

## МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

(Представлено д.т.н., проф. Лахно В.А.)

**Мета.** Аналіз існуючих методів розв'язання задачі багатокритеріального вибору на просторі альтернатив. Вибір методу оптимізації складу комплексу програмного забезпечення системи дистанційного навчання.

**Методика.** В роботі використовується методика системно-структурованого аналізу, а також класичні та сучасні методи досліджень теорії прийняття рішень.

**Результати.** Проведено аналіз методів, які на сьогоднішній день застосовуються для розв'язання задачі багатокритеріального вибору на просторі альтернатив. На основі даного аналізу визначено метод, який надає можливість вирішення задачі оптимізації комплексу програмного забезпечення системи дистанційного навчання.

**Наукова новизна.** Запропоноване рішення дає змогу розробити таку модель оптимізації комплексу програмного забезпечення системи дистанційного навчання, яка, на відміну від існуючих, дозволить врахувати технологічні особливості даної системи, а саме складність взаємозв'язків між елементами, вплив як зовнішніх, так і внутрішніх чинників на ефективність функціонування системи, складну ієрархічну побудову та усю сукупність функцій і завдань, покладених на комплекс програмного забезпечення системи дистанційного навчання.

**Практична значущість.** Визначено метод, який доцільно використовувати для вирішення задачі оптимізації комплексу програмного забезпечення системи дистанційного навчання.

**Ключові слова:** комплекс програмного забезпечення системи дистанційного навчання; метод багатокритеріальної оптимізації; метод аналітичних мереж.

**Вступ. Постановка проблеми.** Традиційне завдання аналізу або прийняття рішення полягає у виборі кращого варіанта з заданого набору альтернативних варіантів з використанням деякого набору критеріїв якості. Завдання синтезу є частиною процесу прийняття рішень у тому разі, якщо альтернативні варіанти є складними багатоелементними структурами, при цьому існує можливість об'єднання в єдиний варіант різних підмножин елементів. Завдання синтезу може передувати процесу аналізу рішень, коли виникає необхідність генерації або трансформації набору альтернативних варіантів. Завдання синтезу завжди містить процедури аналізу рішень [1, 2].

Існує безліч ознак, за якими можна класифікувати такі завдання [3, 4, 5]. Однією з найважливіших є вид відображення множини допустимих рішень на множини критеріальних оцінок. Детермінований вид такого відображення відповідає завданню в умовах визначеності, імовірнісний – завданню в умовах ризику, якщо вид відображення невідомий, то маємо завдання в умовах невизначеності. Завдання синтезу в умовах визначеності існують, коли є детермінований математичний опис процесу побудови ефективного або найбільш імовірного варіанта системи з множини альтернативних елементів.

**Постановка завдання.** В останні десятиріччя вченими усього світу активно розвивається теорія прийняття рішень, до якої, безумовно, належать методи багатокритеріальної оптимізації. Традиційно завдання структурного синтезу містить вагомий “баластну” частину – це завдання на перевірку, зміни, узгодження тощо великої кількості проміжних варіантів синтезованої системи, і чим складніша система, тим більше “баластна” частина, а, відповідно, більш затратний і тривалий сам процес синтезу. З ускладненням технології вирішення завдання відбувається лавинне наростання кількості проміжних варіантів. Кожен з них до відбракування проходить певні етапи синтезу і вимагає відповідних витрат ресурсів на подолання невизначеності щодо проектних параметрів, які виявляються у процесі створення, і характеристик даного варіанта. Враховуючи, що ресурси, що виділяють на проектування, завжди обмежені, швидке зростання кількості варіантів і пов'язаних з ними баластних витрат різко знижує якість і продуктивність процесу синтезу. Принципове вирішення цієї проблеми визначається необхідним зменшенням кількості варіантів, що розглядаються в проектуванні, з підвищенням складності процесу синтезу. Проте зі зменшенням загальної кількості варіантів можливих рішень знижується імовірність отримання так званих оптимальних рішень, тобто рішень, що максимально задовольняють поставленій меті за певних умов [6].

Для вирішення таких завдань існує багато математичних методів: методи на базі теорії нечітких множин, методи моделювання суджень, методи лінгвістичних стандартів, методи теорії корисності, евристичні, таксономічні методи тощо [7, 8]. Враховуючи, що функціонування комплексу програмного забезпечення системи дистанційного навчання обумовлено дуже великою кількістю умов і чинників,

необхідно обрати метод, який би не лише враховував вплив зазначених умов і чинників, а й дозволив би якісно оцінити цей вплив.

**Результати дослідження.** Багато проблем ухвалення рішень не можна показати у вигляді ієрархічних структур, тому що в них існують залежності і взаємодії між елементами різних рівнів ієрархії; є завдання, в яких не лише важливість критеріїв впливає на пріоритети можливих рішень (як в ієрархіях), а й важливість можливих рішень впливає на пріоритети критеріїв.

Структури рішень зі зворотними зв'язками не можна лінійно упорядкувати від низу до верху, вони є мережами, що містять цикли і безліч елементів (компонентів), які ми більше не можемо називати рівнями, а також петлі зворотного зв'язку, що показують зв'язок між елементами одного компонента [9]. Мережа може містити компоненти-джерела і компоненти-стоки. Вузол-джерело є початком маршрутів впливу і не може бути точкою завершення якого-небудь маршруту. Вузол-стік є точкою завершення одного або декількох маршрутів і не може бути початком якого-небудь шляху. Повна мережа може містити вузли-джерела, вузли-стоки і проміжні вузли, розташовані між джерелами і стоками, а також у циклах. Деякі мережі можуть містити лише джерела і стоки, інші – лише джерела і вузли-цикли (з петлею зворотного зв'язку), або вузли-цикли і вузли-стоки, або лише вузли-цикли. Часто на практиці виникають проблеми при ухваленні рішень, що містять зворотні зв'язки, які можуть бути зображені мережами будь-якого вигляду.

Визначення пріоритетів елементів у мережі, зокрема, альтернатив рішень, є складною проблемою.

На думку фахівців, доцільно застосовувати прості ієрархічні структури (рис. 1), що складаються з мети, критеріїв та альтернатив [9, 10].

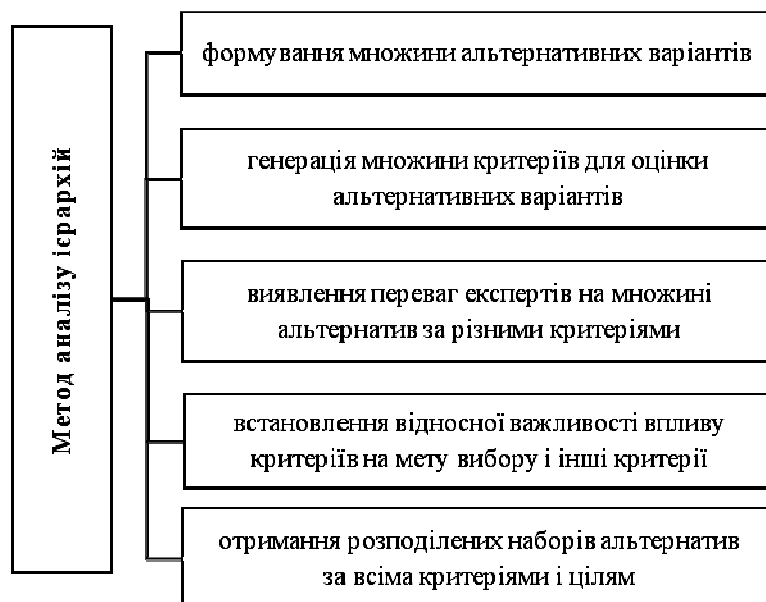


Рис. 1. Основні етапи методу аналізу ієрархій

Проте рішення, отримані на простій трирівневій ієрархії, можуть відрізнитися від рішень, отриманих на складнішій ієрархії. У свою чергу, рішення, отримані на мережі, можуть істотно відрізнитися від рішень, отриманих навіть на складній ієрархії. Важко сподіватися на те, що штучне подолання складності шляхом зведення реального завдання до примітивної структури дозволить отримати результат взаємодії між елементами проблеми в концентрованій формі узагальнених думок, які правильно відображають дійсність. Необхідно навчитися подавати думки складними структурами, які адекватно відображають реальність, та організувати міркування й обчислення витонченими і в той же час простими способами, щоб досягнути розуміння складності рішення. Досвід показує, що це цілком можливо, хоча і вимагає певних витрат праці і часу. Головною перевагою мереж зі зворотними зв'язками є можливість отримання рішень, які дозволяють передбачати майбутнє.

Отже, виходячи зі сказаного, для вирішення складного завдання оптимізації складу комплексу програмного забезпечення систем дистанційного навчання найбільш адекватним можна вважати метод *ANP* (Analytic Network Process – метод аналітичних мереж), що є універсальною теорією вимірювань впливу у шкалі відносин з урахуванням залежностей і зворотних зв'язків [11].

Для розуміння підходу методу *ANP* до завдань ухвалення рішень в умовах взаємної залежності елементів

корисні такі спостереження. Шукане рішення буде настільки об'єктивним, наскільки однозначно зможуть зрозуміти його різні люди. Коли ми інтерпретуємо цифри, то порівнюємо їх зі знаннями, набутими з власного досвіду, і ця процедура не може бути об'єктивною, тому що знання, досвід і компетентність у різних людей істотно відрізняються, одні й ті самі об'єктивні чинники мають неоднакове значення для різних людей. Таким чином, перевага рішення базується не на його прихованій об'єктивності, а на тому, як інтерпретується сприйняття цієї об'єктивності у межах індивідуальної системи цінностей і якого значення надають таким цінностям. Можна зробити суб'єктивний вибір без докладного аналізу чинників і оцінювання наших нечітких переваг, вказавши альтернативу, яка більше подобається. Проте, ухвалюючи відповідальні рішення, небезпечно покладатися лише на інтуїцію, тому необхідно ретельно проаналізувати факти, які лежать в основі рішення, щоб виявити їх позитивні і негативні аспекти, включаючи ризики і можливості, з якими можна зіштовхнутися при реалізації рішення. Перш ніж зробити висновок, слід зосередитись на суті рішення. У будь-якому разі матимемо справу із системою суб'єктивних цінностей, яка визначає, який результат буде кращим. При цьому навіть об'єктивні показники рішення заломлюються в світлі суб'єктивних уявлень, орієнтованих на досягнення персональної мети.

Застосовуючи метод *ANP*, можна робити те, чого не дозволяє математична логіка, заснована лише на вербальних думках, без чисел. У *ANP* можна обробляти числові оцінювання переваг, тоді як логіка дозволяє отримати лише порядкові переваги на основі вербальних оцінок. У *ANP* думку можна подати у вигляді: “*A* переважає *B* у п'ять разів”. Засобами звичайної логіки, з урахуванням аксіоми транзитивності переваг, цю думку можна подати лише як “*A* переважає *B*”, тобто найважливіша величина (п'ять разів), що показує інтенсивність переваги, не враховується. Застосування чисел дозволяє виконувати арифметичні операції над ними, щоб синтезувати узагальнений результат з множини переваг із більшою точністю, враховуючи ступінь узгодженості думок. Правила пропозиціональної логіки мають свої аналоги в ієрархіях і мережах. Логічні оператори імплікації (ЯКЩО–ТО), кон'юнкції (І) і диз'юнкції (АБО) використовуються в мережах, де за допомогою імплікації можна показати переходи від одного вузла до іншого, а оператори кон'юнкції і диз'юнкції описують зв'язки між вузлами мережі або ієрархії. Оскільки в *ANP* використовуються інтенсивності переваг, то відчуття й емоції особи, яка приймає рішення (ОПР), є не менш важливими для повного розуміння проблеми, ніж раціональне мислення.

Під час застосування методу *ANP* слід чітко розуміти відмінності між ієрархічними і мережевими структурами, які застосовуються для представлення проблем. Ієрархія складається з рівнів, розташованих у порядку зменшення важливості. Елементи кожного рівня порівнюються за домінуванням, або впливом на елементи сусіднього верхнього рівня. Гілки ієрархії спрямовані від головної мети вниз, навіть якщо елементи нижніх рівнів впливають на елементи вищих рівнів. Вплив – це особливий вид взаємодії. Напрямок зв'язків зверху вниз стимулює прояв впливу елементів нижніх рівнів на ті, що розташовані вище.

Мережею є набір компонентів, які є аналогами рівнів в ієрархії (рис. 2). Компоненти, що логічно пов'язані напрямленими дугами, можуть розташовуватися у довільному порядку. Напрямок впливу одного компонента на інший протилежний напрямку стрілки на дузі, що зв'язує ці компоненти. У процесі парних порівнянь об'єктів в одному компоненті виявляється домінування впливу елементів пари на третій елемент, що належить цьому або іншому компоненту.

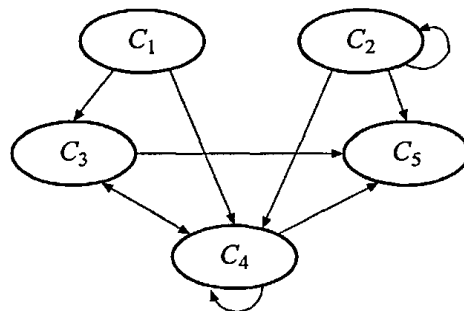


Рис. 2. Узагальнене уявлення мережі

Компоненти, які не мають входів, мають назву джерел, наприклад,  $C_1$  та  $C_2$ . Компоненти, які не мають виходів, такі як  $C_5$  – приймач. Компоненти, які мають входи та виходи, як  $C_3$  та  $C_4$ , мають назву транзитних.

Крім того, у мережевих завданнях компоненти можуть розглядатися як взаємодіючі об'єкти, що впливають один на одного за деяким критерієм або властивістю вищого порядку. Такі властивості будемо називати критеріями, що управляють, які можуть утворювати цілу систему показників для

оцінювання якості рішення. Критерії, що управляють, та їх деталізуючі підкритерії є підґрунтям для проведення парних порівнянь компонентів і елементів, що містяться в них.

**Висновки.** Таким чином, для вирішення завдання оптимізації комплексу програмного забезпечення СДН, як завдання багатокритеріального вибору на просторі альтернатив, доцільно використовувати метод аналітичних мереж. Саме він дозволить розробити та вдосконалити модель оптимізації комплексу програмного забезпечення системи дистанційного навчання, в якій можна передбачити врахування технологічних особливостей формування програмного забезпечення для неї; а саме дасть можливість урахувати складність взаємозв'язків між елементами, вплив як зовнішніх, так і внутрішніх чинників на ефективність функціонування системи, складну ієрархічну побудову та усю сукупність функцій і завдань, покладених на комплекс програмного забезпечення системи дистанційного навчання.

#### Список використаної літератури:

1. *Андрейчикова О.Н.* Системы компьютерной поддержки процессов анализа, синтеза и планирования решений в условиях неопределенности / *О.Н. Андрейчикова* // Программные продукты и системы. – 1999 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.swsys.ru/index.php?id=952&page=article>.
2. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа / *Н.Н. Моисеев*. – М. : Наука, 1982. – 360 с.
3. *Дал У.* Структурное программирование / *У.Дал, Э.Дейкстра, К.Хоор*. – М. : Мир, 1975. – 247 с.
4. *Деражне Ю.Л.* Открытое обучение : монография / *Ю.Л. Деражне*. – М. : ВНПЦ профориентации, 2002. – 352 с.
5. *Духнич Ю.* Инструменты для разработки электронных курсов. Каталог инструментария для разработки электронных курсов, представленного на рынке технологий дистанционного обучения (e-learning) в СНГ. Релиз 22.03.2011 / *Ю.Духнич* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <file:///C:/Users/Admin/Downloads/a-tools.pdf>.
6. *Саати Т.* Аналитическое планирование. Организация систем / *Т. Саати, К. Кернс* ; Пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
7. *Баранов Г.Л.* Структурное моделирование сложных технических систем / *Г.Л. Баранов, А.В. Макаров*. – К. : Наукова думка, 1986. – 272 с.
8. *Бенькович Е.С.* Практическое моделирование динамических систем / *Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков*. —СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.
9. Многоуровневое структурное проектирование программ: Теоретические основы, инструментарий / *Е.Л. Ющенко, Г.Е. Цейтлин, В.П. Грицай и др.* – М. : Финансы и статистика, 1989. – 208 с.
10. *Духнич Ю.* Система дистанционного обучения / *Ю.Духнич* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.smart-edu.com/index.php/distantsionnoe-obuchenie/sistema-distantsionnogo-obucheniya.html>.
11. *Савченко В.А.* Задача вибору раціональних програмних засобів системи дистанційного навчання / *В.А. Савченко, М.Г. Тищенко* // Матер. міжнар. наук. конф. “Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту”. – Херсон : ХНТУ, 2012. – С. 188–189.

МИРУТЕНКО Лариса Вікторівна – аспірант Європейського університету, м. Київ.

Наукові інтереси:

- якість системи дистанційного навчання вищого навчального закладу;
- підвищення ефективності системи дистанційного навчання;
- методика оптимізації комплексу програмного забезпечення системи дистанційного навчання.

Стаття надійшла до редакції 13.11.2015