

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ НЕЛІНІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Розроблено методику пошуку оптимальних параметрів для нелінійних математичних моделей з великою кількістю вхідних параметрів, що дозволяє знаходити глобальний оптимум з достатньою точністю і швидкістю.

The method of search of optimum parameters is developed for nonlinear mathematical models with plenty of entry parameters, that allows to find a global optimum with sufficient exactness and speed.

Ключові слова: модель управління, методика пошуку оптимальних параметрів.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями

Пошук оптимуму являється однією з головних задач підвищення економічної ефективності. Для знаходження оптимуму потрібно мати математичну модель і засоби для її аналізу.

Розв'язання таких задач здійснюється в два етапи. Суть першого етапу полягає в пошуку області екстремуму, а суть другого етапу – у знаходженні екстремальної точки. Ці два етапи є головними складовими пошукових методів, які дуже часто використовуються при розв'язанні задач оптимізації [1].

Пошукових методів та їх модифікацій є досить багато. До основних методів пошуку можна віднести наступні методи: симплексів, Гаусса-Зейделя, випадкового пошуку, градієнта, найшвидшого спуску, метод крутого сходження та інші.

Саме вирішення питання про знаходження оптимуму постає при оптимізації ефективності діяльності підприємств, які здійснюються для покращення систем управління їх діяльністю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми

Якщо загалом розглянути проблему пошуку оптимуму, то її можна описати як здобуття бажаної реакції об'єкту при визначеній дії на нього (рис. 1). Об'єкт має певні властивості і функціональні можливості. Вплив на об'єкт призводить до його реакції, яка визначає взаємозв'язок властивостей і функціональних можливостей. Якщо цей взаємозв'язок між дією і реакцією відомий, то завдання оптимізації – це визначення впливу на об'єкт, щоб отримати його бажану реакцію. Об'єктами оптимізації можуть бути математична модель; натурний об'єкт; статистичні дані та ін.

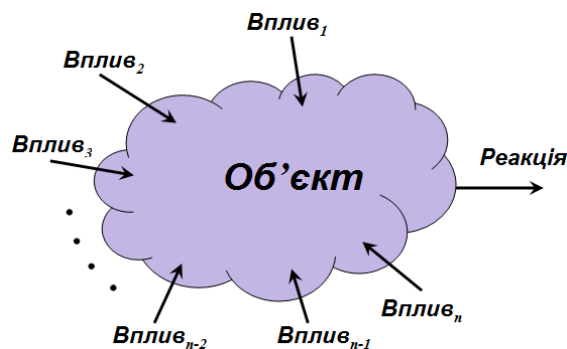


Рис. 1

Оптимізація ефективності діяльності підприємств має ряд особливостей, які обумовлюються цілим рядом причин. Наприклад, якщо виробництво є діючим, то деякі задачі доводиться розв'язувати не перериваючи процес виробництва. Також варіювати фактори в широких інтервалах не є можливим, адже для того, щоб уникнути браку на виробництві, на області варіювання факторів накладаються обмеження. В умовах виробництва значну роль відіграють неконтрольовані змінні. Їх зміна може призвести до зміщення оптимуму відносно контрольованих.

Зазвичай, пошук оптимальних рішень в області оптимуму є найбільш ефективним лише тоді, коли враховується математична модель об'єкту дослідження. Хоча існують випадки, коли оптимум знаходять навіть при відсутній математичній моделі об'єкту. Це можливо лише тоді, коли співвідношення, що характеризують функцію цілі задані в аналітичній формі і не є дуже складними, наприклад, мають вид лінійних рівнянь. Але на практиці часто зустрічаються більш складні задачі. Саме тоді, успішно використовуються методи пошуку оптимуму [1, 2].

Розглянемо основні методи, які використовують при пошуку оптимальних рішень в процесі проведення досліджень як на етапі просування до області оптимуму, так і на етапі вивчення області оптимуму.

При оптимізації методом Гаусса-Зейделя оптимум досліджуваного процесу шукають почерговим варіюванням кожної вхідної змінної (фактора) до досягнення власного оптимуму. Спочатку досягається оптимум за напрямком однієї з координатних осей за фіксованими значеннями факторів по інших координатних осях. Потім, зафіксувавши знайдене значення фактора, переходять до варіювання іншого фактора, де знову досягається частинне значення оптимуму і т. д.

Досвід практичного використання даного пошукового методу показує, що він є ефективним лише в тих ситуаціях, коли незначні ефекти взаємодії факторів, тобто коли лінії постійного рівня мають вигляд еліпсів чи кругів з осями паралельними осям координат.

Цей простіший метод оптимізації широко використовується в практиці досліджень. Найчастіше, однак, обмежуються однократним варіюванням по кожній з координатних осей, що пов'язано з основним недоліком методу – тривалістю просування в область оптимуму. Тому зазначений алгоритм рідко доводить до області оптимуму.

Основна ідея методу випадкового пошуку полягає у випадковому виборі напрямку руху на кожному наступному кроці. Існує багато видів методу випадкового пошуку, але всі вони об'єднані застосуванням випадкового вектора. Для формування випадкового вектора використовуються випадкові числа. Цей метод широко використовується при оптимізації процесів, однак дає гарні результати при великій чисельності факторів, а також корисний у поєднанні з іншими методами.

Що ж стосується методу симплексів, то головною його особливістю є об'єднання процесу вивчення досліджуваного об'єкту і процесу пошуку оптимуму. Все це можна досягти за допомогою планування експерименту у вигляді симплекса. Фігура, яка була утворена безліччю точок, які називають вершинами симплекса, що не належать одночасно жодному підпростору, визначається n -мірним симплексом. Геометрично симплекс являє собою найпростіший опуклий багатогранник даного числа вимірів n (тетраedr, трикутник).

Цей пошуковий метод широко використовується при оптимізації процесів як на етапі наукових досліджень, так і в промислових дослідженнях. Основною його перевагою є те, що він дозволяє скоротити кількість експериментів при високій ефективності пошуку оптимуму.

Далі розглянемо градієнтний метод пошуку оптимуму. Цей метод використовується при врахуванні наближених математичних залежностей і на аналізі їхніх похідних. Особливі труднощі виникають при виборі кроку, адже ця процедура є довільною. Хоча в деяких градієнтних методах величина кроку змінюється в процесі руху до оптимуму, оскільки це допомагає підвищити ефективність пошуку. При виборі величини кроку на початковій стадії роботи, інколи, спочатку приймають крок, який може бути більший за помилку вимірювання аж в 6 разів. Потім, після проведення обчислень з врахуванням заданого кроку, величину кроку зменшують в два рази і повторюють обчислення. Порівнявши отриманий результат з попереднім роблять висновки: якщо різниця не суттєва, то залишають початковий крок, а якщо суттєва, то крок продовжують зменшувати.

Цей метод разом з його модифікаціями є дуже розповсюдженим і ефективним методом пошуку оптимуму досліджуваних об'єктів.

Метод Бокса-Уілсона ще називають методом крутого сходження. Цей метод поєднує в собі переваги таких трьох методів, як методу градієнта, методу Гаусса-Зейделя і методу повно факторного експерименту як засобу одержання лінійної математичної моделі. Суть цього методу полягає в тому, щоб кроковий рух здійснювати в напрямку найшвидшого зростання або ж спадання вихідних змінних. У методі крутого сходження напрямком коригується не після кожного наступного кроку, як в методі градієнта, а при досягненні в деякій точці на даному напрямку часткового екстремуму цільової функції, тобто так само як це робиться в методі Гаусса-Зейделя. Далі у точці частинного екстремуму проводиться новий факторний експеримент. Наступним етапом є визначення математичної моделі. Далі знову здійснюється круте сходження. В даному методі, у процесі руху до оптимуму регулярно проводиться статистичний аналіз проміжних результатів пошуку. Пошук припиняється лише тоді, коли квадратичні ефекти в рівнянні регресії стають незначущими. Це означає, що область оптимуму досягнуто.

Ще є методи випадкового пошуку, які ґрунтуються на кроковому русі в область оптимуму. В даному методі напрямком руху при кожному русі вибирають як випадковий із всіх можливих рухів. Переміщення у факторному просторі здійснюється від однієї довільної точки до іншої. Зазвичай, координати випадкових точок знаходять з допомогою відомих сукупності випадкових чисел, які є рівномірно розподілені у визначеному інтервалі.

Перевагою методів випадкового пошуку є те, що вони не потребують знання форм поверхні відклику при виборі напрямку руху. Ці пошукові методи можна успішно використовувати при розв'язанні багатоекстремальних задач і вони є ефективні при суттєвих помилках експериментів.

Метод релаксації базується на русі до оптимуму в напрямку осей координат, вздовж яких функція цілі зменшується чи збільшується найбільш суттєво. В даному випадку релаксація враховує поступовий перехід від урахування впливу найсильніших факторів до урахування впливу факторів, які в незначній мірі відображаються на величині критерія оптимізації.

Також важливе значення тут надається вибору кроку. Якщо обрана дуже мала величина кроку, то

зміна факторів значно збільшує число кроків, які необхідні для досягнення оптимуму. Обравши велику величину кроку можна довго кружляти навколо оптимуму.

На практиці використання методу релаксації має деякі недоліки. Наприклад, ефективність даного пошукового методу значно залежить від орієнтації системи координат в просторі. Також труднощі виникають, якщо пошук ведеться при обмеженнях на змінювання факторів типу нерівність. В таких випадках рекомендовано використовувати інші методи пошуку оптимуму [2–4].

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Метою нашого дослідження є розробка методики пошуку оптимальних параметрів для математичних моделей, що являються нелінійними, можуть містити локальні і глобальні оптимуми та мають велику кількість вхідних параметрів. Ця методика розробляється для дослідження нелінійних моделей систем управління ефективністю діяльності підприємств.

Методика дозволяє:

- значно скоротити витрати і час їх виконання;
- отримувати унікальні техніко-економічні рішення за рахунок вирішення завдань великої розмірності,

що недоступно при використанні традиційних методів оптимізації, а саме:

- оптимальне проектування окремих елементів і системи в цілому;
- оптимальне узгодження між собою елементів системи;
- визначення оптимальних законів керування.

Виклад основного матеріалу досліджень

В даному випадку, перед нами була поставлена задача розробити методики пошуку оптимальних параметрів для математичних моделей (ММ), які є нелінійними і мають велику кількість вхідних параметрів ($X_1 \dots X_n$) [5]. Розглянувши існуючі пошукові методи, ми зупинилися на методі крутого сходження, додавши до нього метод половинного кроку. Таке поєднання допоможе швидше досягнути бажаного результату, тобто знайти оптимум.

Отже, наперед, було визначено вхідні параметри ($X_1 \dots X_n$). Обрано змінні, що підлягають визначенню. Записані інтервали варіювання або границі (Н), зв'язки між змінними. А також визначено ступінь дискретизації (S). Із врахуванням всього цього було розроблено блок-схему алгоритму для розв'язання математичної задачі з допомогою чисельного аналізу (рис. 2).

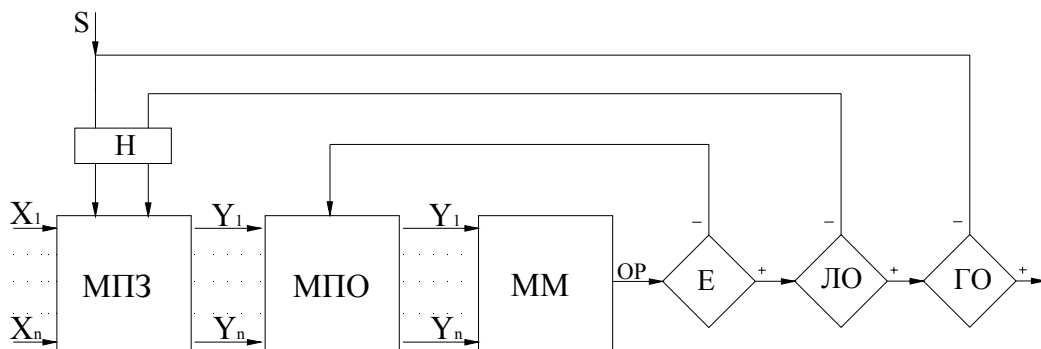


Рис. 2. Блок-схема алгоритму для розв'язання математичної задачі

Визначивши вхідні параметри (залежно від кількості вхідних параметрів, відповідно, змінюється і кількість розрахунків) та задавши границі коливань значень вхідних параметрів, пропонуємо ввести матрицю початкових значень (МПЗ). Суть застосування цього блоку можна пояснити на прикладі графічної інтерпретації для двох вхідних параметрів (рис. 3).

Вхідні параметри X_1 та X_2 графічно показано як осі. Також на рисунку показано контурні криві, які характеризують область оптимуму. Матрицю початкових значень розбиваємо на декілька „точок” з заданим ступенем дискретизації. Ступінь розмежування матриці залежить від того, яку точність ми хочемо отримати і, звичайно, від потужності комп'ютера. Адже якщо матрицю початкових значень розмежувати задавши при цьому мінімальний ступінь дискретизації, то отримуємо максимальну кількість значень, обчислення яких значно зменшить швидкість вирішення поставленої задачі. Далі, взявши до уваги обраний пошуковий метод, з кожної точки матриці починаємо рух до оптимуму. На рисунку, для прикладу, рух векторів показано тільки з декількох точок. Після обчислення руху векторів, для кожної точки ми знаходимо певне значення, яке називається локальним оптимумом. Тобто зрозуміло, що при різних поєднаннях аргументів значення функцій також будуть різними, хоча і не завжди. Далі, серед них визначається єдине, або так би мовити найвигідніше значення з точки зору дослідника. Це і буде глобальним оптимумом.

Для того, щоб збільшити точність визначення глобального оптимуму вводимо методуку половинного кроку, з допомогою якої ми можемо в сотні тисяч разів пришвидшити розрахунок, а також

збільшити точність. Тобто ми задаємо якийсь крок руху, швидко рухаємося до певної області, а потім за допомогою методу половинного кроку, змінюючи розмір заданого кроку, наближаємося і, відповідно, знаходимо глобальний оптимум. Звідси видно, що вибір кроку руху дозволяє значно зменшити кількість розрахунків.

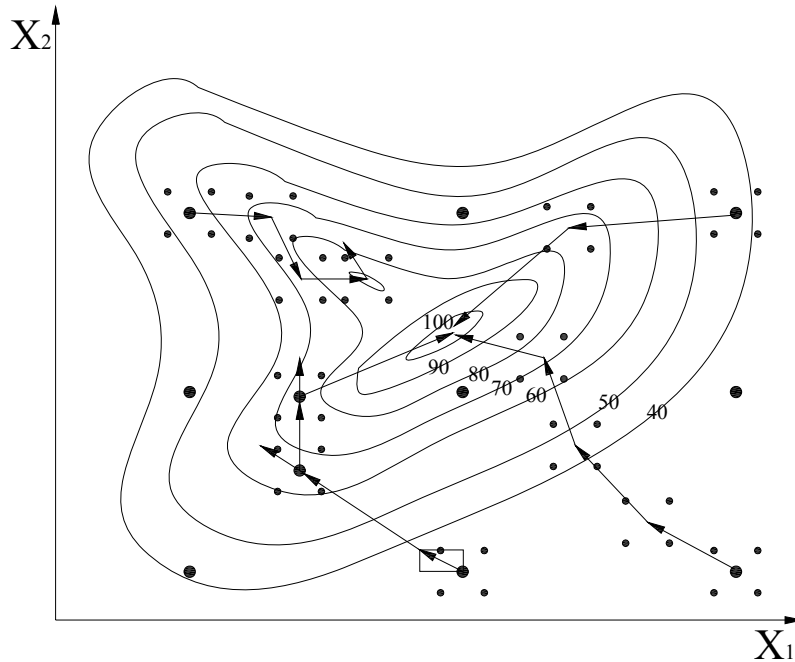


Рис. 3. Графічна інтерпретація

Вхідні параметри ($X_1 \dots X_n$) після „обробки” в матриці (МПЗ) набувають нових значень, які умовно будемо називати вхідними параметрами математичної моделі ($Y_1 \dots Y_n$). Саме їх використовуємо в блоках методики пошуку оптимуму (МПО) та математичній моделі (ММ). Результатом даних обчислень буде напрямок руху векторів. Такі обчислення проводяться для кожного параметра матриці початкових значень (МПЗ). Звичайно ж, при розрахунках один параметр є змінним, а всі інші значення вхідних параметрів ми не змінюємо.

Так, провівши розрахунки, отримуємо якесь значення оптимуму, яке порівнюємо з отриманим результатом (ОР). Як показано на схемі, далі є умова (Е), тобто задана якась точність, з допомогою якої ми порівнюючи дане значення з попереднім робимо висновки. Якщо отриманий результат не відповідає поставленій умові (ні – „-“), ми повертаємося до методики пошуку оптимуму і змінюючи крок руху знову знаходимо якесь значення. Якщо ж отриманий результат відповідає умові (так – „+“), тобто дане значення дорівнює попередньому, в межах заданої точності, ми отримуємо оптимум (ЛО) для даного кроку розрахунку.

Враховуючи, що значень в матриці є декілька, ми переходимо (ні – „-“) до наступного параметру матриці початкових значень і знову проводимо обчислення, при цьому використовуємо інше значення матриці. І так ми повертаємося до матриці початкових значень, до тих пір, поки всі складові матриці не будуть обчислені. Тоді, за критеріями оптимізації обирається найкращий варіант (так – „+“), що є глобальним оптимумом (ГО).

Головною задачею на цьому етапі є знаходження точного значення глобального оптимуму. Для цього, нам необхідно провести перевірку на „правильність отримання” глобального оптимуму. Отже, ми проводимо перерахунок матриці початкових значень змінюючи початковий ступінь дискретизації, тобто крок руху. Отриманий результат ми порівнюємо із попереднім. Якщо різниця між ними знаходиться у межах допустимої похибки, тобто коли обмеження на фактори робить подальший рух неможливим, то на цьому ми зупиняємося, так як це і є шуканий глобальний оптимум (так – „+“). Якщо ж одержане значення все ж таки відрізняється від попереднього, то застосувавши методику половинного кроку (тобто змінюючи крок руху) знову робимо обчислення (ні – „-“).

Запропонована нами схема повинна забезпечити певну точність знаходження оптимуму як локального (ЛО) так і глобального (ГО) а також зменшити кількість обчислень, тобто збільшити швидкість розрахунків.

Відмінною особливістю даної технології є висока ефективність пошуку оптимального рішення при дослідженні систем, що моделюються на високих рівнях складності і ієрархічності і включають останні досягнення математичного моделювання. Запропоновану технологію можна успішно застосовувати при

вирішенні наступних проблем:

- здобуття найбільш ефективних технічних рішень, за рахунок оптимізації моделей систем великої розмірності і забезпечення екстремальності критерію ефективності технічної системи та її елементів в широкому діапазоні режимів роботи;
- визначення оптимальних проектних рішень за комплексним критерієм "ефективність–вірогідність", "ефективність–вартість" та інше;
- визначення оптимальних законів керування складними системами у різних режимах роботи;
- обґрунтування вимог до рівня технології виробництва окремих елементів системи;
- визначення вірогідності реалізації проектних показників для заданого рівня технології виробництва.

Висновки і перспективи подальшого розвитку даного напрямку

Дана методика дозволяє знайти глобальний оптимум для математичної моделі з великою кількістю параметрів і може використовуватися як для лінійних, так і для нелінійних задач. Ще однією перевагою є те, що використання методики половинного кроку з іншим пошуковим методом (в даному випадку з методом крутого сходження) призводить до збільшення швидкості і точності розрахунку. Також дана методика може використовуватися з різними пошуковими методами, такими як метод симплексів, Гаусса-Зейделя, випадкового пошуку, градієнта та ін.

Література

1. Володарский Е. Т. Планирование и организация измерительного эксперимента / Володарский Е. Т., Малиновский Б. Н., Туз Ю. М. – К. : Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 280 с.
2. Тихомиров В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой промышленности) / Тихомиров В. Б. – М. : Легкая индустрия, 1974. – 405 с.
3. Михайловський Ю. Б. Автоматизація проектування обладнання: Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальностей „Обладнання легкої промисловості” / Ю. Б. Михайловський, Т. П. Романець. – Хмельницький : ТУП, 2003. – 79 с.
4. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента : [учебное пособие] / А. А. Спиридонов, Н. Г. Васильев. – Свердловск : Изд-во. УПИ им. С. М. Кирова, 1975. – 152 с.
5. Скиба М. Є. Визначення основних параметрів конструкції молоткового подрібнювача текстильних та волокнистих відходів / М. Є. Скиба, Ю. Б. Михайловський, Е. О. Філіпченко // Проблеми легкої і текстильної промисловості України. – 2003. – № 7. – С. 105–109.
6. Економіка та підприємництво. Практикум / [С. Салига, В. Желябин, О. Бойко, И. Дидовец, К. Салила].
7. http://mdop.sourceforge.net/index_ru.html

Надійшла 09.03.2011

УДК 658.7:658:8

Н. М. ТЮРИНА

Хмельницький національний університет

МАРКЕТИНГ-ЛОГІСТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

В статті проаналізовано інтеграцію маркетингової та логістичної концепцій управління. В результаті цього запропоновано підвищення конкурентоспроможності підприємства та задоволення все зростаючих потреб споживачів шляхом впровадження концепції маркетинг-логістичного управління.

The article analyzes the integration of marketing and logistics management concepts. As a result, the proposed increase enterprise competitiveness and meet the growing needs of all customers through the implementation of concept marketing and logistics management.

Ключові слова: маркетинг, логістика, маркетинг-логістичне управління, конкурентоспроможність підприємства.

Постановка проблеми. В сучасних ринкових умовах господарювання надзвичайно актуальним постає питання пошуку нових шляхів конкурентоспроможного управління підприємством. Актуальність використання інтегрованих принципів і методів маркетинг-логістичного управління підприємством зумовлена необхідністю задоволення виробниками зростаючого спектра потреб споживчого ринку з найменшими загальними витратами від створення попиту на продукцію до її збуту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різні аспекти підвищення конкурентоспроможності підприємства розглядалися в роботах таких зарубіжних і вітчизняних вчених з менеджменту, маркетингу та логістики, як М. Крістофера, Х. Пека, Ф. Котлера, Балабанової Л.В., Воронкової А.С., Крикавського С.В., Окландера М.А., Чухрай Н.І. та інших. Разом із тим, потребують подальшого вивчення питання підвищення конкурентоспроможності підприємства на основі маркетинг-логістичного управління.