

Червак-Смерічко О. Ю.

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри економіки і підприємництва
Ужгородського національного університету*

Chervak-Smerichko Olesya

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Economics and Entrepreneurship
Uzhhorod National University*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ: МЕТА КЕРУВАННЯ І ПРОБЛЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Анотація. Розглянуто і розкрито мету керування і проблему прийняття рішень. Наведено процедури та сутність основних етапів процесу прийняття рішень для систем керування в різних умовах. Розкрито питання вироблення керованого механізму для підтримки рішень, на основі якого забезпечується удосконалення процесів прийняття обґрунтованих та об'єктивних рішень в ситуаціях виняткової складності. Викладено суть простого і складного рішень, необхідних для реалізації керування. Наведено застосування різних методів і моделей прийняття рішень, що відіграє значну роль в підвищенні ефективності керування.

Ключові слова: керування, система, мета, рішення, процес прийняття рішення, особа, що приймає рішення.

Вступ та постановка проблеми. Питання про мету керування є центральним питанням в теорії керування. Керування для того й служить, щоб досягти якихось цілей. Не дивлячись на те, що це твердження очевидне, формулювання мети є одним із найскладніших і дискусійних питань математичного моделювання в економіці. Від його вирішення, в значній мірі, залежить подальша еволюція цієї наукової сфери. Проблема прийняття рішень виникає тоді, коли існують труднощі в досягненні якої-небудь цілі. На розвиток будь-якого об'єкту впливають зовнішні і внутрішні фактори. Для того, щоб регулювати цей вплив та підвищити надійність і ефективність прийнятих рішень керівництво об'єкту вдосконалює систему керування. Значення прийнятих рішень змінюється разом з системою керування. Отже, вивчення теоретичних аспектів щодо розробки та прийняття рішень є актуальним та важливим сьогодні. У сучасному економічному середовищі необхідно використовувати ефективні методи керування, які відповідають сучасному рівню виробничих систем. Розуміння всіх тонкощів процесу прийняття рішень в різних умовах, знання і застосування різних методів і моделей прийняття рішень відіграє значну роль в підвищенні ефективності керування.

У зв'язку з цим, метою даного дослідження є вивчення особливостей, основних етапів розробки і реалізації рішень в керованих системах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченню властивостей і методів процесу прийняття рішень присвячено багато наукових праць, число яких нараховує уже декілька сотень найменувань.

Так, в роботі Червак Ю.Ю. [1] розглядаються моделі, в яких множина альтернатив, на якій необхідно здійснити вибір, впорядковується за визначеним порядком віддачі переваги.

Роботу Кігель В.Р. [2] присвячено задачам прийняття економічних управлінських рішень в умовах ринкової економіки, економіко-математичним моделям, методам та методикам розв'язування таких задач. Наведено методи моделювання (визначення та відбиття) системи переважань особи, яка приймає рішення, – (ОПР), методику багатокритеріальної оптимізації та методи прийняття

рішень за умов ризику та невизначеності, які враховують індивідуальні особливості у переважаннях ОПР.

Робота Морозова А.О., Косолапова В.Л. [3] є комплексним дослідженням питання щодо створення ефективних новітніх технологій підтримки прийняття рішень у складних системах, сучасних інформаційно-аналітичних технологій та впровадження їх у сферу державного управління. У практичному вимірі йдеться про стан, можливості й перспективи розвитку України на глобальному та регіональному рівнях.

В роботі Юхимчик С.В., Азарова А.О. [4] проаналізовано сучасні математичні моделі ризикових ситуацій, для прийняття рішень в яких використовуються системи підтримки прийняття рішень (СППР). На основі структурної моделі багаторівневої СППР розроблені математичні моделі і алгоритми, що формалізують процес прийняття рішень щодо розв'язання задач банківського кредитування та інвестування. Розроблена модель оцінювання інвестиційної привабливості промислових підприємств, яка враховує як кількісні, так і якісні параметри, що характеризують їх фінансово-господарську діяльність.

Мета статті – одна з найскладніших і водночас найдавніших категорій. Вона відображає призначення системи, яке не є детерміністично фіксованим. Мета конкретизується за допомогою аспектів і цілей.

Оскільки формулювання мети керування є одним з найскладніших і дискусійних питань математичного моделювання в економіці, то однією з основних цілей є розгляд, означення і аналіз мети керування. Від досягнення цієї цілі в значній мірі залежить і процес прийняття управлінських рішень і, прийняття найкращого рішення з усіх можливих і, подальша еволюція математичного моделювання в економіці.

Інформаційні процеси, що відбуваються в системах керування можна розглядати як процеси перетворення інформації. Мова йде про спосіб перетворення інформації в керуючій системі, основним елементом якого є процес прийняття рішення. Тому, однією з основних цілей статті також є розгляд, означення, аналіз та вивчення процесу прийняття рішень. Зокрема, його елементів та етапів здійснення. Навколо процесу прийняття рішень організовуються і інші, допоміжні, перетворення інформації.

Процес прийняття простого рішення – рішення, яке приймається за одним критерієм, є найбільш простим і не складним. В системах керування, як правило, приймають складні рішення, що приймають за багатьма критеріями. Процес прийняття складного рішення є більш важким і більш вживаним. Тому розгляд складних рішень, їх формування і впорядкування є ще однією з основних цілей даної статті.

Результати дослідження.

1. Мета керування і проблема прийняття рішень

Питання про мету керування є центральним питанням про керування: керування для того й служить, щоб досягти якихось цілей. Не дивлячись на те, що це твердження очевидне, формулювання мети є одним із найскладніших і дискусійних питань математичного моделювання в економіці. Від його вирішення в значній мірі залежить подальша еволюція цієї наукової дисципліни.

В деяких випадках буває дуже легко визначити мету керування. Так, в системі організації перевезень, метою керування є вивезення запасів продукції з кожного складу. Керування перевезеннями можна підпорядкувати іншій меті. Природно, що кожен з пунктів споживання може характеризуватися попитом. Нехай j -й пункт потребує не менше, ніж b_j одиниць продукції. Тоді мета керування очевидна: визначити такий план перевезень, щоб задовольнити потреби кожного пункту споживання. В математичній моделі ця мета виражається системою обмежень – нерівностей $y_j \geq b_j, j = 1, 2, \dots, n$ або, виразивши y_j через керуючі змінні за допомогою рівностей $y_j = \sum_{i=1}^m x_{ij}, j = 1, 2, \dots, n$, $\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j, j = 1, 2, \dots, n$.

Розглянемо ще один приклад. Йдеться про функціонування залізниці. Тут також необхідно скласти план розклад руху поїздів. Але мета керування складніша (хоча також досить очевидна) – скласти розклад так, щоб пропустити задану кількість поїздів і організувати оперативне керування (тобто усунути неминучі поміхи) так, щоб розклад був реалізований.

Дуже часто плутають поняття мети (цілі) керування з оцінкою способу досягання цілі керування. Наприклад, перевезення, при яких досягається ціль (мета), можна виконати різними способами. Виникає питання, якому з них віддати перевагу. Зрозуміло, тому, котрий вимагає найменших транспортних затрат. Так народжується ідея оптимізації, і найкращий в цьому розумінні план перевезень ми називаємо *оптимальним*. Одним словом, оцінка якості керування виникає тоді, коли воно може бути реалізоване не єдиним чином. Так необхідно сформулювати критерій, за яким ми можемо порівнювати різні керування. Природно вибрати при цьому оптимальне керування.

Та легкість в постановці цілі керування, яка була продемонстрована в системі про перевезення, – скоріше виняток, а не правило. Наприклад, нехай йдеться про завод, який випускає швейні машини. Питання про те, скільки штук машин слід випускати, не може бути розв'язане тільки в рамках заводу. Його розв'язання потребує інформації про структуру ринку, можливості допоміжних підприємств тощо. Іншими словами, розв'язання питання про ціль керування для підсистеми «завод» потребує розгляд моделі системи більш високого рівня: фірми, галузі або регіону. Якщо ж мова йде про систему всієї галузі, то задача стає ще важчою, оскільки для постановки цілі треба розглядати всю економічну систему. Чим вищий рівень системи керування, тим важчим є формулювання її цілі, оскільки це вже стає питанням економічної або соціальної політики. З підвищенням рівня система наближається

до загальнодержавних, загальнонаціональних інтересів або до інтересів всього людства. На таку систему впливає дуже велике число складних і різних факторів, які важко проаналізувати і виділити серед них істотні.

Проблема прийняття рішення виникає тоді, коли існують труднощі в досягненні якої-небудь цілі. Як правило, завжди виникають такі ситуації, коли існують різні допустимі можливості досягнення цілі. Перед тим, як приступити до вибору рішення, слід перекопатися, що множина допустимих рішень, з одного боку, дійсно містить всі допустимі рішення і, з іншого боку, в ній немає таких, котрі слід відкинути. Далі слід проаналізувати ті, що залишилися, вияснивши для кожного його ефективність в заданому розумінні і ймовірність досягнення цілі. Вирішити проблему – значить треба вибрати із всіх допустимих рішень ефективне рішення, реалізація якого б представляла таке керування, яке б забезпечило досягнення цілі. Тому, говорячи про якість керування, виникає природне бажання, щоб воно здійснювалося найкращим чином, було *оптимальним*. Часто *оптимальне керування* полягає у виборі таких керувань, при яких досягається екстремальне значення деякої функції оцінок (*критеріальної функції*), яка характеризує якість керувань. В зв'язку з цим намагаються мінімізувати оцінку, яка визначає затрати в системі керування – грошові затрати або інші затратні ресурси. Максимізують частіше всього доход (або прибуток) системи, який виражений безпосередньо або через інші показники, наприклад, загальний випуск продукції, рентабельність тощо. Так як в цьому випадку оптимальність визначається по кількісних оцінках, то оптимальні керування можна вибирати за допомогою розрахунків. Обчислюючи значення оцінки для всіх допустимих керувань, можна скласти їх послідовність, упорядковану за спадними (зростаючими) значеннями оцінки. Керування, розміщене в цій послідовності на першому (або на останньому) місці, є *оптимальним* [5, с. 11].

Так як система керування завжди знаходиться під впливом випадкових факторів, то це призводить до того, що між керуванням і його наслідком немає детермінованого зв'язку. Наприклад, в просторі станів динамічної системи зображується точка переміщається не точно в задану точку простору, а з певною ймовірністю потрапляє в одну з точок деякої оточуючої її області. В багатьох системах, в організаційно-адміністративних особливо, така наближеність результату керування вповні допустима. В цьому випадку мова йде не про оптимальне, а про *ефективне керування*. Отже, при ефективному керуванні можуть використовуватися більш прості наближені методи вибору рішень. Звичайно, наближені методи тим кращі, чим частіше вони дають результати, що співпадають з одержуваними при оптимальному керуванні. Для того, щоб обґрунтувати застосування ефективного керування, треба довести, що використовувані наближені методи, по-перше, дають результати близькі до оптимальних з достатнім для практичних цілей наближенням, і, по-друге, являються в порівнянні з оптимізаційними методами більш простими.

В багатьох ситуаціях не існує ні оптимізаційних, ні близьких до них за ефективністю наближених методів. Тоді, так як система не може функціонувати без керування, приходиться шукати такі методи і способи вибору керувань, які б забезпечували задовільне функціонування системи, тобто такі методи, які були б найкращими із всіх можливих в даній системі і дають допустимий результат; назвемо їх *раціональними методами*, а керування, яке вибирається за їх допомогою, – *раціональним керуванням*. Допустимість результатів, одержуваних при раціонально-

му керуванні оцінюється за існуючими в системі керування критеріями. При цьому повинна бути впевненість, що більш високі значення функції оцінок не можуть бути досягнуті іншими методами вибору керувань [3, с. 18].

Слід мати на увазі, що інколи жоден з використовуваних методів вибору не може забезпечити вибір керування з задовільною оцінкою його результату за вибраним в системі критерієм ефективності. В цій важкій ситуації потрібен інтенсивний пошук більш ефективних методів керування, створення принципово нових методів. Якщо цього зробити не вдається, вихід може бути знайдений у перебудові системи керування, зміні її можливостей і зв'язаною з нею зміною цілі керування, а також накладених на систему обмежень. По суті це буде вже інша система, для якої можна знайти достатньо ефективні методи керування.

2. Процес прийняття рішень

Прийняття рішення не являє собою якийсь одночасний акт. Це процес, який протікає в часі і який складається з окремих етапів.

З одного боку, система керування повинна забезпечити перетворення ресурсів у відповідності з поставленою метою, а з другого боку, керування може розглядатися як відносно відособлена інформаційна система. Обидві ці сторони в їх взаємозв'язку повинні враховуватися при характеристиці систем керування в економіці. Такий підхід є зручним для вивчення технології і організації «виробництва» інформації, необхідної для реалізації функції керування.

Інформаційні процеси в системах керування можна розглядати в двох аспектах: *перетворення і рух інформації*. В першому випадку йдеться про способи перетворення інформації в керуючій системі, основним елементом якого є процес прийняття рішень. Довкола нього організуються всі інші допоміжні перетворення: спостереження і аналіз, фільтрація даних, розмноження даних та інші. В другому випадку розглядаються способи передачі інформації в самій керуючій системі і між керуючою системою і керованим об'єктом.

Під рішенням розуміють деякий припис до дії для керованого об'єкту (план, інструкцію, наказ, вказівку, команду тощо). Як правило, розробляються декілька *варіантів* такого припису, можливо, й ціла множина. Вибір оптимального в деякому розумінні варіанту ми будемо називати *прийняттям рішення*, а процес, який включає розробку альтернатив – *процесом прийняття рішення* [4, с. 20].

В стандартній формі задача прийняття *найкращого* (оптимального) рішення може бути записана у вигляді пари (X, \geq) , де X – множина розглядуваних альтернатив, а \geq – знак («краще або рівноцінно», «негірше») відношення *порядку віддачі переваги*, заданого на цій множині, який дозволяє вибрати $x \in X$, таку, що $\hat{x} \geq x$ для будь-якого $x \neq \hat{x}, x \in X$. У випадку рівноцінності декількох оптимальних альтернатив рішення може представлятися підмножиною $\hat{X}, \hat{X} \subset X$ [1, с. 43].

Процес прийняття рішення включає ряд послідовних етапів.

Основним змістом початкових етапів є формування множини X і виявлення відношення \geq , тобто постановка задачі прийняття рішення. Далі робиться власне прийняття рішення.

Як правило, процес прийняття рішення починається не на порожньому місці. Ще до нього *особа, яка приймає рішення* (ОПР) володіє певною базовою змістовною і процедурною інформацією. ОПР – це символічна назва. Під нею треба розуміти підсистему керуючої підсистеми, зокрема, й окрему особу, яка виконує функцію прийняття рішень; ОПР може бути цілим колективом. Із соціальних

систем (держава, ЗМІ, громадські організації, партії) до неї поступають юридичні норми, директиви, суспільні стимули та інші. Малі групи (сім'я, колектив, коло друзів та інші), з якими вона зв'язана, формують приватні норми поведінки, певні інтереси. Індивідуальні психофізіологічні особливості обумовлюють структуру емоцій, сприйнятливість, темперамент. Базова інформація поповнюється і в зв'язку з реалізацією раніше прийнятих рішень: запам'ятовуються вдалі співвідношення факторів, моделі рішень, процедури. На цій основі складається і вдосконалюється певний стереотип мислення і поведінки ОПР. Все це формує орієнтацію ОПР, в світлі якої він сприймає зовнішнє середовище в цілому і яку-небудь ситуацію зокрема [2, с. 10–25].

1. Власне процес прийняття рішень починається з одержання даних. Поточна інформація поступає до ОПР в результаті спостереження за керованим об'єктом, в тому числі пошуку даних і навіть експерименту (активне спостереження).

2. На наступних етапах здійснюється структуризація даних, яка забезпечує постановку задачі прийняття рішень. Взагалі кажучи, *задачею* є логічне висловлювання виду «Дано A , треба B » (запишемо його так: $\langle A; B \rangle$). Тоді *ситуацією* назвемо висловлювання: «Дано A » ($\langle A; - \rangle$), а *проблемою* – висловлювання: «Треба B » ($\langle -, B \rangle$). Ситуацію і проблему можна, кожен окремо, розглядати як неповну постановку задачі, в якій не виявлені цілі або умови її рішення відповідно. ОПР звичайно має справу з багатьма ситуаціями, перед нею стоїть ряд проблем. В потоці отримуваних даних їй приходиться порівнювати їх, щоб поставити конкретну задачу прийняття рішення. При цьому ОПР розв'язує такі проміжкові задачі: «Дано $\langle A; - \rangle$, треба $\langle A; B \rangle$ » і «Дано $\langle -, B \rangle$, треба $\langle A; B \rangle$ ».

Виявляючи умови задачі прийняття рішення, ОПР повинна визначити: множину керованих факторів M , яка складається з елементів (векторів) m ; множину істотних некерованих факторів S , яка складається з векторів s ; множину наслідків W , яка складається з елементів (векторів) w , як функцію пар $(m, s) \in M \times S$ (декартовий добуток множин) (див. рисунок 1).

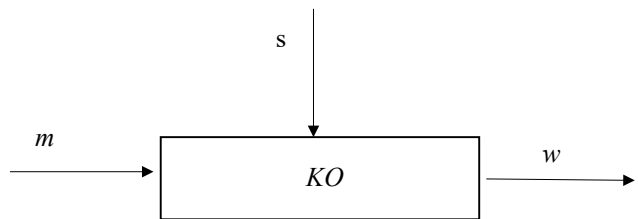


Рис. 1. Схема задачі процесу прийняття рішення

Так як ОПР не вибирає значення некерованих факторів s , то кожна альтернатива рішення x складається з двох елементів m і w : $x = (m, w)$. Отже, вона включає комплекс керованих дій або засобів, використовуваних для розв'язання задачі, і набір наслідків, з урахуванням некерованих факторів. Виділення множин M і S проводиться в процесі структуризації даних, які поступають до ОПР. Множина наслідків W повинна формуватися керуючою системою [2, с. 15].

3. При формуванні альтернатив рішень виникають невизначеності, особливо, при формуванні множини W . Тому, природним продовженням структуризації даних є прогнозування можливостей реалізації кожної альтернативи і наслідків її реалізації. Після прогнозування ОПР має змогу із множини потенційно *можливих альтернатив* x виділити підмножину *здійснених альтернатив* x . Зазначимо, понят-

тя здійсненності носить умовний характер. ОПР приписує альтернативам деякі відносні (суб'єктивні) імовірності, а потім явно або неявно визначає порогову величину, яка дає можливість відкинути нездійсненні альтернативи [2, с. 20].

4. З самого початку процесу, як було сказано, ОПР має певну цільову орієнтацію, яка виникає ще на основі базової інформації. Вона дає можливість із множини можливих альтернатив виділити підмножину *бажаних альтернатив*, яка визначається за бажаністю наслідків. Послідовне накладання все нових і нових обмежень подібного роду може значно звужити множину альтернатив, на якій необхідно здійснити вибір. В результаті утворюється множина *допустимих альтернатив* X , яка є першою складовою власне задачі прийняття рішень: (X, \geq) [1, с. 19–35].

5. Наступний етап процесу прийняття рішень зв'язаний з другою складовою цієї задачі, тобто з виявленням *порядку віддачі переваги* і, зокрема, формуванням *критерію* вибору. В результаті альтернативи упорядковуються від кращої до гіршої, при чому деякі в цьому порядку можуть рахуватися рівноцінними $x_1 \geq x_2 \geq \dots \geq x_n, x \in X$. Прикладом може бути критерій, який визначається *критеріальною функцією*, або *функцією оцінок*, яка виражає прибуток при виборі варіанту виробничої програми підприємства. При цьому один варіант кращий за другий, якщо і тільки якщо прибуток від першого більший за прибуток від другого варіанту; два варіанти рівноцінні, якщо і тільки якщо прибутки від них рівні. Таким чином, оптимальною альтернативою буде варіант виробничої програми підприємства, прибуток від якого максимальний. Взагалі кажучи, можна при деяких припущеннях приписати даному порядку віддачі переваги таку функцію $u(x)$, яка називається *функцією корисності*, що $u(x_1)$ більше $u(x_2)$ тоді і тільки тоді, коли x_1 краща x_2 ; $x_1, x_2 \in X$. Якщо вдається побудувати функцію корисності, то її задають в якості критеріальної функції відповідного критерію. Зазначимо, що будь-який критерій визначається критеріальною функцією $c(x)$ і *шкалою* як впорядковану множиною оцінок, якій належать значення цієї функції: x_1 краща x_2 за цим критерієм, якщо і тільки якщо оцінка $c(x_1)$ краща оцінки $c(x_2)$ за цією шкалою, x_1 і x_2 рівноцінні якщо і тільки якщо їх оцінки рівні [1, с. 8–35].

Альтернативи можуть оцінюватися за багатьма ознаками, по кожній з яких формується порядок віддачі переваги або критерій. Рішення, яке приймається за декількома критеріями, називають, часто, *складним рішенням*, а рішення, яке приймається за одним критерієм – *простим рішенням*.

6. Кульмінаційний етап всього процесу утворює сам акт вибору оптимальної (ефективної, раціональної) альтернативи, тобто власне прийняття рішення. В явному або неявному виді в його основі лежить визначена модель і процедура – від прямого перебору і порівняння альтернатив, можливості якого різко зменшуються з ростом числа альтернатив і складності оцінки наслідків, до розвинутих *евристичних* і *формальних* методів. Тому для прийняття рішень необхідним є пошук або розробка адекватної моделі і процедури вибору альтернативи. Вони істотно залежать від інформації про умови прийняття рішення якою володіє ОПР, тобто інформації про альтернативи $x = (m, w)$. Можливі три випадки:

– *детермінованість (або визначеність)*, якщо відносно кожного керування m відомо, що воно незмінно приводить до деякого конкретного наслідку w . Тоді всі функціональні залежності являються детермінованими, залежно від яких застосовують лінійне, нелінійне, дискретне, динамічне програмування, теорію графів, детерміновані методи розв'язування тощо;

– *ризик (або часткова невизначеність)*, якщо кожне керування приводить до одного із множини можливих наслідків, але кожний наслідок має відому або приписану імовірність появи $p(w)$. В цьому випадку застосовують стохастичне програмування, теорію масового обслуговування та інші імовірнісні методи;

– *невизначеність*, якщо імовірності наслідків w невідомі і навіть не мають смислу. Тоді використовується теорія статистичних рішень (зокрема метод Монте-Карло) і частіше всього різні евристичні методи.

7. Після того, як вибрана єдина альтернатива, ОПР повинна інтерпретувати і оцінити прийняте рішення, перевірити, чи є воно відповідно для поставленої задачі. Така інтерпретація і перевірка являються змістовними (не формальними), і їх характер визначається особливостями керуваного об'єкту.

8. Якщо результати перевірки виявились задовільними, ОПР повинна сформулювати це рішення у вигляді директив для виконавця, який забезпечує реалізацію рішення. Видача цих директив завершує процес прийняття рішення.

3. Формування складного рішення

Прийняття складного рішення за багатьма критеріями ми розбіємо на два етапи. ОПР виділяє деяку множину ознак (точок зору) A за якими оцінює альтернативи множини X . На першому етапі по кожній окремій ознаці $a \in A$ здійснюється вибір кращої з цієї точки зору альтернативи $x_a \in X$. Якщо по даній ознаці ОПР має функцію корисності $u_a(x)$, то $u_a(\hat{x}_a) = \max\{u_a(x) | x \in X\}$. Це частинні прості рішення, число яких відповідає числу точок зору. На другому етапі необхідно здійснити узгоджений вибір єдиної альтернативи $\hat{x} \in X$, тобто одержати складне рішення. Процедура вибору тут істотно залежить від способу задання порядків віддачі переваги на множині альтернатив X по кожній ознаці і від порівнянності самих ознак a . Розглянемо деякі найпростіші випадки.

Ознаки непорівнянні. ОПР взагалі не може співставити їх одну з одною і тим більше сказати, яка з них важливіша, але по кожній окремій ознаці у неї є функція $u_a(x)$. Цей випадок можна інтерпретувати як гру n осіб – по числу ознак. Кожен гравець намагається вибрати ту альтернативу, яка максимізує його функцію $u_a(x)$ на X . Вони можуть і не прийти до узгодженого рішення, тобто до єдиної альтернативи \hat{x} .

Ознаки попарно рівноважливі. Найприродніше для складного рішення припустити, що особи приходять до певної узгоджувальної умови, яка дає можливість вибрати компромісне рішення. Однією з таких умов може бути умова попарної рівної важливості ознак при оцінці альтернатив, згідно якої кожна особа може покращувати свій вибір, не погіршуючи вибори всіх інших осіб. Це означає, що x_1 краща x_2 за цією узгоджувальною умовою, якщо і тільки якщо існує ознака в A , за якою x_1 краща x_2 , і x_1 негірша x_2 за кожною з інших ознак цієї множини; x_1 рівноцінна x_2 , якщо і тільки якщо x_1 рівноцінна x_2 за кожною з ознак множини A . Інакше, мовою функції корисності x_1 краща x_2 якщо і тільки якщо існує $a' \in A$ така, що $u_{a'}(x_1) > u_{a'}(x_2)$, і $u_{a'}(x_1) \geq u_{a'}(x_2)$ для всіх $a' \in A$. Отже, узгодженим рішенням є така альтернатива $x \in X$ що не існує в X інша альтернатива, краща \hat{x} за цією узгоджувальною умовою. Альтернативу \hat{x} називають *ефективним рішенням*, або *оптимальним за Парето*. В загальному, існує ціла множина ефективних рішень $\hat{X} (\hat{X} \in X)$, яку називають множиною Парето. Можливо, що $\hat{X} = X$, тобто кожна альтернатива є ефективним рішенням. Нехай, наприклад, $X = \{x_1, x_2, x_3\}$, $A = \{a_1, a_2, a_3\}$, функції $u_a(x)$ задаються таблицею 1. Тоді, легко перевірити, $\hat{X} = \{x_1, x_2, x_3\}$. Вибір єдиної

альтернативи, яка належить множині \hat{X} , може здійснюватися за допомогою додаткових умов, які б «звужували» множину \hat{X} , або за допомогою експертів, або ж жеребкуванням [1, с. 95].

Таблиця 1

	x_1	x_2	x_3
$u_{a_1}(x)$	3	2	1
$u_{a_2}(x)$	2	1	3
$u_{a_3}(x)$	1	3	2

Ознаки упорядковані. ОПР має не тільки функції корисності $u_a(x)$ по кожній окремій ознаці оцінки альтернатив, але може упорядкувати і самі ознаки за важливістю. Нехай $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$, ознаки упорядковані за важливістю в порядку зростання їх індексів так, що a_l – найбільш важлива, a_n – найменш важлива ознака. Тоді, в цьому випадку ОПР починає послідовно пропускати множину альтернатив через «фільтри» ознак, починаючи з найбільш важливої ознаки.

На першому кроці треба відібрати множину альтернатив $X^1 \subset X$, таких, що $u_{a_1}(x|x \in X^1) = \max\{u_{a_1}(x)|x \in X\}$ тобто кращих по першій, найбільш важливій ознаці. На другому кроці вже з цієї множини X^1 треба вибрати альтернативи, які складають множину $X^2 \subset X^1$ такі, що $u_{a_2}(x|x \in X^2) = \max\{u_{a_2}(x)|x \in X^1\}$ тобто кращі по першій і відносно кращі по другій ознаці. На третьому кроці у вибір включається третя ознака зі своєю функцією корисності і т.д.

Неважко зрозуміти, що згідно цієї узгоджувальної умови упорядкованості ознак кожна особа може покращувати свій вибір, непогіршуючи вибори всіх інших осіб, відповідні ознаки яких важливіші за її ознаку. Це значить, що x_1 краща x_2 за цією узгоджувальною умовою, якщо і тільки якщо існує ознака в A , за якою x_1 краща x_2 , і x_1 рівноцінна x_2 за кожною з інших ознак, важливіших за цю ознаку. Інакше, x_1 краща x_2 , якщо і тільки якщо існує t , $1 \leq t \leq n$, такий що $u_{a_t}(x_1) > u_{a_t}(x_2)$ і $u_{a_i}(x_1) = u_{a_i}(x_2)$, $i = 1, 2, \dots, t-1$. Розглянемо векторну функцію $u(x) = (u_{a_1}(x), u_{a_2}(x), \dots, u_{a_n}(x))$. Тоді попереднє правило, за яким визначається відношення «краще» між альтернативами в узгоджувальній умові, формулюється так: x_1 краща x_2 , якщо і тільки якщо $u(x_1)$ лексикографічно більше $u(x_2)$, і x_1 рівноцінна x_2 , якщо і тільки якщо $u(x_1) = u(x_2)$. Таким чином, в цьому випадку вибір альтернативи \hat{x} зводиться до задачі лексикографічної максимізації векторної функції $u(x)$ на X : $c(x)$ лексикографічно не менше $c(x)$ для всіх $x \in X$.

Ознаки кількісно порівнянні. В цьому випадку функції корисності $u_a(x)$ по кожній ознаці порівнянні одна з одною в єдиній кількісній шкалі і ОПР може кожній ознаці приписати вагу v_a . Тоді складне рішення легко зводиться до простого, і за сукупний критерій приймається критерій, що визначається критеріальною функцією $u(x) = \sum_{a \in A} v_a u_a(x)$ і числовою абсолютною шкалою, упорядкованою відношенням «більше» $u(\hat{x}) = \max\{u(x)|x \in X\}$ [1, с. 19–35].

На практиці, природним є намагання дослідників і осіб, що приймають рішення, до використання як найпростіших процедур, часто не замислюючись на тому, до рішень якої якості вони приводять. Привабливим для них є введення вагових коефіцієнтів v_a і тим самим звести або наблизити складне рішення до простого.

Часто стараються можливо більше число заданих цілей виразити у вигляді обмежень, які визначають допустиму множину альтернатив X . В ідеальному випадку тоді одна

ціль представлена функцією корисності, а інші – обмеженнями. Можливе і вираження всіх цілей у вигляді обмежень, порогових величин і тощо. В загальному, сказане виражається поняттям *порогова оптимізація*, що означає досягнення деякого заданого (не обов'язково найбільшого або найменшого) значення функції корисності. Наприклад, як вже говорилося, при розв'язуванні багатокритеріальних задач прийняття рішень можна вибрати деяку одну ціль і по відношенню до неї досягнути строгого оптимума, а для інших – обмежитись пороговою оптимізацією, тобто досягнути певного результату, рівному заданому значенню (або, що підказується характером задачі – не більшого або не меншого в порівнянні з ним). Такі підходи полегшують роботу по евристичному неформальному прийняттю складних рішень.

Висновки. З дослідження мети керування і проблеми прийняття рішень в математичному моделюванні економіки можна зробити наступні висновки.

1. Мета керування є однією з найскладніших його категорій. Вона відображає призначення системи керування, яке не є детерміністично фіксованим. Мета конкретизується за допомогою аспектів і цілей. А керування і служить для того, щоб досягти якихось цілей.

Формулювання мети керування є одним із найскладніших і дискусійних питань математичного моделювання в економіці. Чим вищий рівень системи керування, тим важчим є формулювання її цілі, оскільки це вже стає питанням економічної або соціальної політики. З підвищенням рівня система наближається до загальнодержавних, загальнонаціональних інтересів або до інтересів всього людства. На таку систему впливає дуже велике число складних і різних факторів, які важко проаналізувати і виділити серед них істотні.

Система керування повинна забезпечити перетворення ресурсів у відповідності з поставленою метою, а також, керування може розглядатися як відносно відособлена інформаційна система. Обидві ці сторони в їх взаємозв'язку повинні враховуватися при характеристиці систем керування в економіці.

Проблема прийняття рішення виникає тоді, коли існують труднощі в досягненні якої – небудь цілі. Завжди виникають такі ситуації, коли існують різні допустимі можливості досягнення цілі.

Оцінка якості керування виникає тоді, коли воно може бути реалізоване не єдиним чином. Так, необхідно сформулювати критерій, за яким ми можемо порівнювати різні керування. Природно вибрати при цьому оптимальне керування.

2. Під процесом прийняття рішення розуміють послідовність процедур, що приводять до знаходження рішення. Процес прийняття рішень складний і багатосторонній. Він включає цілий ряд стадій і операцій. Питання, скільки і які стадії повинен пройти процес прийняття рішень, який конкретний зміст кожного з них, суперечливі і неодноково вирішувати.

Процес прийняття рішень починається з одержання даних. На наступних етапах здійснюється структуризація даних, яка забезпечує постановку задачі прийняття рішень. Природним продовженням структуризації даних є прогнозування можливостей реалізації кожної альтернативи і наслідків її реалізації. Далі утворюється множина *допустимих альтернатив* X і виявляється *порядок віддачі переваги* і, зокрема, формуванням *критерію* вибору. Кульмінаційний етап всього процесу утворює сам акт вибору оптимальної (ефективної, раціональної) альтернативи, тобто власне прийняття рішення. Після того як вибрана єдина альтернатива, ОПР повинна інтерпретувати і оцінити прийняте рішення, перевірити, чи є воно відповіддю для поставленої задачі.

3. Прийняття складного рішення за багатьма критеріями варто розбити на два етапи. На першому етапі по кожній окремії ознаці $a \in A$ (ОПР виділяє деяку множину ознак (точок зору) A за якими оцінює альтернативи множини X) здійснюється вибір кращої з цієї точки зору альтернативи $\hat{x}_a \in X$. Якщо по даній ознаці ОПР має функцію корисності $u_a(x)$, то $u_a(\hat{x}_a) = \max\{u_a(x) | x \in X\}$. Це час-

тинні прості рішення, число яких відповідає числу точок зору. На другому етапі необхідно здійснити узгоджений вибір єдиної альтернативи $\hat{x}_a \in X$, тобто одержати складне рішення. Процедура вибору тут істотно залежить від способу задання порядків віддачі переваги на множині альтернатив X по кожній ознаці і від порівнянності самих ознак a .

Список використаних джерел:

1. Червак Ю.Ю. Оптимізація. Непокращуваний вибір. Ужгород : УжНУ, 2002. 312 с.
2. Кігель В.Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці : монографія. Київ : ЦУЛ, 2003. 202 с.
3. Морозов А.О., Косолапов В.Л. Інформаційно-аналітичні технології підтримки прийняття рішень на основі регіонального соціально-економічного моніторингу. Київ : Наукова думка, 2002. 231 с.
4. Юхимчик С.В., Азарова А.О. Математичні моделі ризику для систем підтримки прийняття рішень. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. 188 с.

References:

1. Chervak Y.Y. (2002) Optymizatsiia. Nepokrashchuvanyi vybir [Optimization. An unimproved choice]. Uzhhorod: UzhNU, 312 p.
2. Kigel V.R. (2003) Metody i modeli pidtrymky pryiniattia rishen u rynkovii ekonomitsi: monohrafiia [Methods and models of decision support in the market economy: monograph]. Kyiv: TsUL, 202 p.
3. Morozov A.O., Kosolapov V.L. (2002) Informatsiino-analytychni tekhnolohii pidtrymky pryiniattia rishen na osnovi rehionalnoho sotsialno-ekonomichnoho monitorynhu [Information and analytical technologies to support decision-making based on regional socio-economic monitoring]. Kyiv: Naukova dumka, 231 p.
4. Yukhymchik S.V., Azarova A.O. (2003) Matematychni modeli ryzyku dlia system pidtrymky pryiniattia rishen [Mathematical risk models for decision support systems]. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia, 188 p.

MATHEMATICAL MODELLING IN ECONOMICS: PURPOSE OF MANAGEMENT AND THE ISSUE OF DECISION-MAKING

Summary. In this article, the management purpose and the issue of decision-making are considered and disclosed. The research illustrates procedures and the essence of the main stages of the decision-making process for control systems in various conditions. The article reveals the issue of developing a controlled mechanism for decision support, which ensures the improvement of the procedures of making reasonable and objective decisions in situations of exceptional complexity. The study outlines simple and complex solutions necessary for management execution. The application of various decision-making methods and models, vital in increasing management efficiency, is illustrated. The issue of the purpose is a central issue of management. Management serves to achieve some goals. Goal formulation is one of the most challenging and debatable issues of mathematical modelling in economics, and, therefore, it confirms the relevance of its research. Management quality assessment occurs when it is impossible to implement it separately. So it is necessary to formulate a criterion by which we can compare different controls. It is natural to choose the optimal control. The problem of decision-making arises when there are difficulties in achieving some goal. Making decisions is not a simultaneous act. This is a process that takes place over time and consists of separate stages. On the one hand, the management system must ensure the transformation of resources following the set goal. However, management can be considered a relatively separate information system. When characterizing management systems in the economy, one should anticipate both parties in their relationship. This approach is convenient for studying the technology and organization of the "production" of information necessary for the execution of the control function. Therefore, one can consider information processes in management systems in two aspects: transformation and movement of information. In the first case, we are discussing ways to transform information in the management system, the essence of which is the decision-making process. All other subsidiary transformations arrange around it: observation and analysis, data filtering, data reproduction, and others. In the second case, we consider methods of information transfer in the control system itself and between the control system and the controlled object.

Key words: management, system, goal, decision, decision-making process, decision-maker.