Metody, modeli, tekhnika vychisleniy v Excel* [Analysis of financial transactions. Methods, models, computational technique in Excel]. Moscow: YuNITI-Dana, 2004.

Lukasevich, I. Ya. "Imitatsionnoe modelirovanie investitsionnykh riskov" [Simulation modeling of investment risk]. www. cfin. ru

Pikuza, V., and Garashchenko, A. *Ekonomicheskie i finansovye raschety v Excel* [Economic and financial calculations in Excel]. St. Petersburg: Piter, 2006.

Ross, S. "The Determination of Financial Structure: The Incentive-Sygnalling Approach". *Bell Journal of Economics,* vol. 8 (2009): 23-40.

Scott, W. R. *Financial Accounting Theory*. Scarborough, Ontario: Prentice Hall Canada Inc., 2008.

Sloman, Dzh., and Satkliff, M. *Ekonomiks. Ekspress-kurs* [Economics. Express course]. St. Petersburg: Piter, 2007.

Savvides, Savvakis C. "Risk Analysis in Investment Appraisal" http://mpra.ub.uni-muenchen.de/

Smoliak, S. A. *Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov v usloviiakh riska i neopredelennosti* [Evaluating the effectiveness of investment projects in terms of risk and uncertainty]. Moscow: Nauka, 2008.

Tsarev, V. V. *Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti investitsiy* [Assessment of the economic efficiency of investments]. St. Petersburg: Piter, 2004.

"Vybor investitsionnogo portfelia" [The choice of an investment portfolio]. http://stat.bashedu.ru/konkurs/bakirov/aug/vibor.htm

Vilenskiy, P. L. *Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov* [Evaluating the effectiveness of investment projects]. Moscow: Delo, 2007.

Vedeneeva, E. A. *Funktsii i formuly Excel 2007* [Functions and formulas Excel 2007]. St. Petersburg: Piter, 2008.

Winston, Wayne L. *Microsoft Excel 2010: Data Analysis and Business Modeling*: Microsoft Press, 2011.