

АСПЕКТИ КЛАСИФІКАЦІЇ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ В УПРАВЛІННІ ТА ЕКОНОМІЦІ

Через прискорене запровадження суб'єктами господарювання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та рішень щодо створення інформаційних ресурсів і практичного застосування електронних технологій з метою підвищення їх конкурентних переваг, стаття присвячена систематизації і класифікації економіко-математичних моделей за видами економічної діяльності, прикладними сферами та у їх розрізі за виконуваними функціями управління.

Ключові слова: управління, моделювання, модель, види економіко-математичних моделей, економіко-математичний інструментарій.

YUSHCHENKO N. L.

Chernihiv National University of Technology, Ukraine

ASPECTS OF CLASSIFICATION ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS IN MANAGEMENT AND ECONOMICS

In connection with the accelerated implementation of economic entities of modern information and communication technologies and solutions for the establishment of information resources and practical application of electronic technologies to improve their own competitive advantages, the article is devoted to the systematization and classification of economic-mathematical models of economic activity, application areas and in their section performed by the control functions. Correct and targeted use of economic-mathematical toolkit persons who are engaged in the business solve business problems for planning business and production, or in the process of state regulation of economic development, will provide efficiency gains in all areas of public life, will help to understand the complex system, provide for their behaviour and development processes in different situations, will help in the research and analysis of economic systems, taking into account all existing and predicting possible future internal and external influences.

Keywords: management, modelling, model, kinds of economic and mathematical models, economic and mathematical tools.

Постановка проблеми. Прийняття раціональних і ефективних управлінських рішень неможливе без всебічного аналізу комплексу взаємозалежних чинників, визначення і порівняльної оцінки можливих альтернатив і допустимих планів дій. Ефективність прийнятих рішень і управління економічними системами залежить від обсягу і якості управлінської інформації та наявних у особи, яка приймає рішення, знань, досвіду, інтуїції, від оперативності, глибини і якості виконання інформаційних процедур. У зв'язку з цим, для отримання раціональних рішень необхідно нарощувати обсяги управлінської інформації і професійних знань, забезпечувати їх якість, достовірність і повноту, збільшувати швидкість та глибину обробки, дослідження і аналізу інформації з урахуванням всіх діючих та прогнозуванням можливих у майбутньому зовнішніх і внутрішніх впливів. Крім того, приймати управлінські рішення необхідно в режимі реального часу, в темпі виробництва, поки вони актуальні, і є потреба в цих рішеннях [1].

Однак, обмежені можливості людини у сприйнятті і обробці інформації, в отриманні й застосуванні професійних знань і вмінь створюють труднощі при реалізації перерахованих вимог. Особливо ці недоліки проявляються за наявності кількох проблемних ситуацій, коли управлінець вимушений в умовах обмеженості часу працювати в режимі багатозадачності і багатопроBLEMності, все зростаючого темпу життя і наростаючих інформаційних потоків. У результаті в деякий момент особа, яка приймає рішення, вже не справляється зі зростаючим інформаційним навантаженням, а це може бути вкрай небезпечним для її здоров'я. Саме інформаційне перевантаження є однією з причин виникнення таких сучасних захворювань активних менеджерів, як стреси, депресія, синдром поверхневої уваги, в результаті чого рішення, що приймаються ними, можуть бути далеко не найкращими і неефективними, неадекватними, або взагалі відсутні як такі.

Можливість приймати ефективні і своєчасні управлінські рішення умовах динамічного розвитку всіх сфер суспільного життя надають сучасні інформаційні системи і технології, що базуються на застосуванні математичного, програмного і апаратного забезпечення: сучасні економіко-математичні моделі і методи прийняття рішень, а також спеціальні системи підтримки прийняття рішень, в які ці моделі і методи закладені; сучасні інструментальні системи аналітичного та імітаційного моделювання тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням розвитку інформаційних технологій, проблемам методик, теоретичного і практичного обґрунтування необхідності широкого застосування в процедурах прийняття управлінських економічних рішень математичних моделей і методів присвячені наукові праці українських вчених-економістів: В. В. Вітлінського [2], О. І. Черняка, Т. С. Клебанової, Ю. Г. Лисенка, А. В. Матвійчука, І. Г. Лук'яненко, С. К. Рамазанова, С. С. Ващаєва та ін. Серед фундаторів цієї наукової і високоефективної галузі можна назвати В. Леонтєва, Дж. Неймана, Л. Канторовича, Дж.

Дантціга, В. Глушкова.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проте подальшого розвитку потребує класифікація економіко-математичних моделей підтримки прийняття рішень щодо ефективного управління соціально-економічними об'єктами, явищами і процесами.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є огляд, систематизація і класифікація економіко-математичних моделей за видами економічної діяльності, прикладними сферами та у їх розрізі за виконуваними функціями управління.

Виклад основного матеріалу. Процес прийняття рішень із використанням економіко-математичного інструментарію складається з таких основних етапів [3, с. 13]:

- 1) визначення проблемної ситуації та її формалізований опис;
- 2) розробка (адаптація) економіко-математичних моделей;
- 3) вибір методів і програмних засобів для проведення розрахунків;
- 4) підготовка вихідної інформації;
- 5) пошук і аналіз варіантів рішення;
- 6) ухвалення рішення та затвердження плану його реалізації;
- 7) контроль за виконанням рішення і оцінка результатів;
- 8) аналіз проблемної ситуації та її переосмислення.

Реальний процес управління і прийняття управлінських рішень набагато складніший від наведених спрощених та абстрактних схем. Враховуючи виняткову важливість моделювання і його значну роль при дослідженні економічних процесів і прийнятті рішень, в [4] систематизовано і проаналізовано широке коло економіко-математичних моделей та детально розглянуті етапи їх прикладного використання.

Класифікації економіко-математичних моделей, як і будь-яка інша класифікація, може бути проведена за рядом ознак. Зупинимось на характеристиці таких видів економіко-математичних моделей, з якими пов'язані найбільші особливості методики і техніки моделювання (табл. 1).

Таблиця 1

Види економіко-математичних моделей [2, с. 59–64, 5, 6]

Класифікаційна ознака	Види моделей та їх характеристика
1 За цільовим призначенням	1.1 Теоретико-аналітичні моделі призначені для вивчення загальних закономірностей досліджуваних економічних об'єктів і служать для підтвердження теоретичних знань про них
	1.2 Прикладні моделі – для оцінювання функціонування економічних об'єктів в конкретних умовах та прийняття відповідних рішень
2 У залежності від способу відображення	2.1 Дискретні моделі, в яких змінні є дискретними величинами, т. б. у яких переходи системи з одного стану в інший вважаються миттєвими (відбуваються в дискретні моменти часу). Є абстракцією, оскільки процеси на практиці не відбуваються миттєво. Здійснюється абстрагування від багатьох другорядних явищ і система вважається дискретною. Результати аналізу отриманої дискретної моделі достатньо точні для прийняття обґрунтованих управлінських рішень для подібних систем
	2.2 Неперервні моделі – це ті, в яких змінні є неперервними величинами, зокрема, змінна часу
	2.3 Змішані (гібридні) – коли частина змінних набуває всіх значень з певного інтервалу, а інша частина – дискретних значень, іншими словами, у моделі одні процеси представлені як безперервні, а інші – як дискретні
3 За масштабом економічного об'єкту	3.1 Макроекономічні моделі відображають як єдине ціле економіку країни
	3.2 Мезомоделі – призначені для вирішення завдань на рівні регіону, міста
	3.3 Мікроекономічні моделі відображають структурні складові економіки або господарську поведінку її окремих одиниць
4 За характером кінцевої мети	4.1 Описові (дескриптивні) моделі, що лише пояснюють факти, які спостерігались або дають прогноз, тобто це моделі без критерію оцінки досліджуваного об'єкта
	4.2 Оптимізаційні (нормативні) моделі – передбачають раціональну цілеспрямовану діяльність, формалізують мету економічного розвитку, можливість та засоби її досягнення; вони є моделями з відповідними оптимізаційними критеріями
5 У залежності від рівня формалізованості зв'язків між величинами	5.1 Алгоритмічні моделі описуються послідовністю дій, які необхідно виконати, щоб розв'язати дану задачу моделювання; до алгоритмічних моделей належать, зокрема, так звані імітаційні моделі – моделюючі алгоритми, які імітують поведінку досліджуваного об'єкта
	5.2 Аналітичні моделі – це моделі, що описуються функціональними та логічними співвідношеннями, тобто формалізуються на мові математики

Класифікаційна ознака	Види моделей та їх характеристика
6 У залежності від впливу випадкових та невизначених факторів	6.1 Детерміновані моделі описують процеси, в яких результат однозначно залежить від вхідних даних, невідомі фактори не враховуються; вони передбачають жорсткий функціональний зв'язок між змінними моделі. Інакше кажучи, детерміновані моделі – це моделі, в яких усі змінні і постійні величини, а також співвідношення між ними детерміновані
	6.2 Моделі з невизначеними факторами – це моделі, в яких зустрічаються невизначені величини, тобто величини, для яких закон розподілу невідомий або взагалі не існує
	6.3 Стохастичні моделі описують випадкові процеси, тому набір вхідних даних може дати, а може й не дати відповідного результату. Отже, стохастичні моделі – це моделі, в яких всі або деякі змінні та сталі величини, а також співвідношення між ними стохастичні (випадкові)
7 За зміною в часі	7.1 Статичні (одноперіодні) моделі характеризуються незалежністю змінних та співвідношень моделі від фактора часу
	7.2 Динамічні (багатопріодні) моделі навпаки відображають перебіг досліджуваного об'єкта в залежності від часу
За формою математичних залежностей детерміновані моделі поділяються на	6.1.1 Лінійні, в яких цільова функція і обмеження лінійні по основних змінних. Побудова і розрахунок лінійних моделей є найбільш розвинутим розділом математичного моделювання, тому до них часто намагаються звести й інші задачі або на етапі постановки, або в процесі розв'язування
	6.1.2 Нелінійні моделі – це моделі, в яких або цільова функція, або будь-яке з обмежень (або всі обмеження) нелінійні. Для нелінійних моделей не існує єдиного методу розрахунку. Залежно від виду нелінійності, властивостей функції і обмежень існують різні способи рішення. Однак, для поставленої нелінійної задачі може взагалі не існувати методу розрахунку. В таких випадках задачу слід спростити
	6.1.3 У динамічних моделях на відміну від статичних лінійних і нелінійних моделей враховується фактор часу. Критерій оптимальності в динамічних моделях може бути найзагальнішого виду (і навіть взагалі не бути функцією), однак для нього мають виконуватися певні властивості. Розрахунок динамічних моделей складний і для кожної конкретної задачі необхідно розробляти спеціальний алгоритм рішення
8 Залежно від застосування певних методів побудови моделей або методів експериментування з орієнтацією децидента	8.1 Проблемно-орієнтовані – нові моделі проблеми, побудовані на ґрунті нових (уперше розроблених або запозичених з інших галузей науки та практики) методів моделювання. На наступних етапах вивчають можливості застосування таких моделей і їх специфічні властивості для розв'язування задач прийняття рішень
	8.2 Формальні моделі, для яких використовують наявні методи розв'язання проблем
9 За способом подання мети	9.1 Однокритерійні – моделі з одним критерієм та модифіковані багатокритерійні, в яких один критерій одержано згортанням усіх наявних критеріїв в один або обґрунтуванням існування та побудови відповідної функції корисності
	9.2 Багатокритерійні математичні моделі з кількісними та якісними критеріями та з ієрархією критеріїв
10 За характером вирішуваних економічних задач	10.1 Виробничі моделі
	10.2 Транспортні
	інші
11 За номенклатурою продукції [7]	11.1 Однопродуктові
	11.2 Багатопродуктові
12 За співвідношенням екзогенних та ендогенних змінних, що включаються в модель	12.1 Відкриті моделі, які не утримують ендогенних змінних. Повністю відкритих моделей не існує; модель повинна містити хоча б одну ендогенну (таку, що визначається за допомогою моделі) змінну
	12.2 Закриті – це такі економіко-математичні моделі, що не містять екзогенних змінних
13 За способом побудови моделі	13.1 Індуктивні – отримують, спостерігаючи за одиничними фактами, важливими для прийняття рішень; містять специфічні, історично сформовані властивості процесу, що моделюється; розробляються для розв'язання конкретних проблем
	13.2 Дедуктивні – виходять зі спрощеної системи гіпотетичних ситуацій. Основою моделювання при цьому є замкнена та спрощена абстрактна проблема

Класифікаційна ознака	Види моделей та їх характеристика
14 За одержанням точного результату	14.1 Точні
	14.2 Неточні
15 За конкретним призначенням	15.1 Балансові – моделі взаємного співставлення наявних матеріальних, трудових і фінансових ресурсів та потреб у них
	15.2 Трендові – відображають переважаючу тенденцію ряду динаміки (закономірність розвитку явища, процесу)
	15.3 Оптимізаційні – передбачають єдиний спосіб дій з визначеної ними ж множини допустимих розв'язків у відповідності з критерієм оптимальності, що задається особою, яка приймає рішення
	15.4 Імітаційні – процес функціонування системи і її підсистем імітується на комп'ютері як спосіб отримати уявлення про поведінку складної системи і проведення її аналізу. В імітаційних моделях реальний процес розгортається в машинному часі і спостерігаються результати випадкових впливів на нього
	інші
16 За глибиною часового обрію	16.1 Довгострокового прогнозування і планування – часовий інтервал 10–15 і більше років
	16.2 Середньострокові моделі, в яких часовий інтервал може досягати 5 років
	16.3 Короткострокові моделі, в яких часовий інтервал не перевищує 1 року
17 За обсягом стадій та зв'язків	17.1 Одноетапні
	17.2 Багатоетапні
18 За формою зображення математичної моделі	18.1 Аналітичні, коли реальні системи або процеси представляються у вигляді алгебраїчних, інтегральних, диференціальних рівнянь або систем рівнянь (нерівностей)
	18.2 Графічні моделі – використовуються тоді, коли задачу зручно представити у вигляді графічної структури
	18.3 Логічні – модельовані системи чи процеси представляються у вигляді логічних співвідношень
19 За виконуваними функціями управління	19.1 Моделі аналізу
	19.2 Моделі прогнозування
	19.3 Моделі управління
20 За ступенем деталізації	20.1 Агреговані
	20.2 Деталізовані
21 За сферою дії	21.1 Глобальні
	21.2 Місцеві
22 Залежно від особливості методології і техніки моделювання	22.1 Структурні, велике значення в яких мають внутрішні залежності між елементами систем. Типовими структурними моделями є моделі міжгалузевих зв'язків
	22.2 Функціональні моделі широко застосовуються в економічному регулюванні, коли на поведінку об'єкта („вихід”) впливають шляхом зміни „входу”, т.ч. пізнання об'єкта відбувається без аналізу його структури
23 Залежно від того чи включають моделі просторові (територіальні) фактори	23.1 Точкові
	23.2 Просторові

Окрім поширеної класифікації економіко-математичних моделей, у таблиці 2 пропоную їх розподіл за видами залежно від особливостей сфери застосування.

Таблиця 2

Специфічна класифікація економіко-математичних моделей окремих видів економічної діяльності

Предметна область застосування моделей	Можливі види моделей
Економіко-математичні моделі виробничих і технологічних процесів	Моделі розподілу ресурсів, моделі приготування сумішей, моделі технологічних операцій та оптимізації технологічних процесів, оптимізації проектних рішень та ін.
Економіко-математичні моделі задач торговельної діяльності	Моделі розв'язування задач розміщення торговельної мережі, планування господарської діяльності торговельного підприємства, розподілу працівників за розмірами зарплати, розподілу населення за розмірами доходів (купівельною спроможністю), моделі прогнозування попиту на товари та ін.

Предметна область застосування моделей	Можливі види моделей
Економіко-математичні моделі аграрної сфери	Моделі розміщення, спеціалізації і розвитку виробництва, співвідношення видів діяльності, використання обмежених ресурсів, визначення раціональної структури земельних площ, підвищення біопродуктивності земельних ресурсів, ефективності природоохоронних заходів та ін.
Економіко-математичні моделі транспортної системи	За видами транспорту: автомобільного, електротранспорту, залізничного, річкового, повітряного... зокрема, громадського, у т.ч. таксі, моделі розвитку транспортної мережі (залежно від конкретних умов і видів транспорту), моделі регулювання парку вагонів, закріплення постачальників за споживачами без урахування вартості повернення транспортних засобів та з урахуванням повернення транспортних засобів, розподілу транспортних засобів по лініях (автомобілів (суден), літаків цивільної авіації (у т.ч. поповнення літаків...), моделі перевезень з урахуванням перевалок (у т.ч. багатоетапні перевалки) та ін.
Економіко-математичні моделі електроенергетичної системи	Прогнозування навантаження, планування виробничих процесів, планування нарощування виробництва електроенергії, розвитку мережі електропередачі та ін.
Економіко-математичні моделі системи міської сфери обслуговування	Моделі функціонування екстрених служб: визначення необхідної кількості оперативних бригад у кожному районі; поділу території, що підлягає обслуговуванню, на райони; розміщення базових пунктів і розподілу оперативних одиниць; підвищення ефективності систем; роботи служби вуличного руху: забезпечення руху, організації стоянок, ремонту вулиць тощо; сфери соціальних послуг та ін.
Економіко-математичні моделі управління системою охорони здоров'я	Моделі організації регіональної служби здоров'я, розміщення ресурсів у системі служби здоров'я з урахуванням цілей і вимог інших систем, планування різних програм служби здоров'я (пов'язаних, наприклад, з очищенням води, харчуванням, регулюванням чисельності сім'ї, профілактичними щепленнями населення та ін.), розподілу трудових ресурсів, контролю якості медичного обслуговування, функціонування установ системи охорони здоров'я й ін.
Економіко-математичні моделі системи освіти	Повні моделі, що пов'язують змінні, які характеризують необхідні для аналізу системи освіти капітальне обладнання (шкільні будівлі, спортивні майданчики, автобуси і т.д.), персонал та відповідні програми (навчальні і факультативні) – регресійні, структурні та ін.; моделі оцінки показників процесу навчання та ін.
Економіко-математичні моделі систем в екології	Моделі охорони навколишнього природного середовища: управління службами, відповідальними за ліквідацію міських відходів; опису фізичних процесів у навколишньому середовищі; охорони і розподілу водних ресурсів; контролю за забрудненням атмосфери й ін.
Економіко-математичні моделі військової системи	Моделі функціональної оптимізації, централізації закупівель, оптимізації системи логістичного забезпечення, оновлення доктринальних та концептуальних підходів до забезпечення національної безпеки, створення ефективної державної системи кризового реагування, моделі аналізу військових операцій та ін.
Економіко-математичні моделі управління трудовими ресурсами	Моделі комплектування штату організації, підвищення кваліфікації працівників, розподілу трудових ресурсів, використання трудових ресурсів, оцінки ефективності працівників, оплати праці і стимулювання працівників та ін.

Предметна область застосування моделей	Можливі види моделей
Економіко-математичні моделі управління матеріальними запасами	<p>Модель Уілсона визначення партії замовлення за умов рівномірного попиту і можливості миттєвого виконання замовлення, що мінімізує витрати на зберігання і обслуговування запасу;</p> <p>однопродуктова детермінована статична модель оптимального управління запасами з можливим дефіцитом; модифікації детермінованої однопродуктової статичної моделі: заборона дефіциту, відсутність можливості зберігати запас, поповнення запасів здійснюється миттєво через певні проміжки часу, поповнення запасів здійснюється миттєво, причому виникнення дефіциту неприйнятне;</p> <p>динамічна однопродуктова детермінована модель управління запасами та випуском продукції;</p> <p>однопродуктова імовірнісна статична модель управління запасами; у випадку багатодуктових запасів детерміновані моделі поділяються на три типи: у яких взаємодія між продуктами виявляється після постачання; з повним суміщенням замовлень (повне укомплектування партій у відповідності з технологічним комплектом і т. ін.); з частковим поєднанням замовлень</p>
Економіко-математичні моделі планування та розміщення об'єктів	Розміщення існуючих або нових об'єктів (точкових чи просторово-протяжних, одного та кількох об'єктів, незалежне чи залежне розміщення...), взаємодії нових та існуючих об'єктів й ін. за критеріями мінімізації сукупних витрат, мінімізації максимальних витрат, максимізації державної вигоди тощо
Економіко-математичні моделі планування й упорядкування робіт	Залежно від характеру показників процесу виконання робіт моделі розподіляються на детерміновані та стохастичні, кожен з класів, у свою чергу, може бути структурований залежно від характеристик виробничої дільниці (число і тип машин, їх доступність і т.д.) та параметрів системи (кількість робіт, моменти їх готовності до виконання, тривалість виконання, технологічні послідовності тощо)
Економіко-математичні моделі технічного обслуговування обладнання	Моделі оновлення (заміни) обладнання, що вийшло з ладу; профілактичного огляду обладнання; профілактичного поточного ремонту і відновлення обладнання; організації служб технічного контролю
Економіко-математичні моделі організації дозвілля	Організація дозвілля означає проведення часу по за домом і включає крім туризму ще й спорт і розваги. Економіко-математичні моделі прогнозування і моделі розподілу потоків туристів (аналіз часових рядів; причинно-наслідкові моделі; потокові моделі); моделі визначення користі (вигод), отримуваної від реалізації заходів з організації дозвілля; моделі прийняття рішень, т. б. планування туризму, наприклад, у країні, що розвивається, чи в регіоні)... Стосовно спорту, економіко-математичні моделі організації тренувань і формування команд; оцінки стратегії у командних і індивідуальних видах спорту та ін.
Економіко-математичні моделі процесів інвестиційної діяльності	Моделі оцінки інвестиційної привабливості проектів (підприємств, регіонів, видів діяльності...), оцінки ефективності інвестування в реальні проекти, оцінки відповідності результатів діяльності критеріям та ін.

Даний перелік не є повним і не претендує на вичерпність.

Висновки і пропозиції. Використання особами, які за родом своєї діяльності вирішують завдання бізнесу стосовно планування комерційної діяльності і виробництва або в процесі державного регулювання економічного розвитку, можливостей, що відкриваються у разі коректного й цілеспрямованого використання економіко-математичного інструментарію розроблення та підтримки управлінських рішень для зростання ефективності в усіх сферах суспільного життя у зв'язку з прискореним запровадженням суб'єктами господарювання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та рішень щодо створення інформаційних ресурсів і практичного застосування електронних технологій з метою підвищення їх конкурентних переваг, допомагатиме зрозуміти складні системи, передбачити їхнє поведення і розвиток процесів у різних ситуаціях, надасть можливість змінювати параметри й навіть структуру моделі, щоб направити ці процеси в бажане русло. Через складність багатьох систем і проблем управління, неможливість проведення експериментів у реальному житті, навіть коли вони необхідні, а також орієнтацію управління на майбутнє, моделювання – це єдиний до теперішнього часу спосіб встановити потенційні наслідки альтернативних рішень, що дозволяє їх об'єктивно порівнювати, а також побачити варіанти у перспективі.

Застосування систем підтримки прийняття рішень дозволяє суб'єкту управління підвищити ефективність прийняття рішень завдяки моделюванню та автоматизації інформаційних процедур. Однак, якими б досконаліми не були системи підтримки прийняття рішень та інші перераховані вище засоби, вони не здатні повністю замінити людину. Неможливо приймати ефективні рішення, опираючись тільки на формальні наукові методи. Наука і технічні засоби з одного боку, а досвід, знання та інтуїція особи, яка приймає рішення, – з другого, мають поєднуватися і доповнювати одне одного, тобто справджуватися відомий принцип зовнішнього доповнення.

Література

1. Лубенець С. В. Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті : навч. посіб. / Лубенець С. В. – Львів : ПП „Магнолія 2006”, 2010. – 261 с.
2. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. / [Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Шарапов О. Д. та ін.] ; за заг. ред. В. В. Вітлінського. – К. : КНЕУ, 2008. – 536 с.
3. Кігель В. Р. Математичні методи ринкової економіки : навч. посіб. / Кігель В. Р. – К. : Кондор, 2003. – 158 с.
4. Ющенко Н. Л. Економіко-математичні моделі в управлінні та економіці : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Ющенко Н. Л. – Чернігів : Чернігівський національний технологічний університет, 2016. – 278 с.
5. Томашевський В. М. Моделювання систем / Томашевський В. М. – К. : Видавнича група ВНУ, 2005. – С. 23-24.
6. Хазанова Л. Э. Математическое моделирование в экономике : учеб. пос. / Хазанова Л. Э. – М. : БЕК, 1998. – С. 32-33.
7. Варфоломеев В. И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум : учеб. пос. / Варфоломеев В. И. – М. : Финансы и статистика, 2000. – С. 34-35.

Надійшла 01.11.2016; рецензент: д. е. н. Ільчук В. П.