

Міністерство освіти і науки України

А. В. Катренко, В. В. Пасічник

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА

ПІДРУЧНИК

СЕРІЯ «КОМП'ЮТИНГ»

За науковою редакцією д.т.н., професора В. В. Пасічника

2-ге видання перероблене і доповнене

Затверджено Міністерством освіти і науки України

Львів
Новий Світ – 2000
2020

ББК 60.822я73
УДК 005ю53(075.8)
К 29

Відтворення цієї книги або будь-якої її частини заборонено без письмової згоди видавництва. Будь-які спроби порушення авторських прав будуть переслідуватися у судовому порядку.

*Гриф надано Міністерством освіти і науки України
(Лист № 1/11-4826 від 10.04.2012 р.)*

Рецензенти:

Цегелик Г.Г. – завідувач кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів Львівського Національного університету ім. І. Франка, доктор фізико-математичних наук, професор;

Лупенко С.А. – доктор технічних наук, професор, зав. каф. «Комп'ютерна інженерія» Тернопільського Національного технічного університету ім. Івана Пулюя;

Соколовський Я.І. – д.т.н., проф., зав. каф. обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів Національного Лісотехнічного університету;

Виклюк Я.І. – доктор технічних наук, професор Буковинського університету, проректор з наукової роботи.

А. В. Катренко, В. В. Пасічник

К 29 Прийняття рішень: теорія та практика : підручник / А. В. Катренко, В. В. Пасічник. – Львів : «Новий Світ – 2000», 2020. – 447 [1] с.

ISBN 978-966-418-221-5

У підручнику викладено як теоретичні засади, так і методи прийняття рішень (ПР), а також практична реалізація рішень. Розглянуті історія виникнення ПР, проблеми структурування практичних ситуацій ПР, послідовність основних етапів ПР. Викладена теорія неметризованих та метризованих бінарних відношень, які слугують для представлення системи переваг децидента. Розглянуті теоретичні основи багатокритерійності, оптимальності за Парето, принципи прийняття рішень в багатокритерійних задачах, проблема ПР в умовах невизначеності, класифікація видів невизначеності, поняття ризику, лінгвістичної невизначеності та нечіткості. Наведені властивості нечітких відношень та розглянуте нечітке відношення переваги і нечіткі моделі оптимізації. Викладені концепція корисності та її реалізації в теорії ПР, постулати раціонального вибору та парадокси, що виникають в практичних застосуваннях, умови існування та види функцій корисності. Розглянуті проблеми структурування практичних ситуацій ПР, методи дерева цілей, експертного оцінювання та оцінювання компетентності експертів, метод аналітичної ієрархії, та наведені практичні застосування. Наведені постановка задачі, моделі та методи багатоособового ПР шляхом голосування, правила та парадокси голосування. Викладені методи ПР за умов багатокритерійності та невизначеності, метод дерева рішень. Розглянуті психолінгвістичні аспекти ПР, характеристики децидента як системи опрацювання інформації, типи пам'яті та їх особливості, проаналізовані результати практичних досліджень, особливості отримання інформації від експертів, психологічні аспекти сприйняття ризику, формальні і творчі компоненти у ПР.

ББК 60.822я73
УДК 005ю53(075.8)

ISBN 978-966-418-221-5

© А. В. Катренко, В. В. Пасічник, 2020
© «Новий Світ – 2000», 2020

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА НАУКОВОГО РЕДАКТОРА СЕРІЇ ПІДРУЧНИКІВ ТА НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ «КОМП'ЮТИНГ».....	8
ВСТУПНЕ СЛОВО АВТОРІВ	13
ЧАСТИНА 1.....	16
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	16
РОЗДІЛ 1	16
ЗАДАЧІ, МОДЕЛІ ТА ЕТАПИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	16
1.1. Характеристика проблеми прийняття рішень	16
1.1.1. Розвиток концепції прийняття державних рішень	16
1.1.2. Принцип раціональності рішень	18
1.1.3. Формальний підхід до прийняття рішень	23
1.2. Етапи процесу прийняття рішень та формальні моделі.....	25
1.2.1. Зміст процесу прийняття рішень	25
1.2.2. Послідовність етапів процесу прийняття рішень	26
1.3. Задачі та моделі прийняття рішень	33
1.3.1. Класифікація задач прийняття рішень.....	33
1.3.2. Моделі задач прийняття рішень	36
Резюме.....	39
Запитання для повторення та контролю знань	41
РОЗДІЛ 2	42
БІНАРНІ ВІДНОШЕННЯ У ТЕОРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	42
2.1. Бінарні відношення та операції над ними	42
2.1.1. Види та операції над бінарними відношеннями.....	42
2.1.2. Бінарні відношення в теорії прийняття рішень	50
2.2. Бінарні відношення та система переваг децидента	62
2.2.1. Впорядковані множини та їх властивості	62
2.2.2. Структури «домінування-байдужість» та впорядковані множини	66
2.3. Представлення переваг децидента за допомогою функцій та механізмів вибору	72
2.3.1. Поняття функції вибору.....	72
2.3.2. Функції та механізми вибору.....	77
2.3.3. Властивості механізмів вибору.....	80
Резюме.....	82
Запитання для повторення та контролю знань	83
Завдання для самостійного розв'язування	84
РОЗДІЛ 3	87
МЕТРИЗОВАНІ ВІДНОШЕННЯ В ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ	87
3.1. Шкали вимірювання та їхня інваріантність.....	87
3.1.1. Переваги децидента та шкали вимірювання.....	87

3.1.2. Інваріантність стосовно припустимих перетворень шкали вимірювань.....	91
3.2. Міри близькості та метризовані відношення	96
3.2.1. Види метризованих відношень	96
3.2.2. Міри близькості на бінарних відношеннях	100
3.2.3. Вимірювання переваг в емпіричних системах	112
Резюме.....	117
Запитання для повторення та контролю знань	118
Завдання для самостійного розв'язування	118
РОЗДІЛ 4	120
БАГАТОКРИТЕРІЙНІСТЬ ТА НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ У ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ	120
4.1. Умови оптимальності за Парето	120
4.1.1. Проблеми пошуку оптимальних розв'язків багатокритерійних задач	120
4.1.2. Оптимальність за Парето та Слейтером	122
4.1.3. Необхідні та достатні умови оптимальності за Парето.....	125
4.2. Прийняття раціональних рішень в багатокритерійних задачах	129
4.2.1. Умови раціональності принципів прийняття рішень	129
4.2.2. Принципи прийняття рішень	130
4.2.3. Принципи вибору та бінарні відношення	131
4.3. Класифікація невизначеностей.....	137
4.3.1. Проблема прийняття рішень в умовах невизначеності	137
4.3.2. Класифікація невизначеностей	144
4.4. Ризики у прийнятті рішень.....	146
4.4.1. Поняття ризику	146
4.4.2. Ідентифікація, контроль та управління ризиками	149
Резюме	154
Запитання для повторення та контролю знань	156
Завдання для самостійного розв'язування	157
РОЗДІЛ 5	158
ЛІНГВІСТИЧНА НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ТА НЕЧІТКІСТЬ	158
5.1. Нечіткі множини та операції над ними.....	158
5.1.1. Означення нечіткої множини	158
5.1.2. Операції над нечіткими множинами	160
5.1.3. Відображення нечітких множин	164
5.1.4. Багатовимірні нечіткі відображення та прообрази	167
5.2. Нечіткі відношення	168
5.2.1. Означення та операції над нечіткими відношеннями	168
5.2.2. Властивості нечітких відношень	170
5.2.3. Формальна постановка завдання досягнення нечіткої мети.....	172
5.3. Нечіткі відношення переваги.....	176
5.3.1. Проблеми вибору за відношенням переваги.....	176
5.3.2. Властивості нечітких відношень переваги	177

5.3.3. Лінійність нечітких відношень	178
5.3.4. Властивості та умови існування недомінованих альтернатив.....	179
5.3.5. Рішення у випадку декількох нечітких відношень переваги	185
Резюме.....	189
Запитання для повторення та контролю знань	190
Завдання для самостійного розв'язування	190
РОЗДІЛ 6	192
ТЕОРІЯ КОРИСНОСТІ	192
6.1. Історія розвитку концепції корисності	192
6.1.1. Вектор споживання в економіці та його властивості.....	192
6.1.2. Розвиток концепції корисності в філософії та економіці	194
6.1.3. Види корисності	195
6.2. Раціональний вибір на ґрунті функції корисності	198
6.2.1. Постулати раціонального вибору в економіці	198
6.2.2. Парадокси вибору на ґрунті корисності	201
6.2.3. Умови існування функції корисності.....	204
6.2.4. Поведінка децидента та умови раціонального вибору	208
6.3. Ідентифікація значень параметрів функцій корисності	213
6.3.1. Умови незалежності критеріїв. Декомпозиція багатовимірної функції корисності.....	213
6.3.2. Ідентифікація значень параметрів функцій корисності.....	214
6.3.3. Багатокритерійна теорія корисності	217
Резюме.....	223
Запитання для повторення та контролю знань	224
ЧАСТИНА 2.	226
МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РІШЕНЬ.....	226
РОЗДІЛ 7.	226
МЕТОДИ СТРУКТУРИЗАЦІЇ ТА ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ.....	226
7.1. Проблеми структуризації прийняття рішень	227
7.1.1. Ознаки оцінювання та види рішень.....	227
7.1.2. Структурні елементи ситуацій прийняття рішень.....	229
7.2. Слабо структуровані проблеми та їх невизначеності.....	237
7.2.1. Особливості опрацювання слабоструктурованої інформації та інформаційна взаємодія.....	237
7.2.2. Прийняття рішень в складних виробничих комплексах.....	239
7.3. Структурування мети за допомогою методу дерева цілей	241
7.3.1. Невизначеність мети та її структуризація.....	241
7.3.2. Побудова дерева цілей	242
7.4. Методи експертного оцінювання.....	245
7.4.1. Етапи експертного оцінювання та види експертиз	245
7.4.2. Загальні методи експертного оцінювання	252

7.4.3. Методи експертного оцінювання переваг	256
7.4.4. Методи оцінювання компетентності експерта	263
Резюме	265
Запитання для повторення та контролю знань	266
РОЗДІЛ 8	268
РОЗВ'ЯЗАННЯ СЛАБО СТРУКТУРОВАНИХ ПРОБЛЕМ МЕТОДОМ	
АНАЛІТИЧНОЇ ІЄРАРХІЇ.....	268
8.1. Ієрархії пріоритетів та обґрунтування методу	268
8.1.1. Ієрархії та слабо структуровані проблеми	268
8.1.2. Визначення умов та формування локальних пріоритетів	275
8.1.3. Властивості власних значень матриць попарних порівнянь в MAI	282
8.2. Алгоритм та практичні реалізації методу	284
8.2.1. Алгоритм MAI	284
8.2.2. Особливі випадки методу аналітичної ієрархії	290
8.2.3. Застосування методу аналітичної ієрархії в плануванні та залагодженні конфліктів	302
Резюме	305
Запитання для повторення та контролю знань	306
Завдання для самостійного розв'язування	306
РОЗДІЛ 9	310
БАГАТООСОБОВЕ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ШЛЯХОМ ГОЛОСУВАННЯ.....	310
9.1. Формальна постановка задачі та правила голосування	310
9.1.1. Задача голосування.....	310
9.1.2. Правила голосування	313
9.1.3. Поповнення й участь	321
9.2. Правило більшості та парадокси голосування	323
9.2.1. Послідовні та паралельні порівняння	323
9.2.2. Бінарні дерева на множині кандидатів.....	326
9.2.3. Парадокси прийняття рішень шляхом голосування.....	328
9.3. Правила голосування та графові структури	338
9.3.1. Внутрішня та зовнішня стійкість і поняття ядра	338
9.3.2. Позиційні правила голосування.....	340
9.3.3. Мажоритарні правила голосування.....	344
9.3.4. Правила, що використовують допоміжну числову шкалу та турнірну матрицю...346	
9.4. Прийняття рішень в виборних структурах.....	349
9.4.1. Коаліції в виборних структурах.....	349
9.4.2. Індекси впливу в коаліціях	350
Резюме	353
Запитання для повторення та контролю знань	353
Завдання для самостійного розв'язування	354

РОЗДІЛ 10	356
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЗА УМОВ БАГАТОКРИТЕРІЙНОСТІ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	356
10.1. Методи розв'язання задач з кількісними критеріями	356
10.1.1. Методи глобального критерію	356
10.1.2. Методи переведення критеріїв в обмеження та послідовних поступок	362
10.1.3. Методи, що використовують бінарні відношення	367
10.2. Методи прийняття рішень в умовах невизначеності	370
10.2.1. Задача прийняття рішень в умовах невизначеності	370
10.2.2. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності	373
10.2.3. Метод дерева рішень	377
Резюме	387
Запитання для повторення та контролю знань	388
Завдання для самостійного розв'язування	388
РОЗДІЛ 11	391
ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	391
11.1. Особливості прийняття і опрацювання інформації децидентом	391
11.1.1. Організація опрацювання інформації людиною	391
11.1.2. Дескриптивні дослідження проблем прийняття рішень	395
11.1.3. Психологічні теорії поведінки при ухваленні рішень	399
11.2. Психологічні особливості отримання експертної інформації, необхідної для прийняття рішень	402
11.2.1. Особливості отримання інформації від експертів	402
11.2.2. Особливості лінгвістичного та гносеологічного аспекту спілкування з експертом	407
11.2.3. Класифікація методів отримання інформації	412
11.3. Психологія прийняття рішень	422
11.3.1. Психологічні аспекти сприйняття ризику	422
11.3.2. Особливості багатоособових рішень	429
11.3.3. Формальні та творчі компоненти у прийнятті рішень	433
Резюме	436
Запитання для повторення та контролю знань	438
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	439
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	443
ЛІТЕРАТУРА	444

Передмова наукового редактора серії підручників та навчальних посібників «КОМП'ЮТИНГ»

Шановний читачу!

Започатковуючи масштабний освітньо-науковий проект підготовки і видання серії сучасних підручників і навчальних посібників під загальною назвою «КОМП'ЮТИНГ» та із загальним методичним патронуванням його Інститутом інноваційних технологій та змісту освіти МОН України, мені як ініціатору та науковому керівнику неодноразово доводилось прискіпливо аналізувати загальну ситуацію в царині сучасного україномовного підручника комп'ютерно-інформатичного профілю. Загалом, позитивна тенденція останніх років ще не співмірна з надзвичайно динамічним розвитком як освітньо-наукової та виробничої сфери комп'ютингу, так і стрімким розширенням потенційної цільової читацької аудиторії цього профілю. Іншими словами, попередній аналіз засвідчує наявність значного соціального замовлення під реалізацію пропонованого вашій увазі проекту.

Ще одним фактором формування освітньо-наукової ініціативи, пропонованої групою відомих вітчизняних науковців-педагогів та практиків, які організують наукові дослідження, готують фахівців та провадять бізнес в галузі комп'ютингу, постало завдання широкомасштабного включення Української вищої школи до загальноєвропейських і всесвітніх об'єднань, структур і асоціацій. Виконуючи функцію науково-технічного локомотиву суспільства, галузь комп'ютингу невідворотно зобов'язана зіграти роль активного творця загальної освітньо-наукової платформи, яка має бути методологічно-об'єднавчою та професійно-інтеграційною основою для багатьох сфер людської діяльності.

Третім суттєвим фактором, який спонукав започаткувати пропоновану серію підручників і навчальних посібників, є об'єктивно визріла ситуація, коли фахівцям та науковцям треба подати чіткий сигнал щодо науково-методологічного осмислення та викладення базових знань галузі комп'ютингу як освітньо-наукової, виробничо-економічної та сервісно-обслуговувальної сфери.

Читач, безсумнівно, зверне увагу на нашу послідовну промоцію нового терміну «КОМП'ЮТИНГ» (computing, англ.), який є вдалим та комплексно узагальнювальним для означення галузі знань, науки, виробництва, надання відповідних послуг та сервісів, видається доречним подати ретроспективу як самого терміну комп'ютинг, так і широкої освітньої, наукової, бізнесової та виробничої сфери діяльності, що іменується комп'ютигом.

Уперше термін «комп'ютинг» уведений 1998 р. *Яном Фостером* з Арагонської національної лабораторії Чиказького університету та *Карлом Кесельманом* з Інституту інформатики штату каліфорнія (США) та запропонований для означення комплексної галузі знань, яка включає проектування та побудову апаратних і програмних систем для широкого кола застосувань: вивчення процесів, структур і керуванням інформацією різних видів; виконання наукових досліджень із застосування комп'ютерів та їх інтелектуальності; створення і використання комунікаційних та демонстраційних засобів, пошуку та збирання інформації для конкретної мети і т. ін.

У подальшому сфера використання терміну суттєво розширилась, зокрема, в освітньо-науковій царині його почали використовувати для означення відповідної галузі знань, для якої періодично (орієнтовно щодесять років) провідними університетами та

професійними асоціаціями фахівців розробляються та імплементуються навчальні плани і програми, котрі в подальшому набувають статусу міжнародно визнаних освітньо-професійних стандартів. Зокрема, варто акцентувати увагу на версіях підсумкового документу «Computing CURRICULA» 2001 р. За окремими повідомленнями можна стверджувати, що черговий збірник стандартів «Computing CURRICULA» буде поданий професійному загалу до 2011 р. Перше організаційне засідання відповідних фахових робочих груп відбулось у Чиказькому університеті влітку 2007 р.

Для формування цілісного однорідного подання суті «КОМП'ЮТИНГУ» ми базуємось на сучасних наукових уявленнях з максимально можливим строгим покомпонентним викладенням основних базових означень та понять, які склались історично і є загальноновизнаними в професійних колах. Водночас для побудови цілісної зваженої картини ми використали певні узагальнення та загальносистемні класифікаційні підходи.

Безсумнівно, що базовим та фундаментальним поняттям було, є і залишається поняття ІНФОРМАТИКИ (informatique – франц.) як фундаментальної науки, котра вивчає найбільш загальні закони та закономірності процесів відбору, реєстрації, збереження, передавання, захисту, опрацювання та подання інформації. Як фундаментальна наука інформатика була подана в 70-х рр. ХХ ст. При цьому хочу відразу ж застерегти від примітивного ототожнення, яке часто є наївно вживаним щодо еквівалентності понять «інформатика» (informatique – франц.) та «комп'ютерні науки» (computer science – англ.). Такі ототожнення, з певною мірою наближення, можливі щодо розширеного сучасного трактування інформатики як загалом прикладної науки про обчислення, збереження, опрацювання інформації та побудову прикладних інформаційних технологій і систем на їх базі. Таке трактування є характерним в ряді європейських країн. Строге ж означення та подання предмету досліджень інформатики, а саме – інформації, має справу з фундаментальним не редукованим поняттям і фіксується у словниках як «informatio» (лат.) – відомості, повідомлення. Вивченням та всестороннім аналізом сутності інформації опікується наука, що називається «теорія інформації». На нашу думку, основною принциповою відмінністю між інформатикою та комп'ютерними науками є те, що перша в своєму первинному поданні відноситься до категорії фундаментальних наук, як то фізика, математика, хімія і т. ін. У той же час комп'ютерні науки загалом за своєю сутнісною природою та всіма наявними ознаками належать до категорії прикладних наук, які базуються на фундаментальних законах та закономірностях інформаційних процесів, котрі вивчаються в рамках фундаментальної науки інформатики.

Особливо наголосимо на тому, що фундаментальна наука та її результати не призначені для безпосереднього промислового використання.

Для комп'ютерних наук характерною ознакою виділення їх у спектрі прикладних наук є об'єкт прикладення знань, умінь та навичок у контексті конкретного об'єкту – обчислювача (комп'ютера). Іншою відокремленою прикладною науковою галуззю, що базується на підвалинах інформатики, є розділ прикладних наук, основним об'єктом яких є сам процес обчислень. Це науки, які іменуються обчислювальними науками – «computationally science» (англ.). Традиційно сюди відносять обчислювальну та комп'ютерну математику.

Третьою прикладною науковою галуззю, яка ґрунтується на фундаментальних законах інформатики, є розділ прикладних наук, основним об'єктом яких є інформаційний ресурс (у сучасній літературі часто вживається поняття «контент» (content, англ.). У розумінні

інформаційного наповнення. Ці прикладні науки одержали назву «інформаційні науки» (information science, англ.).

У галузі прикладних інформаційних наук базовий об'єкт досліджень, а саме інформаційний ресурс, подається, як правило, у формі даних та знань. За спрощеною формулою означатимемо дані як матеріалізовану інформацію, тобто інформацію, яку подано на матеріальних носіях, знання як суб'єктивізовану інформацію, тобто інформацію, яка природно належить суб'єкту, і в традиційному розумінні перебуває в людській пам'яті.

Узагальнюючи класифікаційно-ознакову схему, стверджуємо, що на базі фундаментальної науки ІНФОРМАТИКИ формуються три прикладні наукові галузі, а саме: комп'ютерні науки, обчислювальні науки та інформаційні науки з відповідними об'єктами досліджень у своїх сферах.

Ще раз підкреслимо, що результати фундаментальних наукових досліджень не призначені для безпосереднього промислового використання, у той же час результати прикладних наукових досліджень, як правило, призначені для створення та удосконалення нових технологій.

Гносеологічний аналіз подальшого формування інженерного рівня сфери КОМП'ЮТИНГУ невідворотно веде до структурного подання базових типів інженерій, які трактуються у класичному розумінні. ІНЖЕНЕРІЯ (майстерний – від лат. ingeniosus) – це наука про проектування та побудову (чит. створення) об'єктів певної природи. У цьому контексті природними для сфери «КОМП'ЮТИНГУ» є декілька видів інженерії. Мова йтиме про:

- КОМП'ЮТЕРНУ ІНЖЕНЕРІЮ (computer engineering, англ.), яка охоплює проблематику проектування та створення об'єктів комп'ютерної техніки;
- ПРОГРАМНУ (software engineering, англ.), яка опікується проблематикою проектування та створення об'єктів, що іменуються програмними продуктами;
- ІНЖЕНЕРІЮ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (data & knowledge engineering, англ.), інженерію, яка опікується проектуванням та створенням інформаційних продуктів;
- інженерію, яка опікується проектуванням та створенням міжкомпонентних (інтерфейсних) взаємозв'язків та формуванням цілісних системних об'єктів, усе частіше іменують СИСТЕМНОЮ ІНЖЕНЕРІЄЮ (systems engineering, англ.).

У разі такого структурно-класифікаційного подання видів інженерій сфери комп'ютингу, зазначимо, що кожен з них у цьому трактуванні є «відповідальним» за певний тип забезпечення, а саме: апаратного (hardware, англ.), програмного (software, англ.), інформаційного (dataware, англ.) та міжкомпонентного (middleware, англ.). Інформаційну технологію (ІТ) можна трактувати як певну точку в чотиривимірному просторі зазначених інженерій. При цьому необхідно обов'язково зважити на певну частку наближення та інтерпретації цього простору як дискретного та неметричного.

У зв'язку з поширеним різночитанням та трактуванням поняття інформаційної технології (ІТ), видається необхідним детальніше подати сутнісну структуру цього терміну, використовуючи при цьому термінологічні статті популярного інформаційного ресурсу, яким є Wikipedia – [<http://www.wikipedia.org/>].

Технологія (від грецького techne – мистецтво, майстерність, вміння та грецького logos – знання) – сукупність методів та інструментів для досягнення бажаного результату, спосіб перетворення чогось заданого в необхідне. Технологія – це наукова дисципліна, в рамках якої розробляються та удосконалюються способи й інструменти виробництва.

У широкому розумінні – це знання, які можна використати для виробництва продуктів (товарів та послуг) з економічних ресурсів. У вузькому розумінні – технологія подається як спосіб перетворення речовини, енергії, інформації в процесі виготовлення продукції, обробки та переробки матеріалів, складання готових виробів, контроль якості та керування.

Технологія включає в себе методи, прийоми, режими роботи, послідовість операцій та процедур. Вона тісно взаємопов'язана із засобами, що застосовуються, обладнанням, інструментами, використовуваними матеріалами. За методологією ООН – технологія в чистому вигляді охоплює методи та техніку виробництва товарів і послуг (dissembled technology, англ.). Втілена технологія охоплює машини, обладнання, споруди, виробничі системи та продукцію з високими техніко-економічними параметрами (embodied technology, англ.). Матеріальна технологія (МТ) створює матеріальний продукт. Інформаційна технологія (ІТ) створює інформаційний продукт на основі інформаційних ресурсів.

Інформаційні технології використовують комп'ютерні та програмні засоби для реалізації процесів відбору, реєстрації, подання, збереження, опрацювання, захисту та передавання інформації – інформаційного ресурсу у формі даних та знань – з метою створення інформаційних продуктів.

Аналітична картина видаватиметься незавершеною, якщо не означити ще одну базову сутність сфери комп'ютингу, якою є інформаційна система. Не претендуючи на абсолютну точність пропонованого твердження, розглядатимемо інформаційну систему як множину координат у чотиривимірному просторі інженерій сфери комп'ютингу. Тобто інформаційну систему (ІС) подаємо як певний набір інформаційних технологій, що в комплексі зорієнтовані на досягнення певної системної мети, виконуючи задані функції та пропонуючи при цьому споживачам якісні інформаційні продукти та сервіси.

У свою чергу, для всіх штучних інформаційних систем притаманними є чотири життєві фази їхнього формування та функціонування. Йдеться про фази системного аналізу, системного проектування, системної інтеграції та системного адміністрування, які генерують відповідні вимоги до професійної підготовки та практичної орієнтації фахівців у царині інформаційних систем. Ринок потребує системних аналітиків, системних проектувальників, системних інтеграторів та системних адміністраторів.

Комплексний виклад структурованого подання галузі «КОМП'ЮТИНГУ» дозволяє, загалом, чіткіше уявити проблематику та тематику підручників та навчальних посібників, котрі будуть виходити в світ у однойменній освітньо-науковій серії в 50-ти книгах. Для кращого розуміння в майбутньому ще раз наведемо означення сфери «КОМП'ЮТИНГУ» як галузі знань (науки, виробництва, бізнесу та надання послуг), предметом якої є комплексні дослідження, розроблення, впровадження та використання інформаційних систем, складовими елементами яких є інформаційні технології, що реалізовані на основі сучасних інженерних досягнень комп'ютерної інженерії, інженерії програмного забезпечення, інженерії даних та знань, системної інженерії, котрі базуються на фундаментальних законах та закономірностях інформатики.

Автори підручників і навчальних посібників серії «КОМП'ЮТИНГ» пропонують значний перелік навчальних дисциплін, котрі, з одного боку, включаються до сфери комп'ютингу за означенням, а, з іншого боку, їх предмет ще не знайшов якісного висвітлення у вітчизняній навчальній літературі для вищої школи. Перший крок ми робимо у

2008–2009 рр., виданням принаймні десяти книг серії з подальшим її п'ятикратним розширенням до 2011 р. Структурно серія подається узагальненими профілями як то:

- *фундаментальні проблеми комп'ютингу;*
- *комп'ютерні науки;*
- *комп'ютерна інженерія;*
- *програмна інженерія;*
- *інженерія даних та знань;*
- *системна інженерія;*
- *інформаційні технології та системи.*

При цьому зауважу, що наведені укрупнені профілі серії підручників і навчальних посібників загалом співпадають з профілями бакалавратів, зафіксованих у підсумковому звіті «Computing CURRICULA» редакції 2006 року. Ми розуміємо, що чітка завершена будівля комп'ютингу з'явиться лише в перспективі, а наша праця буде подаватись як активний труд будівничих з якнайшвидшого втілення в життя проекту цієї, без перебільшення, грандіозної будівлі сучасного інформаційного суспільства. Я запрошую потенційних авторів долучитись до цього освітньо-наукового проекту, а шановних читачів виступити в ролі творчих критиків та опонентів. Буду вдячний за Ваші побажання, зауваження та пропозиції.

З глибокою повагою науковий редактор серії підручників і навчальних посібників «КОМП'ЮТИНГ», д.т.н., професор Володимир ПАСІЧНИК

Вступне слово авторів

Підґрунтям цілеспрямованої діяльності людини є процеси прийняття рішень, які дозволяють виділити найважливіші наукові проблеми та вказати способи їх вирішення, організувати раціональне функціонування виробничих та господарських організацій і установ, фірм, покращити якість та прискорити роботи зі створення нової техніки і впровадження прогресивних технологій.

У будь-якій ситуації прийняття рішення ми повинні насамперед відповісти на питання: чого ми прагнемо? У чому полягає наша мета? Звичайно, складно дати однозначну відповідь на це питання, якщо мати на увазі глобальну мету існування окремої людини або людства загалом, проте в межах чітко окресленої ситуації це не лише можливо, але і необхідно. Необхідно, як тільки ми почнемо аналізувати таку ситуацію саме для ухвалення конкретного рішення, рішення в певному сенсі найкращого; в цьому випадку ми повинні мати не лише достатньо чітке, але, можливо, формальне описання мети. Звичайний спосіб формалізації мети в математичних моделях прийняття рішень полягає у введенні критерію (функції мети, критерію якості рішення), за допомогою якого для кожного можливого результату у вигляді числа оцінюється його «корисність» для особи, що приймає рішення – децидента; при цьому мета ототожнюється з обранням альтернативи, що має якомога більше (чи менше) значення критерію якості, проте таку функцію можна ввести далеко не завжди. Звичайно, числове описання результатів є дуже зручним: зручно характеризувати роботу цілого підприємства одним числом, скажімо, відсотком виконання плану, якість праці науковця – числом опублікованих статей, ефективність роботи викладача – відсотком успішності його студентів. Зручно, але не завжди можливо і, головне, далеко не завжди це має сенс: не все можна звести до числа або системи чисел. Тут ми зустрічаємося з обставиною, яку можна назвати «принципом несумісності». Суть його полягає в наступному: чим складніша система, тим меншою мірою вона піддається точному кількісному описанню. А в реальних завданнях прийняття рішень ми й маємо справу зі складними системами: технічними, економічними, біологічними, соціальними і т.ін.

Тому й постає природне запитання: як бути в тих випадках, коли, з одного боку, потрібно дати точне, навіть формальне описання мети, а з іншого – такого описання може зовсім не існувати? Розв'язання цієї ситуації полягає в тому, що поняття формального описання і кількісного описання не є тотожними – довільне кількісне описання є формальним, але довільне формальне описання не повинне бути кількісним. Це твердження ґрунтується на тому, що математика розглядається не як наука про кількість, а як наука про формальні (знакові) моделі об'єктивної дійсності. Таким чином, можна побудувати математичну модель ситуації прийняття рішення, ґрунтуючись на формальному, але не обов'язково кількісному описанні її компонент. Наприклад, можна дати формальне описання мети, узявши за основу пов'язану з нею перевагу. Для цього досить виділити множину всіх пар альтернатив, для яких одна відповідає меті більше, ніж інша, тобто задати в явному вигляді відношення переваги, що визначається метою. Зробити це простіше, ніж задати функцію мети, оскільки в цьому випадку потрібна не числова оцінка результатів, що ґрунтується на тому, в скільки разів (на скільки) один результат є кращим (або гіршим) за інший, а лише вказання того, які результати кращі, а які гірші. Такий спосіб формального описання мети є загальнішим за своєю природою і простіший з логічної точки зору, аніж визначення її у вигляді функції мети, але разом з тим дозволяє побудувати достатньо змістовну, математичну теорію прийняття рішень.

Задачі пошуку екстремумів функцій однієї та багатьох змінних без обмежень, що розглядаються в математичному аналізі, є найпростішими задачами визначення найкращих способів дії в неперервному середовищі. Близькими до реальності є моделі дослідження операцій, які окрім функціональних зв'язків розглядають ще й наявні обмеження як у детермінованому, так і у стохастичному середовищі. Однак у більшості задач дослідження операцій постулюється наявність одного-єдиного критерію, який повинен з достатньою мірою відповідності відображати телеологічний аспект функціонування тієї чи іншої системи або ж децидента (особи, що приймає рішення – Decision Maker).

В той же час на практиці доволі часто зустрічаються багатоаспектні проблеми, якість розв'язування яких відображається певною множиною критеріїв, або ж пошук розв'язків яких покладений на групу експертів, кожен з яких має свої уявлення та фахові знання з конкретної проблемної області. Крім того, існують ситуації, коли інтереси сторін, покликаних синтезувати рішення, не є узгодженими, і, можливо, повністю або частково протилежні, що ще більш ускладнює пошук задовільного рішення. Теорія прийняття рішень покликана дати теоретичне формальне обґрунтування та описання таких ситуацій, виявити існуючі парадокси та вказати можливі шляхи пошуку прийнятних рішень.

З огляду на це, вивчення теорії прийняття рішень та практичних аспектів прийняття та впровадження рішень є надзвичайно важливим для студентів, що навчаються за напрямками «Системний аналіз» та «Комп'ютерні науки», а знання основних положень цієї теорії буде корисним всім. Предмети «Дискретна математика», «Основи системного аналізу», «Функціональний аналіз», «Дослідження операцій», «Моделювання систем», «Теорія прийняття рішень» створюють необхідний формально-математичний ґрунт для підготовки майбутніх магістрів та подальшого розуміння спеціалізованих курсів.

Підручник «Прийняття рішень: теорія та практика», що пропонується Вашій увазі, має за мету заповнити певну прогалину (оскільки, наприклад, з курсів «Дослідження операцій» чи «Методи оптимізації» існує достатня кількість підручників та посібників, та й з інших предметів ситуація є кращою) і знайомить як з основами теорії прийняття рішень, так і з методами та деякими прикладними моментами, а також психолінгвістичними аспектами прийняття рішень.

За структурою підручник складається з двох частин – Частина 1. Теоретичні засади прийняття рішень (розділи 1-6) та Частина 2. Методи прийняття та практична реалізація рішень (розділи 7-11).

В першому розділі розглянута історія виникнення та розвитку концепції прийняття рішень, проблеми структуризації практичних ситуацій прийняття рішень, послідовність та зміст основних етапів прийняття рішень. Проблема прийняття рішення по суті є проблемою вибору, а послідовність процесу прийняття рішень передбачає послідовність етапів, що вимагають використання найрізноманітніших методологій, методів та моделей. Так, на початкових етапах широко використовуються методології та методи системного аналізу, а в процесі обґрунтування вибору за одним критерієм якості – моделі та методи дослідження операцій. Послідовність етапів вирішення проблеми є важливою з точки зору взаємних пов'язань між системним аналізом, теорією та практикою прийняття та ухвалення рішень і дослідженням операцій та методами оптимізації.

Другий та третій розділ присвячені апарату неметризованих та метризованих бінарних відношень, які в більшості випадків слугують для представлення системи переваг децидента. Крім того, основна інформація від експертів отримується у вигляді бінарних відношень і використовується у складніших методах, як, наприклад, методи

аналітичної ієрархії. Методи експертного оцінювання дозволяють оцінити як ступінь переваги тієї чи іншої альтернативи, так і за умов належної побудови й ступінь компетентності експерта.

У четвертому розділі розглядаються теоретичні основи багатокритерійності та невизначеності, поняття оптимальності за Парето, принципи прийняття рішень в багатокритерійних задачах, проаналізовані їх переваги та недоліки. Розглядається проблема прийняття рішень в умовах невизначеності, наведена класифікація видів невизначеності, розглянуте поняття ризику та принципи ідентифікації, контролю і управління ризиками.

П'ятий розділ присвячений розгляду лінгвістичної невизначеності та нечіткості. Наведені властивості нечітких відношень та розглянуте нечітке відношення переваги і нечіткі моделі оптимізації.

Шостий розділ присвячений розгляду концепції корисності та її реалізації в теорії прийняття рішень. Розглянуті постулати раціонального вибору та парадокси, що виникають в практичних застосуваннях, умов існування та види функцій корисності.

У сьомому розділі розглянуті проблеми структуризації практичних ситуацій прийняття рішень, метод дерева цілей, методи експертного оцінювання та оцінювання компетентності експертів.

Восьмий розділ присвячений методу аналітичної ієрархії, одному з найрозповсюдженіших системних методів прийняття рішень за умов слабкої структурованості, в якому широко використовуються результати теорії бінарних відношень. Розглянуті основи методу та його обґрунтування, алгоритм методу, особливі випадки та наведені практичні застосування.

Дев'ятий розділ присвячений моделям та методам багатоособового прийняття рішень шляхом голосування. Наведена постановка задачі голосування, сформульовані правила голосування, розглянуті різноманітні методи голосування, їх переваги та недоліки, парадокси – одним з фундаментальних результатів є парадокс лауреата премії Нобеля Кенета Арова. Розглянуті особливості виникнення та вимірювання «сили» коаліцій. Автори свідомо не розглядали проблем багатоособового прийняття рішень за умов активної протидії чи співпраці децидентів. Це пов'язане з тим, що основи теорії ігор викладаються в курсах «Дослідження операцій» та «Методи оптимізації», а розгляд складніших ігрових проблем та методів прийняття рішень в активних системах доцільно, на наш погляд, подавати в спеціалізованих курсах магістерського рівня.

У десятому розділі розглядаються методи прийняття рішень за умов багатокритерійності та невизначеності. Розглянуті джерела виникнення таких задач, наведені критерії прийняття рішень за умов гри з природою. Прийняття рішень в багатоетапних процесах з невизначеністю проілюстроване застосуваннями методу дерев рішень.

У одинадцятому розділі розглянуті психолінгвістичні аспекти прийняття рішень. Це пов'язане з тим, що децидент є людиною – суб'єктом, а тому суб'єктивні риси наявні в кожному рішенні, і їх необхідно враховувати. На початку розглянуті характеристики децидента як системи опрацювання інформації, типи пам'яті та їх особливості, проаналізовані результати практичних досліджень. З психолінгвістичної точки зору розглянуті особливості отримання інформації від експертів, психологічні аспекти сприйняття ризику та формальні і творчі компоненти у прийнятті рішень.

Автори сподіваються, що підручник буде корисним не лише студентам, що навчаються за напрямом підготовки «Системний аналіз» та «Комп'ютерні науки», а й для всіх, хто бажає пізнати як теоретичні основи прийняття раціональних рішень, так і оволодіти практичними методами прийняття рішень.