УДК 338.2

К. С. Салига
доктор економічних наук, професор
Класичний приватний університет

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГРОШОВИХ ПОТОКІВ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

У статті розглянуто побудову трендової моделі з подальшим прогнозом та імітаційне моделювання грошових потоків інвестиційних проектів промислових підприємств.

Ключові слова: *трендовий аналіз, грошові потоки, інвестиційний проект, імітаційне моделювання, аналітичні методи.*

I. Вступ

Фінансове забезпечення інвестиційних проектів для покриття потреби підприємства у капіталі, а також дотримання своєчасності виконання поточних зобов'язань суб'єкта господарювання залежить від його можливості та спроможності формувати у визначений момент часу необхідний фонд грошових коштів із заданою абсолютною величиною. Кількісним вираженням такої характеристики підприємства є рівень його ліквідності (як можливість швидкого формування фонду грошових коштів без значних фінансових втрат) та платоспроможності (як можливість своєчасного та повного погашення зобов'язань).

Практичніні аспекти управління грошовими потоками інвестиційних проектів докладно представлений у працях І. Бланка, В. Величка, В. Воропаєва, Л. Гіляровської, В. Глазунова, П. Ковалишена, В. Косова, В. Лівшиця, І. Ліпсиця, Л. Лисяка, О. Малишева, М. Насирова, М. Недашківського, І. Сазонця, В. Шапіро. Оптимізація грошових потоків інвестиційних проектів є процесом вибору найкращих форм їх організації на підприємстві з урахуванням умов і особливостей здійснення його господарської діяльності.

II. Постановка завдання

Мета статті – визначити методи побудови трендової моделі з подальшим прогнозом та імітаційне моделювання грошових потоків інвестиційних проектів промислових підприємств.

III. Результати

Методи оптимізації грошових потоків інвестиційних проектів успішно працюють для підприємств, котрі займаються виготовленням декількох видів продукції. Але для тих, які мають не один десяток дочірніх підприємств і виготовляють широкий асортимент продукції, розрахувати планову суму чистого грошового потоку на основі планових сум грошових надходжень та витрат і скласти платіжний календар неможливо. В таких випадках потрібно застосовувати інші методи планування грошових потоків інвестиційних проектів. Розглянемо два методи, котрі сьогодні використовуються на практиці: побудова трендової моделі з подальшим прогнозом та імітаційне моделювання.

1. Побудова трендової моделі з подальшим прогнозом. Прогноз на майбутнє можна побудувати за допомогою тренду. Тренд – виражена спрямованість тенденції зміни показників часового ряду. Іншими словами, це зміна яких-небудь показників (наприклад, чистого руху коштів від операційної діяльності) в часі, котрі можуть бути описані різноманітними рівняннями – лінійними, логарифмічними, ступеневими тощо.

Дані щодо економічних показників в різні періоди часу є динамічним рядом, тобто сукупністю n значень деякого параметру y, котрий визначається в різні моменти часу t. Динамічний ряд можна представити у вигляді формули:

$$y_t = f(t) + \varepsilon_t, \qquad (1)$$

де $f(t) = \bar{y}_t$ – детермінована функція часу (тренд);

ε_t – випадкова функція, котра визначається дією випадкових факторів.

Так як кожне значення y_t є випадковою величиною, то значення $f(t)$ в точці t є математичним сподіванням цієї випадкової величини [3, с. 294]. Побудувати трендову модель явища – значить знайти детерміновану функцію $\bar{y}_t$ і характеристики випадкових відхилень від неї, котрі дають змогу визначити довірчий інтервал, в межах котрого із заданою ймовірністю повинна перебувати прогнозована величина.

Перед побудовою трендової моделі передусім обирають форму кривої тренду, потім підбирають її параметри за одним із критеріїв оптимальності і, нарешті за сукупністю критеріїв оцінюють якість підібраної кривої.

В якості тренду використовують лінійну функцію, параболу, багаточлен n–го ступеня, гіперболу, експоненту, логарифмічну функцію та ін.

Трендовий аналіз ґрунтується на припущенні, що дані попередніх періодів дають хороше наближення в оцінці майбутнього. Він є методом визначення даних і тенденцій минулого та продовженням їх в майбутньому.

2. Імітаційне моделювання. Модель – це об’єкт, що заміняє оригінал і відбиває найважливіші риси та властивості оригіналу для певного дослідження, конкретної мети дослідження при обраній системі гіпотез. Математична модель – це абстракція реальної дійсності (світу), в якій відношення між елементами (саме ті, що цікавлять дослідника) замінені відношеннями між математичними категоріями. Останні зазвичай подаються у формі рівнянь і/чи нерівностей, відношеннями формальної логіки між показниками (змінними), які характеризують функціонування реальної системи, що моделюється. Сутність цієї методології полягає в заміні вихідного об’єкта його “образом” – математичною моделлю – і подальшим вивченням (дослідженням) моделі на підставі аналітичних методів та обчислювально-логічних алгоритмів, які реалізуються за допомогою комп’ютерних програм. Робота не із самим об’єктом (явищем, процесом), а з його моделлю дає можливість відносно швидко і безболісно досліджувати його основні (суттєві) властивості та поведінку за будь-яких імовірних ситуацій (це переваги теорії). Водночас обчислювальні (комп’ютерні, симулятивні, імітаційні) експерименти з моделями об’єктів дають змогу, спираючись на потужність сучасних математичних та обчислювальних методів і технічного інструментарію інформатики, ретельно та досить глибоко вивчати об’єкт у достатньо детальному вигляді, що недоступно суто теоретичним підходам (це перевага експерименту). Процес побудови моделі, котра тією чи іншою мірою відповідає оригіналу, називається моделюванням [3].

Математичні моделі можна класифікувати як аналітичні, імітаційні та комбіновані.

З розвитком обчислювальної техніки і дискретного аналізу дедалі ширшого розвитку та використання набувають імітаційні моделі. Серед основних етапів процесу імітаційного моделювання можна виокремити такі:

– аналіз характеристик і закономірностей функціонування досліджуваного об’єкта: виокремлення на змістовному (вербальному, концептуальному) рівні системи обмежень (ресурсних, фізичних, правових, соціальних тощо), визначення показників вимірювання та оцінки результатів, формулювання цілей, гіпотез та проблем розвитку;
– конструювання імітаційної моделі: перехід від реального об’єкта до логічних схем, які імітують його поведінку, та моделей, формальна постановка завдань, що розв’язуються за допомогою імітаційного моделювання;
– підготовка системи даних для моделі: формування інформаційного забезпечення, необхідного для функціонування імітаційної моделі, зокрема визначення структури та способів подання даних, джерел їх отримання, форм і режимів зберігання, встановлення взаємозв’язків і взаємозалежності між різними масивами та базами даних;
– програмна реалізація імітаційної моделі: створення чи адекватне використання існуючих програмних продуктів, що забезпечують можливість безпосередньої практичної реалізації моделі на персональних комп’ютерах;
– оцінка адекватності моделі: порівняння результатів, накопичених у процесі дослідної експлуатації моделі, на підставі інформації, отриманої про реальний об’єкт, який імітується, виявлення та аналіз розбіжностей і в разі необхідності внесення коректив до моделі;
– проведення імітаційних експериментів. Очевидно, що цей етап є цільовим (власне кажучи, заради нього й будується імітаційна модель). Він включає в себе стратегічне та тактичне планування експериментів, експериментування (“імітаційні експерименти”), котре завершується інтерпретацією отриманих результатів і прийняттям на підставі зроблених висновків рішень щодо оцінювання та управління об’єктом (підприємством, банком, фінансовою фірмою, торговельною організацією, холдингом тощо).

Одним із важливих аспектів у процесі роботи (дослідження) з імітаційною моделлю є аналіз її чутливості [6]. Під ним розуміють визначення ступеня мінливості значень цільових показників моделі, зумовлених мінливістю (невизначеністю, варіабельністю) вихідних параметрів. Так, якщо при відносно невеликих змінах вихідних даних відбувається суттєва зміна в результатах моделювання, то це є достатньою підставою для додаткових, більш детальних досліджень, зокрема щодо взаємозв’язків між відповідними змінними.

До позитивних якостей імітаційного моделювання можна зарахувати:

– надання дослідникові (системному аналітику) можливості спостереження як кінцевого результату стосовно показників аналізованого об’єкта, так і процесу його функціонування, що дає змогу одержати бажаний результат;

– широкі можливості щодо масштабування у процесі функціонування модельованого об’єкта;
– забезпечення багатоваріантності досліджень;
– багатофункціональність імітаційних моделей, що відображається в можливостях гнучкого вибору та наступних модифікаціях системи цілей і критеріїв, які бажано розглянути під час проведення імітаційних експериментів.

Звернімо увагу також на недоліки, що притаманні імітаційним моделям:
– оскільки імітаційні моделі за своєю природою є лише засобом для проведення деякого числового експерименту, то результати, отримані з їх допомогою, є не що інше, як поодинокі випадки (можливі варіанти) розвитку модельованого об’єкта. Отже, всі висновки та твердження, зроблені на їх підставі, мають евристичний характер і в певних випадках можуть суттєво викривляти реальний стан речей;
– у багатьох випадках отримання оцінок стосовно ступеня наближення (чи невідповідності) між імітаційною моделлю (результатами імітаційного моделювання) і функціонуванням реального об’єкта виявляються проблематичними;
– здебільшого в основу процесу імітації покладено певний статистичний експеримент, під час якого використовуються генератори псевдовипадкових величин. Похибки, що об’єктивно притаманні таким генераторам, можуть істотно викривляти результати, отримані за допомогою імітаційного моделювання.

Варто також звернути увагу на пізнавальний зворотний вплив, який дають результати, одержані в межах імітаційних експериментів, на отримання інформації, яку використовують теоретичні (аналітичні) економіко-математичні моделі. Справді, аналіз та узагальнення накопичених у процесі імітаційних експериментів даних досить часто дає змогу краще зрозуміти якісні та кількісні закономірності, притаманні поведінці керованих об’єктів, і відобразити їх в аналітичному вигляді. Це додатково вказує на справедливість того, що успішне розв’язання задач моделювання та управління функціонуванням таких складних слабоформалізованих систем як економічні об’єкти і процеси, потребує комплексного використання цілісної системи моделей і методів теоретико-аналітичної та імітаційної природи. Нагадаймо, що імітаційні моделі широко використовують аналітичні моделі як органічні складові, котрі є основою, на якій ґрунтуються концептуальні співвідношення, характеристики у структурі будь-якої більш-менш складної імітаційної моделі.

Імітаційні моделі можуть бути детермінованими і стохастичними. В останньому випадку за допомогою датчиків (генераторів) випадкових чисел імітується вплив невизначених і випадкових чинників. Такий метод імітаційного моделювання здобув назву методу статистичного моделювання (статистичних прогонів, або методу Монте-Карло) [5]. Назва його сягає тих часів, коли ще тільки зароджувалися математичні основи аналізу ризику в азартних іграх, осередком яких було місто з найбільшою кількістю казино – Монте-Карло. Вперше використання імітаційного моделювання в аналізі інвестиційних проектів запропонував Девід Херту. Його публікація на цю тему з’явилась у журналі “Haroord Business Review” 1964 р.

На сьогодні цей метод вважають одним із найбільш ефективних для дослідження складних систем, а часто навіть єдиним практично доступним методом отримання нової інформації про поведінку гіпотетичної системи (на етапі її проектування).

Метод Монте-Карло – це спосіб дослідження невизначених (стохастичних) економічних об’єктів та інвестиційних процесів, коли не повністю (до певної міри) відомими є внутрішні взаємодії в цих системах.

Цей метод полягає у модельному відтворенні процесу за допомогою стохастичної математичної моделі та обчисленні характеристик цього процесу. Одне таке відтворення можливого (випадкового) стану функціонування модельованої системи називають реалізацією (або імітаційним прогоном; далі – прогоном).

Після кожного прогону реєструють сукупність параметрів, що характеризують випадкову подію (її реалізацію). Метод ґрунтується на багатократних прогонах (випадкових реалізаціях) на підставі побудованої моделі з подальшим статистичним опрацюванням отриманих даних з метою визначення числових характеристик досліджуваного об’єкта (процесу) у вигляді статистичних оцінок його параметрів. Моделювання економічної системи зводиться до машинної імітації досліджуваного процесу, котрий моделюється на ЕОМ з усіма суттєвими невизначеностями, випадковостями і відповідним йому ризиком. Імітаційне моделювання нерідко називають і симулятивним.

Ідея методу надзвичайно проста і полягає вона в такому: замість того, щоб описувати процес за допомогою аналітичного апарату (функцій та рівнянь), проводиться “розіграш” випадкового явища за допомогою спеціально організованої процедури, котра включає в себе випадковість і дає випадковий результат. В реальності конкретний результат випадкового процесу складається кожного разу по-іншому. Так само і в результаті статистичного моделювання ми отримуємо щоразу нову, відмінну від інших реалізацію досліджуваного процесу. Що вона може нам дати? Сама по собі нічого, як і скажімо, один випадок вилікування хворого за допомогою яких-небудь ліків. Інша справа, якщо таких реалізацій отримано багато. Цю сукупність реалізацій можна використовувати як певний штучно отриманий статистичний матеріал, котрий може бути оброблений звичайними методами математичної статистики. Після такої обробки можуть бути отримані будь-які статистичні характеристики: ймовірності подій, математичні сподівання і дисперсії випадкових величин тощо. При моделюванні випадкових явищ методом Монте-Карло ми користуємося самою випадковістю як апаратом дослідження, змушуємо її "працювати на нас".

Метод Монте-Карло (метод статистичних випробовувань) містить чотири етапи [1, с. 347]:

1. Побудова математичної моделі системи, котра описує залежність модельованих характеристик від значень стохастичних змінних.
2. Встановлення розподілу ймовірності для стохастичних змінних.
3. Встановлення інтервалу випадкових чисел для кожної стохастичної змінної і генерація випадкових чисел.
4. Імітація поведінки системи шляхом проведення багатьох випробувань і отримання оцінки модельованої характеристики системи при фіксованих значеннях параметрів управління. Оцінка точності результату.

Перший етап. Стохастична імітаційна модель (ІМ) окремої реальної системи може бути представлена як динамічна єдність, котра під дією зовнішніх випадкових вхідних сигналів (вхідних змінних) змінює свій стан (випадкові змінні стану), що, у свою чергу, приводить до зміни вихідних сигналів (вихідних змінних):

$$S_{i+1} = F(S_i, I_{i+1}),\ U_i = R(S_i) \qquad (2)$$

де F, R – вектор-функції;

I_i, U_i, S_i – вектори відповідних вхідних, вихідних змінних і змінних стану системи в тактовий момент моделювання *i.*

Імітаційна модель – це експериментальна модель системи, в котрій штучно відтворюються випадковості, котрі мають місце в реальній системі. Вона є сукупністю математичних співвідношень між вхідними, вихідними змінними і змінними стану в комбінації з алгоритмічною реалізацією певних залежностей.

Існує два підходи в імітаційному моделюванні динамічних процесів. Перший полягає в тому, що весь період розбивається на рівні відрізки часу (такти моделювання). Аналіз стану системи, а також значень вихідних змінних, здійснюється через однакові проміжки часу. При такому підході виникає проблема вибору "правильної" довготи такту. Крім того, не виключена поява тактів, в котрих стан системи порівняно з попереднім не змінився.

При другому підході величина такту не фіксується, а моделювання в цьому випадку здійснюється в момент настання однієї із "суттєвих" подій. Саме другий підхід частіше за все використовується на практиці і підтримується сучасними мовами моделювання.

Другий етап. Випадкові величини, котрі використовуються в ІМ, можуть бути дискретними або неперервними. У першому випадку необхідно знати їх розподіл, а в другому – щільність розподілу. Ці залежності можуть бути відомі з теорії, визначені в результаті спеціальних досліджень або задані як гіпотеза. Точність моделі (при інших рівних умовах) залежить від того, наскільки точно задані вказані розподіли (щільності розподілу).

Третій етап. Моделювання випадкових величин при комп'ютерних імітаційних експериментах здійснюється за допомогою датчика псевдовипадкових чисел, котрий існує в будь-якій сучасній мові програмування. Звичайно це датчик випадкових чисел з рівномірним розподілом на інтервалі [0, 1]. Нехай відомо, що в ІМ випадкова величина X, приймає дискретні значення x_1, x_2,…, x_N з ймовірностями відповідно p_1, p_2,…, p_N

$$\left(\sum_{k=1}^{N} p_k = 1\right).$$

Математичне сподівання M (X) дискретної випадкової величини обчисляється за формулою:

$$M(X) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + ... + x_n p_n . \qquad (3)$$

Математичне сподівання приблизно дорівнює (тим точніше, чим більша кількість випробовувань) середньому арифметичному досліджуваних значень випадкової величини.

Дисперсія D (X) і середнє квадратичне відхилення $\sigma(X)$ випадкової величини X розраховуються за такими формулами [4]:

$$D(X) = M[X - M(X)]^2, \sigma(X) = \sqrt{D(X)} . \qquad (4)$$

Реалізація моделі здійснюється так: будується функція розподілу випадкової величини X. Остання визначається за допомогою рівняння $F(x)=\sum p_k$, котре правильне для всіх індексів, у яких $x_k < X$. За допомогою датчика випадкових чисел отримують випадкове число u з відрізка [0, 1].

Із рівномірності розподілу отримуваних випадкових чисел маємо, що ймовірність отримання випадкового числа з будь-якого інтервалу, включеного в [0, 1], дорівнює довжині цього інтервалу. Тому ймовірність реалізації $X = x_k$ дорівнює ймовірності потрапляння отриманого від датчика числа u в будь-який інтервал довжиною p_k на відрізку [0, 1]. Можна, таким чином, стверджувати, що якщо наступне число u датчика відповідає нерівностям $0 < u \le p_1$, то має місце реалізація $X = x_1$, у разі $p_1 < u \le p_1 + p_2$ – реалізація $X = x_2$ тощо. В загальному випадку для

k = 2,…, N: якщо $\sum_{j=1}^{k-1} p_j < u \le \sum_{j=1}^{k} p_j$, то $X = x_k$.

Випадкова величина X має нормальний закон розподілу на відрізку [0, 1]. Функція щільності розподілу f (x) випадкової величини X визначається за формулою:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \qquad (5)$$

де *a* – математичне сподівання, а σ – середнє квадратичне відхилення випадкової величини X.

Графік щільності розподілу нормальної випадкової величини при деяких значеннях *a* і σ представлений на рис. 1а. Графік симетричний відносно прямої x = *a*, задовольняється умова: f (x) → 0 при x → ±∞. Якщо *a* збільшувати, залишаючи σ незмінною, то графік буде переміщуватися вправо, а якщо *a* зменшувати, то вліво, не змінюючи форми. Якщо *a* незмінне, то відносно малому значенню σ буде відповідати графік f (x) з вираженим піком, як на рис. 1б. При відносно великому значенні σ графік f (x) являє собою пологу криву, як зображено на рис. 1в.

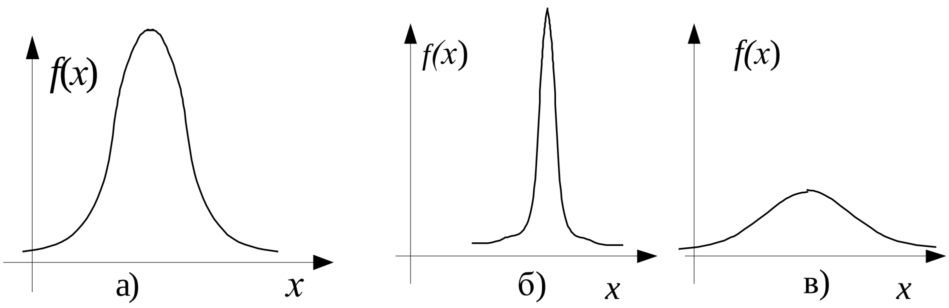

Рис. 1. Графік щільності розподілу нормальної випадкової величини

Функція розподілу F (x) нормальної випадкової величини X розраховується за формулою [2, с. 367]:

$$F(x) = \int_{-\infty}^{t} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx \cdot \qquad (6)$$

Графіки функцій F (x) для нормально розподілених випадкових величин при відносно малих і відносно великих значеннях σ зображені, відповідно, на рисунку 2а і 2б.

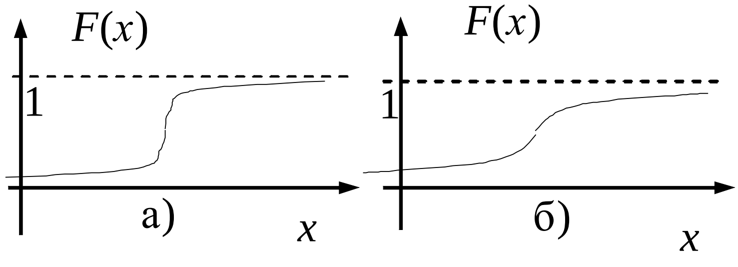

Рис. 2. Графік функції розподілу нормальної випадкової величини

Ймовірність того, що нормально розподілена випадкова величина X набуде значення з відрізка (x_1, x_2) розраховується за формулою:

$$P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1) = \Phi(\beta) - \Phi(\alpha) \cdot \qquad (7)$$

Тут $\Phi(x)$ – інтегральна функція Лапласа – розраховується за формулою:

$$\Phi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}\int_{0}^{x} e^{-\frac{t^2}{2}}dt\,;\ \beta=\frac{x_2-a}{\sigma};\ \alpha=\frac{x_1-a}{\sigma}. \quad (8)$$

Четвертий етап. Точність статистичних оцінок параметрів реальної системи залежить від кількості спостережень. Похибка в оцінці пояснюється як статистичним характером самої моделі, так і впливом початкових даних. Зі збільшенням кількості випробувань точність моделювання повинна зростати.

Нехай для отримання оцінки a^* математичного сподівання *a* випадкової величини X було проведено n незалежних випробувань і за ними була знайдена вибіркова середня $\overline{x}$, котра прийнята за шукану оцінку: $a^* = \overline{x}$. Зрозуміло, що якщо знову провести випробування, то будуть отримані інші можливі значення X, тобто інша середня, а значить – і інша оцінка a^*. Звідси виходить, що отримати точну оцінку математичного сподівання неможливо. Зазвичай виникає питання про величину похибки. Знайдемо верхню межу δ похибки, що допускається при моделюванні із заданою ймовірністю (надійністю) γ: $P(\left|\overline{X}-a\right|\le\delta)=\gamma$.

Верхня межа похибки δ є "точністю оцінки" математичного сподівання за вибірковою середньою за допомогою довірчих інтервалів. Якщо випадкова величина X розподілена нормально і її середнє квадратичне відхилення σ відоме, то з надійністю γ верхня межа похибки розраховується за формулою:

$$\delta=\frac{t\times\sigma}{\sqrt{n}}\,, \quad (9)$$

де n – кількість випробовувань;

t – значення аргументу функції Лапласа, при котрому $\Phi(t)=\frac{\gamma}{2}$;

σ – відоме середнє квадратичне відхилення випадкової величини X.

Тобто чим більша кількість випробовувань n, тим менша похибка результату.

Метод Монте-Карло дає змогу моделювати будь-який процес, на який впливають випадкові фактори. Для багатьох математичних задач, не пов'язаних з будь-якими випадковостями, можна штучно вигадати ймовірнісну модель, яка в окремих випадках є найбільш вигідною.

Головний недолік методу Монте-Карло полягає в тому, що, будучи переважно числовим методом, він не може замінити аналітичні методи при розрахунках суттєво нових явищ, де, перш за все, потрібно розкрити якісні закономірності.

Перевага методу Монте-Карло в тому, що він здатний "спрацювати" там, де відмовляють інші методи.

IV. Висновки

У статті були розглянуті аспекти трендового аналізу та імітаційного моделювання грошових потоків інвестиційних проектів промислових підприємств. Поетапно був розглянутий метод Монте-Карло, а також визначені його переваги та недоліки.

Список використаної літератури

1. Афанасьев М. Ю. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения : учеб. пособ. / М. Ю. Афанасьев. – Москва : ИНФРА-М, 2003. – 444 с.
2. Вагнер Г. Основы исследования операций / Г. Вагнер. – Москва : Мир, 1973. – 501 с.
3. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: навч. посіб. / В. В. Вітлінський. – Київ : КНЕУ, 2003. – 408 с.
4. Волощенко А. Б. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / А. Б. Волощенко. – Київ : КНЕУ, 2003. – 256 с.
5. Ермаков С. М. Методы Монте-Карло и смежные вопросы / С. М. Ермаков. – Москва : Наука, 1971. – 112 с.
6. Шебеко Ю. Имитационное моделирование и ситуационный анализ бизнес-процессов принятия управленческих решений / Ю. Шебеко. – Москва : ТОРА-ИнфоЦентр, 2000. – 234 с.

Стаття надійшла до редакції 01.11.2016.

Салыга К. С. Имитационное моделирование денежных потоков инвестиционных проектов

В статье рассмотрено построение трендовой модели с дальнейшим прогнозом и имитационное моделирование денежных потоков инвестиционных проектов промышленных предприятий.

Ключевые слова: *трендовый анализ, денежные потоки, инвестиционный проект, имитационное моделирование, аналитические методы.*

Salyga K. Simulation Costs of Investment Projects Industrial Enterprises

The article deals with the construction of the trend model further prognosis and simulation of cash flows of the investment projects industrial enterprises. Before building trend model passivated just choose the form of the trend curve, and then pick up the parameters of the curve in one of the optimality criteria, and in the end on set criteria, assess the quality of the curve fit.

A definition of the degree of variability in the values of target models due to volatility (uncertainty, variability) initial parameters. Thus, if a relatively small change of initial data there is a significant change in the results of the simulation, it is a sufficient basis for further more detailed studies, in particular, relationships between the variables.

Review the definition of simulation as a simulative. The idea of the method is very simple and consists of the following. Rather than attempting to describe the process of using the analytical apparatus (functions and equations), carried out "lottery" random phenomena with the help of specially organized procedure, which includes accident and giving a random result. In fact, the concrete result of the random process is each time in a different way; and as a result of statistical modeling we get every time a new, different from the other implementation of the test process.

The set of realizations can be used as a kind of artificially produced statistical material that can be processed by conventional methods of mathematical statistics. After this treatment can be obtained by any statistical characteristics: the probabilities of events, expectations and variances of random variables.

Key words: *trend analysis, cash flow, investment project, simulation, analytical methods.*