

**Степаненко О.А.**  
кандидат економічних наук,  
доцент кафедри менеджменту  
Міжнародного гуманітарного університету  
E-mail: lenasty@mail.ru

## МОДЕЛЮВАННЯ ВИПАДКОВИХ ГРОШЕВИХ ПОТОКІВ ПРОЕКТУ МЕТОДОМ СИСТЕМНОЇ ДИНАМІКИ

**Анотація.** У статті викладено аргументи на користь доцільності застосування метода системної динаміки з метою прогнозування майбутнього грошового потоку проекту. Обґрунтовано і рекомендовано використання імітаційних моделей з метою прогнозування фінансових показників фірми.

**Ключеві слова:** фінансовий стан, грошовий потік, імітаційне моделювання, метод системної динаміки, фінансовий ризик.

**Аналіз досліджень і публікацій останніх років.** Інвестиційна привабливість підприємства являє собою сукупність його кількісних і якісних характеристик, які є підставою для ухвалення рішення про доцільність здійснення або залучення інвестицій, їх обсяг, джерела, структуру, термін інвестування [1]. Крім того, існують різні визначення цього поняття, наприклад: під інвестиційною привабливістю підприємства розуміють соціально-економічну доцільність інвестування на основі узгодження інтересів і можливостей інвестора та реципієнта інвестицій, яка забезпечує досягнення цілей кожного з них за прийнятого рівня прибутковості й ризику інвестицій [2]. Інвестиційна привабливість — сукупність показників фінансово-економічного стану підприємства або фірми, на основі аналізу яких потенційний інвестор може прийняти управлінське рішення щодо доцільності вкладення вільних засобів у розвиток цього проекту без значного ризику їх втрати або неотримання очікуваного доходу на інвестований капітал [3].

Облік ризиків при інвестуванні — це необхідна складова аналізу інвестиційних проектів, оскільки грошові потоки будь-якого проекту можна представити в теоретико-імовірнісному змісті деякими випадковими величинами. Параметри, що використовуються в економіко-математичній моделі грошових потоків, поділяють на квазідетерміновані, тобто параметри, які в процесі розробки даного інвестиційного проекту постійні й точно відомі, і випадкові, на які впливають безліч факторів, як економічних, так і політичних, соціальних, демографічних і інших.

Дослідженню інвестиційних ризиків присвячені праці багатьох іноземних вчених, серед яких слід

виділити: Дж. В. Бейлі, Р. Брейлі, С. Майерса, Х. Редхеда, У. Шарпа, С. Хьюза та інших. Серед українських та російських вчених істотний внесок у розробку теоретичних і практичних аспектів особливостей ризику інвестиційних фондів у корпоративній сфері зробили: В. Аньшин, І. Бланк, Л. Бражнікова, В. Вітлінський, І. Грозний, І. Івченко, Н. Машина, С. Філін.

Процес знаходження статистичних характеристик випадкових грошових потоків реалізується двома засобами:

- 1) використання імовірнісних методів при порівняно малому числі випадкових параметрів моделі;
- 2) використання імітаційного моделювання моделей грошових потоків [4].

У першому випадку з обліком ЕММ знаходиться щільність ймовірностей випадкового грошового потоку. Це завдання надзвичайно трудомістке. Для одержання конкретних результатів розглянемо відому економіко-математичну модель випадкових грошових потоків. Тут був оцінений інвестиційний ризик даного проекту шляхом оцінки математичного очікування випадкового грошового потоку від одного випадкового параметра  $Q$ . Економіко-математична модель грошового потоку при цьому визначається:

$$C = \begin{cases} p \cdot Q - v \cdot Q - F - [p \cdot Q - v \cdot Q - F - \frac{I_0}{n}] \cdot t, \\ p \cdot Q - v \cdot Q - F, \end{cases}$$

$$\text{якщо } p \cdot Q - v \cdot Q - F - \frac{I_0}{n} > 0$$

$$\text{якщо } p \cdot Q - v \cdot Q - F - \frac{I_0}{n} \leq 0$$

де:  $Q$  — річний випуск продукції ;  
 $p$  — очікувана ціна ;  
 $v$  — змінні витрати розраховуючи на тлітвбе продукцію;  
 $F$  — постійні витрати за один рік;  
 $I_0$  — початкові інвестиції;

$n$  – строк проекту в літах;

$t$  – податкова ставка;

Прибуток проекту до сплати податку за один рік дорівнює:  $Pq - vq - F$ ;

Бухгалтерський оподатковуваний прибуток становитиме:  $pq - vq - F - I_0 / n$  [5].

Даний приклад економіко-математичної моделі (ЕММ) генерації грошових потоків конкретного інвестиційного проекту може використовуватися в Європі. Однак, істотні спрощення й обмеження при побудові цієї моделі не дозволяють користуватися нею практично в Україні.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Процес вирішення даної моделі достатньо складний та потребує багато часу. Крім того, модель не враховує випадкових грошових потоків, які виникають в реальному житті, яке пов'язано з такими поняттями, як інфляція, невизначеність очікуваної ціни, змінних витрат, обсягів річного випуску та інше.

Така модель не може бути використана для українських підприємств, які реалізують операції по продажу товарів або послуг. Якщо обсяг операцій, які реалізують послуги або товари, досяг, на протязі останніх дванадцяти місяців, 3600 неоподаткованих мінімумів доходів громадян, то підприємство крім податку на прибуток, повинно сплатити податок на додану вартість. Розмір податку на додану вартість складає дев'ятнадцять відсотків від прибутку. Даний податок сплачують всі підприємства, які займаються випуском та продажем продукції.

Таким чином, виникає необхідність у новій моделі, яка б максимально відображала усі фактори впливу на об'єкт, що досліджується, як зовні, так й з середини.

Таку можливість надають методи імітаційного моделювання.

**Формування цілей статті.** Необхідно побудувати імітаційну модель прогнозу грошового потоку фірми в середовищі моделювання iThink, яка реалізує метод системної динаміки Дж. Форестера, а також враховує випадкові грошові потоки та різні інші види ризику.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Системна динаміка – це метод моделювання та імітації складних динамічних економічних систем, розроблений Дж. Форестером, що характеризується розгалуженими і, в загальному випадку, нелінійними структурами – контурами регулювання [6].

В моделях Дж. Форестера аналізуються в різних політичних та економічних аспектах важливіші фактори, що мають глобальне значення.

В основі моделей Форестера лежать загальні структурні елементи, придатні для моделювання практично будь-яких економічних систем:

а) Темпи – *параметри потоків*, вихідних з одних інтегруючих ланок і вхідних в інші, викликаючи в обох групах відповідні зміни;

б) Рівні – *об'єкти, що регулюються*, формально відображають змінні, що фігурують в системі, параметри яких отримані інтегруванням відповідних характеристик потоків;

в) Функції рішень - співвідношення, що відображають існуючі в системі функціональні залежності, вони визначають інтенсивності вхідних та вихідних потоків; це *регулятори* багатоконтурної системи регулювання;

г) Допоміжні величини, активно беруть участь у визначенні загальних характеристик: *параметри* – константи моделі.

В якості *рівнів*, на яких основана структура системи, було обрано п'ять:

а) населення;

б) капіталовкладення (фонди);

в) природні ресурси;

г) частина фондів в сільському господарстві;

д) забруднення (рівень забруднення).

Переваги використання методу системної динаміки Дж. Форестера:

– застосування методу моделювання системної динаміки відкриває механізми змін на підприємстві або в регіоні, а також в економіці та навколишньому середовищі в цілому;

– проводячи комп'ютерний експеримент над моделлю, можна знайти причини явищ та запропонувати рішення проблем;

– метод системної динаміки реалізований у кількох спеціалізованих середовищах моделювання, таких як «iThink» та «AnyLogic».

Фінансовий менеджмент - одна зі сфер підвищеної ділової активності, де використовуються методи і підходи системної динаміки, а персональний комп'ютер із установленим iThink сприймається як аналітичний інструмент, здатний надати бізнесмену неоціненну допомогу в дозволі насущних проблем.

У iThink досліджують і аналізують потік коштів при плануванні, виробляють обґрунтовані рекомендації при керуванні оборотним капіталом, визначають можливості і наслідки інвестицій в основні засоби, аналізують особливості проведення дивідендної політики і інше. Варто виділити коло проблем, характерних для нестабільної економіки і тих можливостей, що iThink надає по вивченню небажаних і несприятливих явищ фінансового життя, їх можливим пророкуванням і запобіганню. Тут інструменти системної динаміки взаємодоповнюють методи і підходи технічного аналізу товарних і фінансових ринків, що одержали сьогодні широке поширення при рішенні винятково актуальних задач прогнозування наслідків фінансових ризиків.

Основна особливість нового пакета – візуалізація процесу моделювання, при цьому модель носить наочний імітаційний характер.

Процедура знаходження випадкових грошових потоків полягає в проведенні ряду алгебраїчних операцій з елементами моделі й одержання в підсумку результату – закон розподілу випадкового грошового потоку. Суть проблеми полягає в тому, що елементами моделі є не конкретні числа, а випадкові числа із заданими законами розподілу. В iThink ця проблема вирішується за допомогою таких функцій, як RANDOM, MONTECARLO, NORMAL, POISSON, які відповідно реалізують генерацію випадкових величин, розподілених за методом Монте-Карло, нормально розподілених та за розподілом Пуассону.

Розглянемо діяльність умовної торгово-закупівельної фірми, яка має такі показники діяльності:

- 1) виручка – розраховується як витрати на закупівельну діяльність помножені на цінову надбавку;
- 2) витрати на закупівельну діяльність від 5000 до 6000 грн щомісячно;
- 3) податок коливається від 0.19 до 0.16 на кінець року;
- 4) зарплатня – коливається від 15000 до 20000 грн. щомісячно;
- 5) амортизація – 200000 за рік;
- 6) інші витрати – 180000 грн за рік.

Розглянемо процес обігу грошових коштів для даної фірми більш детально. Фірма закупляє товар на визначену суму, додає свою цінову надбавку, а потім реалізує товар за двома сценаріями: одразу з оплатою по факту, або з формуванням дебіторської заборгованості. Слід зауважити, що такі показники,

як щомісячні витрати на закупку товару, витрати на заробітну платню, інші витрати, цінова надбавка, відсоток дебіторської заборгованості та її термін, а також відсоток оподаткування (нарахування ПДВ) можуть коливатися.

Модель грошових коштів в середовищі iThink має такий інтерфейс (рис.1).

Промодельємо значення грошових коштів для фірми в випадку інвестування 200000 грн в продовж року, враховуючи випадкові грошові потоки такі, як щомісячні витрати на закупку товару, витрати на заробітну платню, інші витрати, цінова надбавка, суму дебіторської заборгованості, а також оподаткування (нарахування ПДВ).

- Вхідні параметри моделі будуть такі:
- Деньги (грошові кошти) – 200000 грн;
  - Ценнадбавка (цінова надбавка) – коливається від 1 до 3 разів;
  - Покупкатовара- коливається від 5000 до 6000 грн щомісячно;
  - Склад (сума на складі) – 0 грн;
  - Дебзадолженность (дебіторська заборгованість) – має термін від 2 до 6 місяців;
  - Ставкааналога (відсоток оподаткування)– коливається від 0.19 до 0.16 на кінець року;
  - НДС (податок на додану вартість) – 0.2;
  - Зарплата (витрати на заробітну платню щомісячні) – коливаються від 15000 до 20000 грн;
  - Амортизація – 200000 на рік;
  - Інші виплати- коливаються від 15000 до 20000 грн щомісячно.
- Модель дозволяє отримати динаміку показників щомісячно в кількісному (рис.2) та графічному (рис.3) поданні.

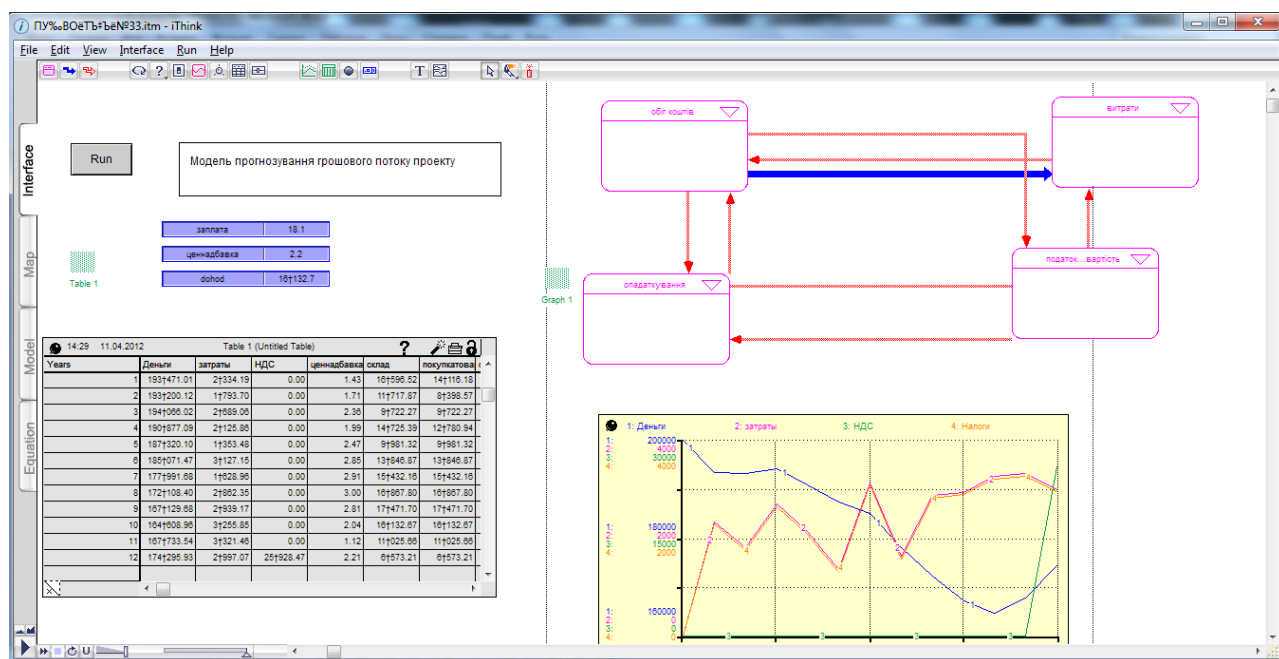


Рис.1. Інтерфейс моделі грошових потоків проекту

Untitled Table

12:16 08.04.2012 Table 1 (Untitled Table)

Years	Деньги	затраты	НДС	ценнадбавка	склад	покупатова
Initial	200†000.00	0.00	0.00	1.86	11†167.52	
1	196†452.87	1†633.60	0.00	1.51	13†081.05	10†847.55
2	195†774.02	1†407.64	0.00	1.33	10†821.44	8†205.23
3	197†050.16	2†012.81	0.00	1.15	9†340.18	7†175.89
4	198†098.85	1†210.89	0.00	1.71	6†397.57	6†397.57
5	195†766.22	1†427.46	0.00	1.18	10†245.36	10†245.36
6	194†107.08	1†166.31	0.00	2.06	6†890.40	6†890.40
7	190†028.03	2†036.53	0.00	2.56	12†287.88	12†287.88
8	182†994.67	1†081.78	0.00	2.19	12†841.97	12†841.97
9	181†198.49	2†006.53	0.00	2.00	12†077.52	12†077.52
10	181†434.53	2†391.54	0.00	1.17	10†214.40	10†214.40
11	185†580.39	1†824.27	0.00	1.11	6†107.39	6†107.39
12	187†486.86	1†758.93	19†817.19	1.88	6†549.00	6†549.00

Рис. 2. Таблица значений показателей моделирования

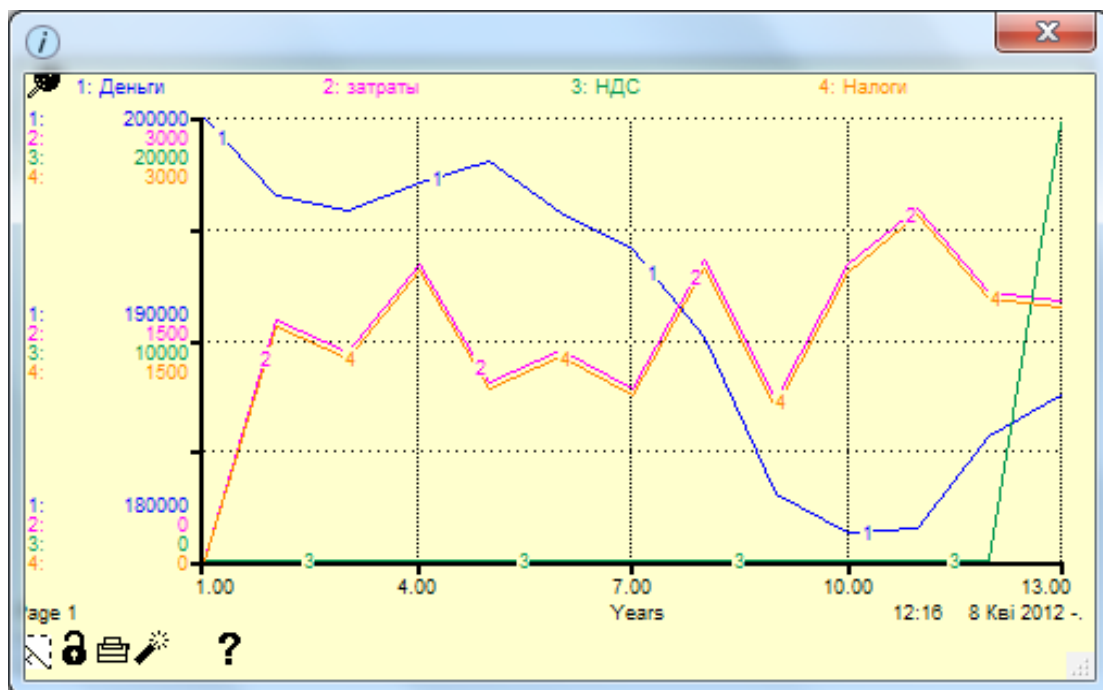


Рис. 3. Графік динаміки показників, які моделюються

На кінець року, що моделюється, отримуємо наступні результати:

— грошевий потік складає — 187486.86 грн, що свідчить про недоцільність інвестування. Продовження моделювання зі збільшенням терміну моделювання до 5 років також свідчить про неприбутковість діяльності (збиток складає 12513.14 грн). Таке становище обґрунтовується високими відсотками ставок оподаткування в Україні. На кінець першого року моделювання податок на додану вартість склав — 19817.19 грн. Прибуток на кінець року склав — 10214 грн.

Висновки даного дослідження і перспективи подальших розробок. Метод імітаційного моделювання, та його реалізація в середовищі iThink можна використовувати з метою аналізу та прогнозування грошових потоків в інвестиційній діяльності та з врахуванням при цьому випадкових грошових потоків. Модель адаптовано під Українське законодавство.

Наведена модель може бути легко доповнена та розширена за рахунок додавання блоків, які моделюють, наприклад, кредиторську заборгованість або інші види діяльності фірми.

#### *Література:*

1. Леснікова М. В. Застосування методів факторного аналізу для побудови рейтингу інвестиційної привабливості інноваційних підприємств / М. В. Леснікова // Статистика України. — 2004. — № 3. — С. 26-32.
2. Методика інтегральної оцінки інвестиційної привабливості підприємств та організацій./ Наказ Агентства з питань запобігання банкрутству підприємств та організацій № 22 від 23.02.98 // Офіційний вісник України. — 1998. — № 13. — С. 211
3. В. Балан. Методичне забезпечення оцінювання інвестиційної привабливості вітчизняних підприємств./ В. Балан./ Вісник Київського Національного університету імені Т. Г. Шевченка. ЕКОНОМІКА. Випуск 121—122. — 2011. — С. 120
4. Реферат выпускной работы магистра по теме «Имитационное моделирование случайных денежных потоков» [Електронний ресурс]. Яхив А.В. — Режим доступу : <http://masters.donntu.edu.ua/2007/fvti/yakhiv/diss/index.htm>.
5. Н.И.Холод. Экономико-математические методы и модели / Холод Н.И., Кузнецов А.В., Элихар Я.Н.: Учебное пособие. — Мн.: БГЭУ, 1999. — 413 с.
6. Дж. Форрестер. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика)/ Дж. Форрестер. — М.: Прогресс, 1971. — 340 с.

**Степаненко О.А. Моделирование случайных денежных потоков проекта методом системной динамики.**

**Анотація.** У статті викладено аргументи на користь доцільності застосування метода системної динаміки в моделюванні випадкових грошових потоків проекту. Обґрунтовано і рекомендовано використання імітаційних моделей з метою аналізу та прогнозування фінансових показників.

**Ключеві слова:** фінансовий стан, грошовий потік, імітаційне моделювання, метод системної динаміки, фінансовий ризик.

**Stepanenko H.A. Simulation of random cash flows of the Project by system dynamics.**

**Summary.** The article presents the case for the usefulness of the method of system dynamics to predict future cash flow of the project. Proved and recommended the use of simulation models to predict financial performance of the company.

**Keywords:** financial condition, cash flow, simulation, system dynamics method of financial risk.