

УДК 519.667004.89

С.М. Братушка, канд. фіз.-мат. наук, доц.,
ДВНЗ "Українська академія банківської справи НБУ"

ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ

У статті розглянуто особливості розв'язання економічних задач за допомогою сучасного математичного апарату та методів аналізу, а також основні підходи при дослідженні первинних економічних даних. Охарактеризовано основні класи спеціалізованого програмного забезпечення, за допомогою якого задачі вказаного типу можуть бути розв'язані за досить короткий час.

Ключові слова: економіко-математичні методи, моделювання, аналіз, програмне забезпечення.

Постановка проблеми. Особливістю розвитку сучасного суспільства є складний характер ринкової економіки, яка характеризується швидкою змінюваністю умов економічної діяльності, високими вимогами до методів планування і господарської діяльності. Попередній аналіз даних та математичне моделювання економічних ситуацій з широким застосуванням сучасної обчислювальної техніки дозволяє визначити заходи, що забезпечують необхідну ефективність виробництва або підприємництва, і на основі цих даних ухвалити рішення про вибір оптимальної стратегії з управління бізнесом. Досить важливою стороною управлінської діяльності є прийняття рішень в умовах невизначеності та багатокритеріального вибору, а саме в таких умовах у більшості випадків і функціонують суб'єкти підприємницької діяльності. Для прийняття вчасних та науково обґрунтованих рішень доводиться виконувати обробку значних обсягів інформації з використанням потужного математичного апарату. Такий підхід вимагає як значних часових витрат, так і спеціальних знань. Тому для прискорення аналізу та прийняття рішень логічним є використання спеціалізованого програмного забезпечення, в якому б реалізовувалися як відповідні алгоритми обробки первинної інформації, так і необхідні для такої діяльності математичні моделі. Слід також відмітити, що програмне забезпечення подібного класу дозволяє отримати результати розрахунків не тільки у числовому або символічному (аналітичному) вигляді, але й в табличному чи графічному, що також спрощує сприйняття та інтерпретацію отриманих результатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні та практичні питання використання економіко-математичних методів та відповідного програмного забезпечення для розв’язання економічних задач висвітлені у роботах вітчизняних та закордонних науковців, зокрема А.С. Шапкіна, Л.В. Канторовича, А.М. Гатауліна, А.Б. Горстко, Т.М. Сорокіна та багатьох інших [2-4].

Мета статті полягає у визначенні особливостей економічних завдань, для вирішення яких можуть бути використані математичні методи та спеціалізоване програмне забезпечення, яке дозволяє підвищити ефективність використання цих методів.

Виклад основного матеріалу. *Особливості економічних завдань, що вирішуються математичними методами.* Економічна наука, як і будь-яка інша, має свою специфіку. Специфіка її визначається загальною специфікою наук про людину. Всі суспільні науки вивчають найскладнішу і високоорганізовану форму руху – соціальну. На цьому рівні організації матерії доводиться враховувати зворотний зв’язок між суб’єктом і зовнішнім середовищем. Цей зв’язок являє собою суперечливу єдність інтересів і цілей окремих організмів, що беруть участь в тому чи іншому процесі. Економічна наука вивчає великий пласт процесів, які існують між суб’єктами при обміні різними продуктами, а також процесів, що мають до цього будь-яке відношення. Виникнення економічних відносин започаткувало спеціалізацію праці і відповідно увесь соціально-економічний прогрес.

На сучасному етапі економічні відносини між суб’єктами утворюють економічні системи із складною структурою, великою кількістю елементів і зв’язків між ними, які і зумовлюють майже всі особливості економічних завдань.

За Гатауліним [2] основою економічної системи є виробництво, отже, економічну систему можна розглядати як сукупність керованих систем, що управляють. З цього випливають такі особливості виробництва:

- масштаби виробництва як керованої системи незрівнянно більші, ніж будь-якої технічної керованої системи;
- виробництво як система постійно удосконалюється і тому управління ним включає управління процесами вдосконалення;
- у зв’язку з науково-технічним прогресом і розвитком продуктивних сил змінюються параметри системи, що обумовлює необхідність дослідження нових закономірностей розвитку виробництва і їх використання в управлінні;

- в міру ускладнення виробництва підвищуються вимоги до методів збору, накопичення, переробки інформації; її диференціація за рівнями ієрархії з урахуванням істотності щодо ухвалення управлінських рішень;
- участь людини у виробництві як невід'ємній частині продуктивних сил суспільства обумовлює необхідність обліку комплексу соціальних, екологічних та інших чинників.

Крім виробничих систем, до складу економічних систем входять також сфера звернення та невиробнича сфера, які мають свою специфіку. Вона полягає в тому, що участь у процесах звернення багатьох покупців і продавців припускає необхідність обліку таких чинників, як конкуренція, закони попиту і пропозиції, а також те, що більшість умов мають імовірнісний характер.

Із зазначеного випливає, що економічні задачі – це задачі з великою кількістю невідомих, які мають різні динамічні зв'язки і взаємини. Тобто економічні завдання багатомірні, і навіть представлені у формі системи нерівностей та рівнянь вони не можуть розв'язуватися звичайними математичними методами.

Ще однією характерною межею планово-економічних та інших економічних завдань є множинність можливих рішень; певну продукцію можна отримати різними способами, по-різному вибираючи сировину, устаткування, технологію і організацію виробничого процесу [1]. Водночас для управління потрібна по можливості мінімальна кількість варіантів і бажано якнайкращих. Тому другою особливістю економічних завдань є те, що ці завдання екстремальні, що у свою чергу припускає наявність цільової функції.

Оцінюючи критерії оптимальності, слід зазначити, що у ряді випадків може виникнути ситуація, при якій доводиться враховувати одночасно ряд показників ефективності, наприклад, максимум рентабельності і прибутку, товарної продукції, кінцевої продукції та ін. Це пов'язано не тільки з формальними труднощами вибору і обґрунтуванням єдиного критерію, але і з багатоцільовим характером розвитку систем. У цьому випадку слід розглядати декілька цільових функцій і відповідно певний компроміс між ними.

Близькими до багатоцільових завдань є завдання знаходження лінійної для дробу функції, якщо цільова функція виражається відносними показниками ефективності виробництва (рентабельність, собівартість продукції, продуктивність праці та ін.).

Крім вищевикладеного, потрібно враховувати, що вхідними величинами виробничих систем є матеріальні ресурси (природні, засоби виробництва), трудові ресурси, капіталовкладення, інформаційні ресурси (відомості про ціни, технології та ін.). Тому ще однією особливістю економічних завдань є обмеження ресурсів. Тобто це припускає відображення економічного завдання у вигляді системи нерівностей.

Випадковий характер чинників, що впливають на економічну систему, припускає імовірнісний (стохастичний) характер техніко-економічних коефіцієнтів, коефіцієнтів цільової функції, що також є особливістю економічних завдань.

Нерідко виникають умови, при яких залежності між різними чинниками або в цільовій функції нелінійні. Наприклад, це має місце в залежностях між витратами ресурсів і виходом кінцевого продукту. Однак основна частина таких завдань існує при моделюванні ринкової поведінки, коли слід враховувати чинники еластичності попиту і пропозиції, тобто нелінійний характер змін цих величин у порівнянні з рівнем цін.

При моделюванні ринкової поведінки, окрім нелінійності залежностей, зустрічається така особливість, як вимога враховувати поведінку конкурентів. Об'єктивні економічні закони діють через діяльність значної кількості господарських підрозділів. Водночас реалізація рішення, прийнятого в одному з цих підрозділів, може значно вплинути на ті або інші характеристики економічної ситуації, при якій ухвалюють рішення решта підрозділів (змінюється кількість сировини, ціни на вироби та ін.). Отже, виникає комплекс оптимізаційних завдань, в кожному з яких певні змінні величини залежать від вибраного управління в інших завданнях [3].

Ще однією загальною особливістю економічних завдань є дискретність або об'єктів планування, або цільової функції. Ця цілочисельність впливає з природи речей, предметів, якими оперує економічна наука. Тобто не може бути дробом число підприємств, число робітників та ін. При цьому дискретний характер мають не тільки об'єкти планування, але і тимчасові проміжки, всередині яких здійснюється планування. Це означає, що при плануванні будь-якої дії завжди слід визначати, за який термін вона здійснюється, і коли будуть результати. Отже, вводиться ще одна дискретна змінна – тимчасова.

Дискретність багатьох економічних показників вимагає позитивності їх значень: реальні предмети або відрізки часу не можуть бути менші від нуля.

Не слід забувати і про те, що економічна система – це не статична сукупність елементів, а та, що розвивається і змінюється під дією зовнішніх і внутрішніх чинників.

Отже, слід зазначити, що економічні завдання, які вирішуються математичними методами, мають специфіку, що визначається особливостями економічних систем як вищих форм руху в порівнянні з технічними або біологічними системами. Ці особливості економічних систем зробили недостатніми математичні методи, які виникли з потреб інших наук. Тобто потрібний новий математичний апарат, причому не складніший, а такий, що враховує особливості економічних систем на базі вже існуючих математичних методів.

Крім того, економічні системи розвиваються і ускладнюються самі, змінюється їх структура, іноді і зміст, обумовлений науково-технічним прогресом. Це робить застарілими багато методів, що застосовувалися раніше, або вимагає їх коригування. Водночас науково-технічний прогрес впливає і на самі математичні методи, оскільки поява і удосконалення електронно-обчислювальних машин зробила можливим широке використання раніше описаних методів тільки теоретично або таких, що застосовувалися лише для невеликих прикладних завдань.

Розглянувши особливості економічних завдань, що вирішуються математичними методами, розкриємо призначення і суть деяких економіко-математичних методів.

Призначення і суть деяких економіко-математичних методів. Лінійне програмування використовується при вирішенні завдань у тому випадку, коли цільова функція і обмеження виражені лінійними залежностями. Знайдені при цьому невідомі змінні забезпечують екстремум цільової функції.

Якщо в системі рівності або нерівностей (обмежень) містяться випадкові елементи, але залежності між змінними – лінійні, то таке завдання вирішується методами стохастичного програмування.

Якщо при знаходженні невідомих змінних необхідно, щоб одна з них набувала тільки цілочисельні значення, в цьому випадку при розв'язанні поставленої задачі необхідно використовувати методи цілочисельного програмування.

Методи нелінійного програмування використовуються тоді, коли залежності між змінними мають нелінійний характер. Завдання, що вирішуються методами нелінійного програмування, достатньо складні, оскільки немає універсального методу їх реалізації. Суть методу нелінійного програмування полягає в знаходженні або сідлової точки, або загального максимуму, або мінімуму функції. Основна складність полягає у визначенні, чи цей максимум загальний чи локальний.

Опуклим програмуванням є сукупність спеціальних методів вирішення нелінійних екстремальних завдань, у яких опуклі або цільові функції, або обмеження.

Квадратичне програмування – це сукупність методів вирішення особливого класу екстремальних завдань, в яких обмеження умовно лінійні, а цільова функція є многочленом другого ступеня.

Характерним при застосуванні цих методів на сучасному етапі є можливість часткового зведення їх до лінійного моделювання. Як правило, задачі даного класу прийнято розв'язувати засобами MS Excel (пошук рішення). Більш гнучкі та потужні можливості надають користувачу такі спеціалізовані математичні пакети, як MatLab та MathCAD. Так, у пакеті MathCAD користувач має змогу реалізовувати більш складні системи рівнянь, записуючи їх у звичній формі. Приклад розв'язання задачі даного класу у пакеті MathCAD наведений на рис. 1.

The screenshot displays the MathCAD interface with the following content:

- Objective function:** $f(x_1, x_2, x_3) := 4x_1 + 3x_2 + 2x_3$ (цільова функція)
- Initial conditions:** $x_1 := 1$, $x_2 := 1$, $x_3 := 1$ (початкові умови)
- Given:**
 - $x_1 \geq 10$, $x_2 \geq 5$, $x_3 \geq 20$
 - $4x_1 + 3.4x_2 + 2x_3 \leq 340$
 - $4.7x_1 + 11x_2 + 2x_3 \leq 540$
 - $x_1 + x_2 + x_3 = 100$
- Constraint:** $x_1 + x_2 + x_3 = 100$ (обмеження)
- Result:** $\text{Result} := \text{Maximize}(f, x_1, x_2, x_3)$
- Final Result:** $\text{Result} = \begin{pmatrix} 66.5 \\ 5 \\ 28.5 \end{pmatrix}$

Рис. 1. Розв'язання задачі лінійного програмування у пакеті MathCAD

Вказані групи методів нелінійного програмування використовуються при вирішенні, наприклад, завдання розрахунку показників зростання продуктивності праці з урахуванням різних чинників, зміни витрат виробництва при зростанні обсягу виробництва та ін.

Методи динамічного програмування можуть застосовуватися для вирішення таких оптимізаційних завдань, в яких необхідно розглядати процес виробництва або управління в просторі або в часі, тобто в розвитку. При цьому процедура обчислень реалізується за своєрідною схемою: весь процес пошуку оптимального рішення подається у вигляді кроків певної послідовності, для кожного з яких знаходиться оптимальне рішення, причому оптимальність визначається впливом на подальші кроки. Основою використання методів динамічного програмування є принцип оптимальності Беллмана [1]. Сам процес рішення – багатокроковий. Цими методами можуть вирішуватися завдання вибору моменту часу заміни устаткування при умові отримання за період експлуатації найбільшого прибутку, розподіл видів ресурсів за виробництвами та ін. Методи динамічного програмування можуть бути реалізовані за допомогою графів з використанням циклічних алгоритмів. Такий підхід також можна реалізувати у сучасних математичних пакетах, оскільки майже всі пакети мають вбудовані мови програмування, на основі яких і реалізуються цикли.

У моделях реальних економічних систем коефіцієнти цільової функції або обмеження можуть бути не постійними величинами, а змінюватися від різних чинників протягом періоду, для якого вирішується екстремальне завдання: формування виробничої програми для підприємства, на якому здійснюється реконструкція, визначення величини додаткових капітальних вкладень в умовах заміни технологічних процесів обробки виробів та ін. Для реалізації таких завдань використовуються методи параметричного програмування.

Моделі, що містять велику кількість показників, дуже складні при реалізації, тому в тих випадках, коли це можливо, їх перетворюють на декілька моделей меншої розмірності, тим самим розкладаючи завдання на підзадачі. Отримані локальні завдання вирішуються спільно за спеціальними правилами методами блокового програмування.

Методи математичної статистики використовуються для знаходження і розкриття закономірностей, які властиві великим сукупностям однорідних об'єктів. При цьому вивчається не кожен елемент сукупності, а певна вибірка. Отримані характеристики такої вибірки можуть використовуватися для порівняльної оцінки елементів різних сукупностей або їх характеристик, а також для встановлення зв'язків між окремими величинами і програмування на цій основі розвитку системи в майбутньому. Математична статистика включає [4] кореляційний, регресійний, дисперсійний, факторний та ін. аналізи. Ці методи використовуються при розрахунку параметрів нормативів, в аналізі виробничо-господарської діяльності підприємств і т.д. На ринку

спеціалізованих програмних пакетів математичного спрямування безумовним лідером є пакет Statistica фірми StatSoft. У даному пакеті реалізовані найбільш поширені методи аналізу даних, за допомогою яких дослідник може виконати не тільки попередній розвідувальний аналіз даних, але й провести повний комплекс таких досліджень. Зовнішній вигляд пакета поданий на рис. 2.

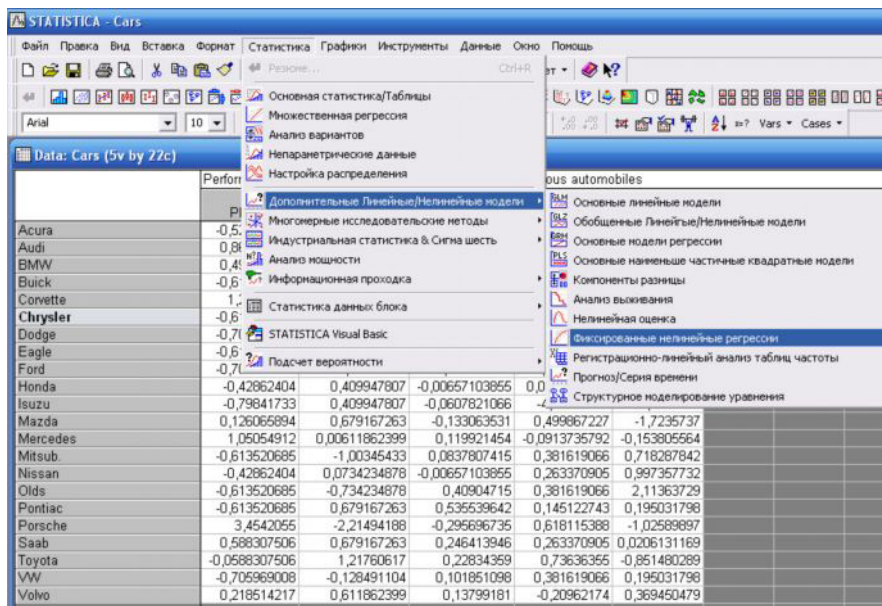


Рис. 2. Інтерфейс пакета Statistica

В умовах невизначеності і/або конфлікту інтересів, якщо рішення повинне забезпечувати найбільший ефект або найменші втрати, застосовується теорія ігор. Суть цієї теорії полягає в тому, що гравець (учасник економічних взаємин) повинен вибрати оптимальну стратегію залежно від того, якими він вважає дії супротивників (конкурентів, чинників зовнішнього середовища та ін.). Залежно від того, наскільки гравець обізнаний про можливі дії супротивників, ігри бувають відкриті і закриті. При відкритій грі оптимальною стратегією буде вибір максимального мінімуму виграшу (“максиміну”) зі всієї сукупності рішень, представлених в матричній формі. Відповідно супротивник буде прагнути програти лише мінімальний максимум (“минимакс”), який у разі ігор з нульовою сумою буде рівний “максиміну”. В економіці частіше зустрічаються ігри з ненульовою сумою, коли виграють обидва гравці.

Окрім цих методів, в економіко-математичному моделюванні при вирішенні економічних завдань застосовуються методи міжгалузевого балансу, мережевого планування і управління, систем масового обслуговування.

Досить важливою є проблема прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності та багатокритеріальності. До задач даного класу належать задачі класифікації об’єктів, знаходження асоціативних правил, знаходження дублікатів та протиріч, реалізація дерев розв’язків тощо, моделювання за допомогою нейронних мереж. Такі задачі, як правило, розв’язуються з використанням апарату нечіткої логіки, Баєсівського аналізу, статистичних методів досліджень. Звичайна реалізація названих методів представляє собою досить складне практичне завдання. Однак можливим шляхом вирішення даної проблеми є застосування систем підтримки прийняття рішень. Типовим представником таких систем є програмний засіб Deductor Studio російської фірми BaseGroup Labs. Інтерфейс програми поданий на рис. 3.

Год и Неделя кредитования	Срок	Да	Нет	Итого	
2003-w01	6	194 500,00	7 500,00	202 000,00	
	12	244 500,00	176 500,00	421 000,00	
	18	48 000,00	249 000,00	297 000,00	
	24		195 500,00	195 500,00	
	30		151 000,00	151 000,00	
	36		229 000,00	229 000,00	
	42		59 500,00	59 500,00	
	48		58 000,00	58 000,00	
	Итого		487 000,00	1 125 000,00	1 612 000,00
	2003-w02	6	183 500,00	25 500,00	209 000,00
12		109 000,00	373 500,00	482 500,00	
18		61 000,00	440 000,00	501 000,00	
24		37 000,00	319 000,00	356 000,00	
30			176 500,00	176 500,00	
36			156 500,00	156 500,00	
42			53 500,00	53 500,00	
Итого			390 500,00	1 544 500,00	1 935 000,00
Итого		877 500,00	2 669 500,00	3 547 000,00	

Рис. 3. Робоче вікно програми Deductor Studio

Висновки. Отже, ефективне розв’язання економічних задач вимагає використання сучасного потужного математичного апарату, методів аналізу та дослідження первинних даних. На даний момент існує досить широкий клас спеціалізованого програмного забезпечення, за допомогою якого задачі зазначеного типу можуть бути розв’язані за досить короткий час без спеціальної математики. Володіння такими програмними засобами є безумовною вимогою до сучасних спеціалістів в галузі банківських та інформаційних технологій, що дозволяє економити значні часові та фінансові ресурси.

Список літератури

1. Беллман, Р. Динамическое программирование [Текст] / Р. Беллман ; пер. с англ. И. М. Андреевой [и др.] ; под ред. Н. Н. Воробьева. – М. : Изд. иностр. лит., 1960. – 400 с.
2. Гатаулин, А. М. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве [Текст] / [Гатаулин А. М., Гаврилов Г. В., Сорокина Т. М. и др.] – М. : Агропромиздат, 1990. – 432 с.
3. Канторович, Л. В. Оптимальные решения в экономике [Текст] / Л. В. Канторович, А. Б. Горстко. – М. : Наука, 1972. – 232 с.
4. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций [Текст] : учебник / А. С. Шапкин, Н. П. Мазаева. – М. : Дашков и Ко, 2004. – 400 с.

Summary

The features of decision of economic tasks by a modern mathematical device and by methods of analysis, and also basic approaches to research of basic economic data are considered. The basic classes of the specialized software, by means of which the tasks of the indicated type could be solved in short, are described.

Отримано 05.11.2008

УДК 336.748.12:338.532.4(477)

О.І. Петрик, канд. фіз.-мат. наук, Національний банк України

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ІНФЛЯЦІЙНОГО ТАРГЕТУВАННЯ

У статті обґрунтовано, що система інфляційного таргетування не є закінченою структурою, а скоріше, трансформаційним процесом до інших форм регулювання фінансової сфери та впливу на економіку з боку центрального банку. Основними напрямками такої еволюції має бути підвищення транспарентності та підвітності, зростання гнучкості системи інфляційного таргетування, вдосконалення механізму монетарної трансмісії, систем аналізу та прогнозу, а також поліпшення статистичного визначення цільового параметра монетарної політики.

Ключові слова: інфляція, інфляційне таргетування, прогноз інфляції, макро-економічний прогноз, монетарні режими, центральний банк.

Постановка проблеми. За останні майже 20 років більше 30 країн світу запровадили та з різним ступенем успіху здійснюють інфляційне таргетування. Спираючись на їх досвід та практику, ми можемо передбачити напрями подальшої модернізації та розвитку цього монетарного режиму в умовах глобалізації світової економіки.

Аналіз останніх досліджень. Найвагоміші теоретичні підходи та практичні результати досліджень стосовно створення умов для забезпечення стійкого економічного зростання економіки України, а також