

ТРИТОЧКОВА АПРОКСИМАЦІЯ ФУНКЦІЙ РОЗПОДІЛУ МІНЛИВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ СТОХАСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Прийоми триточкової оцінювання мінливих параметрів знаходять застосування в інформаційних системах, для визначення прогнозних термінів виконання проекту [1]; в задачах імітаційного моделювання енергетичних систем, показники яких характеризуються певною невизначеністю [2, 3]. Практичні прийоми триточнової апроксимації застосовують з метою конструювання функції щільності розподілу (PDF) ймовірних значень параметра, якою представляють появу чи здійснення події, досягнення результату. Цю методологію застосовують для оцінювання бажаного (прогнозного) значення технологічного або економічного показника енергетичного об'єкта, що його враховано у записі економіко-математичної моделі детерміновано-стохастичного типу [4], у подальшому – ДСМ.

Як правило для конструювання таких PDF досліднику потрібні числові оцінки трьох величин параметра моделі: мінімального, максимального та «найбажанішого» прогнозного значення. У тому випадку, коли йдеться про технічний параметр компонента, або цілісного модельованого об'єкта, оцінювання якого може бути виконано експериментально чи у спосіб вимірювань у лабораторних умовах – статистично підтвердженим очікуваним значенням є мода розподілу значень, визначена на основі множини експериментальних даних (вибірки).

Стандартні характеристики поширених функцій розподілу, вживаних для триточнової апроксимації, у виразах через прийняті позначення подані таблицею 1. Найпростішими після нормального є рівномірний та розподіл з трикутною формою PDF, зображеною рис. 1 [2, 4].

Таблиця 1

Характеристика	Рівномірний	PERT* (Бета-розподіл)	Трикутний	Нормальний
МО (очікуване середнє)	$(A+C)/2 = (2b+c-a)/2$	$(A+4b+C)/6 = (6b+c-a)/6$	$(A+b+C)/3 = (3b+c-a)/3$	b
Дисперсія, D	$(C-A)^2/12 = (a+c)^2/12$	$(C-A)^2/36 = (a+c)^2/36$	$(A^2+b^2+C^2-Ab-bC-AC)/18$	$(C-A)^2/36 = (a+c)^2/36$
СКВ, σ	$(C-A)/(12^{1/2}) = (a+c)/(12^{1/2})$	$(C-A)/6 = (a+c)/6$	$D^{1/2}$	$(C-A)/(12^{1/2}) = (a+c)/(12^{1/2})$
Мода, або найбажаніше	не існує	b	b	b

*PERT – Program Evaluation and Review Technique

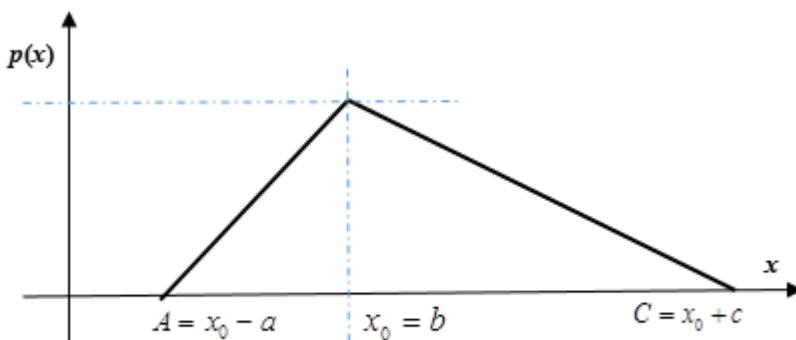


Рис. 1

Розподіл з PDF трикутної форми є найбільш простим для геометричної інтерпретації процесу триточкової оцінювання. Проте недоліком трикутної PDF є надмірна концентрація реалізацій процесу саме для значення параметра $x_0 = b$, що є фіксованим найбажанішим,

хоча за рахунок близьких значень, розташованих в обмеженому околі b . Це не завжди є прийнятним для опису об'єкта в техніко-економічних дослідженнях.

В [4] представлено співставні результати імітаційного моделювання оцінок собівартості й ціни виробництва електроенергії сонячними фотоелектричними станціями (СФЕС) у діапазоні встановленої потужності до 2,0 МВт_{пик} за схемою ДСМ. Результати отримані шляхом використання ймовірнісних методів – Монте-Карло та точкового оцінювання (методу моментів). Метод точкового оцінювання застосовано для врахування впливу параметрів з функцією PDF, графічно зображеною на рис. 1, на основі алгебраїчних виразів для обчислення моментів (такі вирази отримані аналітично, [4]).

Згідно з методом формування функції синтетичного трикутного розподілу рис. 1, та з метою уникнути недоліків, притаманних стандартній функції *PERT-розподілу* [5], автором запропоновано апроксимуючу функцію *синтетичного нормального розподілу*, криві PDF якої для випадків: *a)* – позитивної та *б)* – негативної симетрії кривих розподілу зображено на рис. 2. З метою організації процесу імітаційного моделювання за методом точкового оцінювання в роботі наведено аналітичні записи моментів синтетичної кривої несиметричного розподілу, що складається із двох відтинків кривих функції нормального розподілу з різними значеннями стандартних параметрів (дисперсією та СКВ).

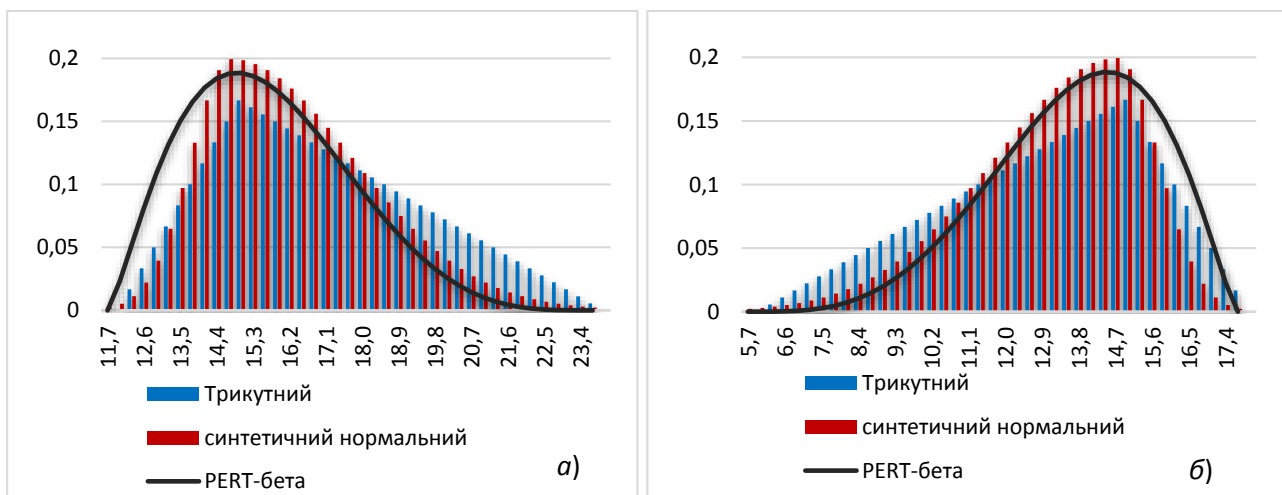


Рис. 2 – Триточкова апроксимація, PDFs : *a)* $A=12, b=15, C=24$; *б)* $A=6, b=15, C=18$

Аналітичні вирази для моментів таких розподілів є придатними для організації імітаційного моделювання за методом моментів з урахуванням опису мінливих параметрів ДСМ шляхом триточнової апроксимації функцій щільності їх розподілу PDF.

Список використаних джерел:

1. Ron Davis. Teaching Project Simulation in Excel Using PERT-Beta Distributions. Teaching Note // INFORMS Transactions on Education. – 2008. – No. 8(3). – P.139–148.
2. Шульженко С.В. Методи та засоби визначення показників ефективності функціонування і розвитку електричних станцій в умовах ринку: Автореф. дис. на здобуття наук.ступеня к-та техн. наук.: спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси» /Шульженко Сергій Валентинович; Ін-т загальної енергетики НАН України. –К., 2015. – 41с.
3. Костюк В.О. Системний огляд методів дослідження енергоустановок з мінливими технологічними показниками й практичні аспекти моделювання /В.О. Костюк // Проблеми загальної енергетики. – 2015. – №2. – С.39–47.
4. Костюк В.О. Модифіковані схеми розрахунку нормованої ціни виробництва в задачах детерміновано-стохастичного моделювання нових електрогенерувальних об'єктів / В.О. Костюк // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2015. – №2. – С.64–77.
5. Олейникова С.А. О недостатках оценок математического ожидания и дисперсии, используемых в методе ПЕРТ // Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении, производстве: труды Всерос. конф. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет». – 2008. –С.11–12.