УДК: 005.3

А.С. Пятигін

СВІТОВА ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ КІЛЬКІСНИХ МЕТОДІВ У ПРИЙНЯТТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Стаття розглядає практику використання кількісних методів при прийнятті управлінських рішень менеджерами підприємств.

Ключові слова: прийняття рішень, управління підприємствами, кількісні методи, аналітичні моделі, інформаційно-аналітичне забезпечення.

Article deals with practice of using quantitative methods for decision making used by managers of enterprises.

Математичні методи вже давно грають важливу роль в управлінні та економіці, але набувають все більшого значення лише в останні кілька десятиліть. Прийоми «бізнес-математики», такі як обчислення складних відсотків, з'явилися в Стародавній Месопотамії, але стали поширеними в період економіки епохи Відродження. Математика пізніше сприяла інженерним досягненням, які зробили можливою промислову революцію. Математика вкралася в економіку протягом XVIII та XIX сторіч та міцно закріпилася лише у XX [2].

Сучасне конкурентне становище на переважній більшості ринків та зменшення маржі у бізнесі у зв'язку з глобальною фінансовою кризою змушують підприємства у всьому світі більш ретельно ставитися до використання ресурсів, що знаходяться в їх користуванні. Відносно молода наука дослідження операцій та взагалі знання про математичні методи прийняття управлінських рішень розповсюджуються у світові нерівномірно, що загальмовує її широке використання та вдосконалення.

Дослідженням використання кількісних методів у світовій практиці займалися Бесклінська О.П. [5], Вентцель Є.С. [6], Воротіна Л.І., Манцуров І.Г., C.T. Ragsdale, L.P. Weston [4] та інші.

Тільки в останні кілька десятиліть теорія управління отримала дослідження, які дозволяють застосування математики. Незадовго до Другої світової війни група вчених працювала над оперативними завданнями координації радарної станції Великої Британії, тим самим було започатковано «операційне дослідження», що потім отримало назву «дослідження операцій». Під час війни ця практика сумісної роботи вчених та математиків над опреаційними проблемами була напрочуд успішною в британських та північно-американських військових частинах, більшою мірою через те, що це була перша можливість застосувати знання до реальних оперативних проблем. Цей успіх був помічений, і у 50-х роках минулого століття операційне дослідження розповсюдилося на індустріальне виробництво.

Після війни Джордж Данциг та інші розробили лінійне програмування, і приблизно в той час комп'ютери стали доступні для вирішення лінійних моделей програмування. Лінійне програмування стало досить корисним інструментом для ефективного розподілу ресурсів, і це дало великий поштовх дослідженю операцій. У перші повоєнні

роки Дж. фон Нейман і О. Моргенштерн винайшли теорію ігор (тісно пов'язану з лінійним програмуванням). В.Е. Демінг і інші розробили статистичні методи контролю якості, спочатку призначені для психометрії, які на початку XX століття стали математичною основою для економетрики. Тим часом у бізнес-школах почали навчати багатьом цим методам поряд з мікроекономікою та іншими кількісними методами [2].

А ось як описує історію та роль математичних методів доцент Київського національного лінгвістичного університету О.П. Бесклінська: «Використання математичних методів у економіці почалося досить давно. Перша у світі економічна модель була створена у XVIII столітті французьким економістом Ф. Кене. У XX столітті його «Економічна таблиця» послужила основою для побудови й розвитку численних моделей суспільного відтворення. Так, міжгалузева модель «Витрати-випуск» В. Леонтьєва [10] є подальшим логічним кроком у продовження «Економічної таблиці» Ф. Кене» [5].

Розквіт застосування математичних методів у економіці ознаменувало XX століття. З їх використанням пов'язанні роботи практично всіх вчених, відзначених Нобелівською премією з економіки, таких як, Д.Хікс, Р.Солоу, В.Леонтьєв, П.Самуельсон.

Перші роботи із застосуванням математики в економіці не виходили за рамки найпростіших обробок результатів спостережень. Подальший розвиток мікро- і макроекономіки, прикладних економічних дисциплін пов'язаний з дедалі вищим рівнем їх формалізації. Основу для цього заклав прогрес у самій математиці, особливо в галузі прикладної математики.

Так, Бесклінська О.П. визначає роль математичних методів в економіці. Використання їх, тією мірою, якою самі моделі адекватні об'єкту дослідження, дає можливість:

– точно і компактно викладати положення економічної теорії;

– виділяти і формально описувати найістотніші зв'язки економічних змінних і характеристик;

– одержувати висновки про функціонування об'єкта;

– отримувати нові знання про об'єкт;

– передбачати майбутню поведінку об'єкта у разі зміни якихось його параметрів [5].

Операційне дослідження поряд з наукою управління увійшло до бізнесу, де знайшло своє використання у найрізноматніших напрямах: від дизайну вікон для обслуговування автомобілів у ресторанах «Бургер Кінг» до найскладніших торгівельних систем для роботи на фондовому ринку.

Класичним прикладом використання операційного дослідження, поряд з наукою менеджменту, є розробка графіку роботи авіаліній. Однією з перших розроблених систем була система Парагон у авіалініях слід «Юнайтед». Модель охоплювала такі обмеження як урядові нормативи, обмеження профспілок тощо [2]. Програма дозволила заощаджувати приблизно 1 млн. дол. США на рік. Таким чином, бачимо, що навіть на самому початку використання кількісних методів вже вдавалося досягати значних результатів та управляти величезними системами.

В останні десятиріччя дослідження в галузі оперативного управління та менеджменту з використанням кількісних методів при прийнятті рішень дозволили зберегти мільярди доларів США компаніям з усього світу. Кожного року Інститут операційного дослідження та науки менеджменту (INFORMS) нагороджує за найкращі досягненя в галузі премією Едельман (Edelman Awards). Розглянемо деякі приклади використання кількісних методів, що мають безпосереднє відношення до нашого дослідження.

У 2011 р. премія Едельмана була отримана компанією Midwest ISO, США, яка є провайдером електроенергії на Середньому Заході США. Компанія оперує 57453 мілями ліній електропередач та має загальну потужність у 159000 мегаватт. Компанія продає електроенергії на 27,5 млрд дол. США щороку. Компанія використовує програмне забепечення State Estimator, що в режимі реального часу відображає стан електромереж компанії. State Estimator є однією з найбільших у світі комп'ютерних систем та оперує 303 800 дата центрами, що оновлюються кожні 30 секунд. Компанія розробила складні алгоритми, що дозволили оптимізувати оптове постачання електроенергії, зменшити навантаження на лінії електропередач та електростанції. В результаті таких перетворень вдалося заощадити коштів, що оцінюються в 2,1-3 млрд. дол. США з 2001 по 2010 рік, додатково планується заощадити 6,1—8,1 млрд. дол. США до 2020 року [9].

Іншим прикладом успішного використання кількісних методів є компанія Хьюлет-Пакард (Hewlett-Packard — HP), що отримала премію Едельмана у 2009 році. HP пропонує широкий спектр інноваційних продуктів для задоволення різноманітних потреб клієнта. Хоча це допомогло компанії досягти безпрецедентної частки ринку, процес пройшов зі значними витратами і проблемами. HP розробила два потужних рішення для управління асортиментом продукції, що враховують різні потреби своїх підприємств по всьому циклу життя своїх продуктів. Перший використовує спеціально створені калькулятори ROI для оцінки кожного запропонованого нового продукту до його введення. Другий, інструмент HP — «оптимізація покриття доходу» (Revenue Coverage Optimization, RCO), який використовується для управління асортиментом продукції вже після впровадження. Визначивши основний портфель продуктів, що є найбільш важливим, RCO дозволяє підприємствам HP підвищити операційну ефективність шляхом зосередження на найбільш важливих продуктах серед своїх пропозицій. Використовуючи ці інструменти, HP вдалося досягнути більш ніж 500 млн. дол. США додаткового прибутку серед декількох бізнес-одиниць з 2005 по 2009 рік. HP також спростили виведення на ринок своїх продуктів, домоглися більш швидкої доставки продукції, досягли зниження накладних витрат, підвищення задоволеності клієнтів, зростання частки ринку.

Можемо погодитися з Бесклінською щодо типових задач, які вивчає дослідження операцій, та задач, вирішення яких базується на кількісних методах. Так, типовими класами задач із дослідження операцій є:

Розподіл ресурсів. Ресурси — це гроші, матеріали, людська праця тощо. Ресурси завжди обмежені і в різних виробах забезпечують різний прибуток. Наприклад, маємо матерію, з якої можна виготовити або чоловічий, або жіночий, або дитячий одяг з різними цінами та прибутками. Виникає проблема розподілу людей, матеріалів та інших ресурсів між виробами з метою отримання найбільшого прибутку.

Управління запасами. Зі збільшенням запасів створюються умови для більш ритмічної роботи виробництва. Запас — це гарантія можливості виконання будь-якого замовлення. Якщо запасів не вистачає, то можливі значні збитки за рахунок невиконання зобов'язань. Але разом зі збільшенням запасів збільшується змертвілий капітал і витрати на зберігання. Недаремно існують підприємства, які зовсім не мають складів: їх замінюють майданчики для розвантаження отриманої та відвантаження виготовленої продукції. Виникає проблема управління запасами при найменших витратах.

Задачі мережевого планування і управління розглядають співвідношення між термінами закінчення великого комплексу операцій і моментами початку всіх операцій комплек-

су. Потрібно знайти мінімальні тривалості комплексу операцій, оптимальні співвідношення вартості і термінів виконання.

Мережеві задачі полягають у оптимізації процесу обслуговування на мережах чи самої структури мережі.

Задачі планування і розміщення пов'язані з визначенням оптимального числа і місця розміщення нових об'єктів з урахуванням їх взаємодії з наявними об'єктами і між собою.

Задачі дослідження конфліктних ситуацій полягають у виборі оптимальних стратегій поведінки учасників конфлікту.

Задачі масового обслуговування: розглядають питання створення та функціонування черг (на заводському конвеєрі; у залізничній касі; для літаків над аеропортом, що йдуть на посадку; клієнтів в ательє побутового обслуговування; абонентів міської телефонної станції тощо). Потрібно розв'язати проблеми якісного обслуговування при мінімальних витратах на обладнання.

Задачі складання розкладів (календарного планування) полягають у визначенні оптимальної черговості виконання операцій на різних видах устаткування чи при певному способі надання послуг.

Ремонт та заміна устаткування. Застаріле обладнання вимагає витрат на ремонт і має знижену продуктивність. Потрібні розрахунки для прийняття рішення щодо термінів ремонту та заміни обладнання, які забезпечують найбільший прибуток.

Задача рюкзака: рюкзак (вантажна машина, вагон, судно, літак) має обмежену вантажопідйомність. Потрібно так заповнити рюкзак, щоб отримати максимальний прибуток.

Задачі комівояжера, створення сумішей, наймання / звільнення робітників, мережевого планування робіт, порядку обробки кількох різних деталей, комбіновані задачі та ін. — усім цим займається наука «Математичні методи дослідження операцій» [5].

Вентцель Є.С. називає такі типові задачі, що розглядає дослідження операцій: план постачання підприємств: побудова ділянки магістралі; продаж сезонних товарів; снігозахист доріг; протилодочний рейд; вибірковий контроль продукції; медичне дослідження; бібліотечне обслуговування [6].

Цікавим напрямом використання кількісних методів при прийнятті управлінських рішень є симуляції за методом Монте Карло. Метод Монте-Карло — загальна назва для групи чисельних методів, заснованих на отриманні великого числа реалізацій стохастичного (випадкового) процесу, який формується таким чином, щоб його імовірнісні характеристики співпадали з аналогічними величинами розв'язуваної задачі. Метод Монте-Карло відноситься до імітаційного моделювання, в якому при розрахунку будь-якої системи відтворюється і досліджується поведінка всіх її компонентів [1].

Сучасна комп'ютерна техніка дозволила використовувати складний інструмент симуляції Монте-Карло навіть на персональніх комп'ютерах. Так у результаті операції з придбання компанії Hyperion, корпорація Oracle також придбала компанію Decisioneering, виробників програмного забезпечення Crystall Ball.

Crystal Ball — це програмне забезпечення, що є одним з провідних для прогнозного моделювання, прогнозування, моделювання Монте-Карло та оптимізації. Більш ніж 4000 клієнтів по всьому світу, в тому числі 85% компаній зі списку Fortune 500, використовують Crystal Ball у широкому спектрі галузей, таких як аерокосмічна, фінансові послуги, виробництво, нафтогазова, фармацевтична та комунальні послуги. Crystal Ball використовується в більш ніж 800 університетах та школах по всьому світові для навчання концепції аналізу ризиків. Різні сфери використання Crystal Ball включають фінансовий аналіз ризиків, оцінку, проектуван-

ня, Six Sigma, портфель розподілу, оцінки вартості та управління проектами [8]. Цікавим є також використання методу симуляції Монте-Карло для проведення стрес-тестів банків, що описано у роботі Б.Ю. Кишакевич, де пропонується використовувати метод Монте-Карло для моделювання результатів роботи банків під тиском економічної кризи [7, с. 210].

Метод симуляції Монте-Карло також є надзвичайно ефективним інструментом у фінансовому плануванні. Звичайні розрахунки доходності інвестицій застосовують такі статичні показники як середній рівень доходності або середній рівень інфляції. Метод Монте-Карло, в свою чергу, дозволяє прийняття рішень на основі моделі з варіативними складовими. Результати такої симуляції можуть різко відрізнятися від звичайного статичного розрахунку. Журнал Los Angeles Times наводить такий приклад: фінансовий консультант Брент Кессел (Brent Kessel) використав типовий статичний розрахунок для свого клієнта та виявив, що при середньому доході на інвестиції у 8% та інфляції у 4% його клієнт помре з заощадженнями у 12 млн. дол. США. Однак метод Монте-Карло виявив, що при таких інвестиціях існує ймовірність банкрутства у 30% [4]. Отже, можемо зробити висновок, що метод симуляції Монте-Карло дозволяє отримувати прогнози за вимірами, що не є доступними при звичайном статичному розрахунку.

Іншим цікавим прикладом використання симуляції Монте-Карло є компанія Merck. Merck — фармацевтичний гігант, що інвестує до 1 млрд. дол. США щорічно у високоризикові дослідницькі проекти. Зокрема, фінансовий директор компанії Джуді Лювент (Judy Lewent) стверджує, що симуляційні моделі, що розроблені в компанії, дозволяють приймати рішення з урахуванням як фінансових, так і дослідницько-наукових обмежень [3, с. 89]. Джуді Лювент так описує модель: «Ми починаємо з визначення наукової життєспроможності проекту. Далі ми додаємо економічні обмеження, такі як: ціноутворення, інфляція, вартість продажу. Розширена протягом 20 років, модель використовується топ-менеджерами для розподілу ресурсів».

В цілому кількісні методи прийняття управлінських рішень набули широкого використання як у багатьох сферах бізнесу, так і у багатьох ланках управління підприємством. Розвиток техніки дозволяє використання все складніших та потужніших методів у короткий термін часу. Одночасно, лише вірне використання кількісних методів може допомогти оптимізувати використання ресурсів підприємства, що породжує проблему контролю та виміру ефективності використання кількісних методів. Останні проблеми вимагають подальших досліджень практики та нових теоретичних розробок.

1. *Briggs A.* Decision Modeling for Health Economic Evaluation / Briggs A, Claxton K, Sculpher M. — Oxford: Oxford University Press, 2007. — 237 с.; 2. *Gerard C.* Quantitative Methods for the Management Sciences/ Cornuejols Gerard, Michael Trick. — Pittsburg: Graduate School of Industrial Administration Carnegie Mellon University,1998, — 158 с.; 3. *Nancy A.* Nichols. Scientific Management at Merck: Interview with CFO Judy Lewent/ Nancy A. Nichols. — Boston: Harvard Business Review. 1994, vol. 1, — 115 с.; 4. About the Monte Carlo Simulator/ Weston, Liz Pulliam. — Los Angeles: Los Angeles Times. 2011. 5. Базові навчально-методичні матеріали з дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика» для студентів спеціальності «Менеджмент організацій» / Укл. О.П. Бесклінська. — К.: Вид. центр КНЛУ, 2007. — 15 с.; 6. *Вентцель Е. С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология. — М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1980 — 340 с. 7. *Кишакевич Б.Ю.* Стрес-тестування економічного капіталу банку на основі однофакторних моделей/ Кишакевич Б.Ю. Збірник науково-технічних праць Національного лісотехнічного університету України. — Львів: Національний лісотехнічний університет України. 2011 р. — Вип. 21.2. — 219 с. 8. Офіційний сайти компанії Oracle. — www.oracle.com; 9. Річний звіт компанії Midwest ISO.