

Серія “Вища освіта в Україні” заснована в 1999р.

В.В. Литвин, В.В. Пасічник, Ю.В. Яцишин

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ

Підручник

Серія «Комп’ютинг»

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

Затверджено Міністерством освіти і науки України

**Видавництво “Новий Світ – 2000”
Львів – 2020**

УДК 004.89 (075.8)
ББК 32.813я73
Л 64

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

Рецензенти:

Г. Г. Цегелик – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математичного моделювання соціально-економічних процесів Львівського національного університету імені Івана Франка;

Б. П. Русин – доктор технічних наук, професор, завідувач відділу фізико-механічного інституту імені В. Г. Карпенка НАН України;

Я.М.Матвійчук – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій інституту підприємництва та перспективних технологій при Національному університеті „Львівська політехніка”.

Литвин В.В., Пасічник В.В., Яцишин Ю.В.

Л 64 Інтелектуальні системи: Підручник – Львів: “Новий Світ – 2000”, 2020 – 406 с.

ISBN 978-966-418-086-0

У підручнику розглядаються основні поняття, методи та моделі побудови інтелектуальних систем. Особливістю викладення є практична спрямованість: оволодіння поданим матеріалом достатнє для самостійного розроблення інтелектуальних систем.

Окрім розділів: фундаментальні проблеми інтелектуальних систем, моделі та методи функціонування інтелектуальних систем, подання знань та доведень, онтологія та онтологічні системи, інтелектуальні агенти та мультиагентні системи, машинне навчання та нейронні мережі, які традиційно належать до курсу з інтелектуальних систем, що є продовженням курсу «Системи штучного інтелекту», розглянуто сучасні теоретичні та практичні аспекти інженерії знань, а також прикладне використання інтелектуальних систем. Підручник створений з урахуванням досвіду, набутого під час опрацювання подібних вітчизняних та іноземних видань.

Рекомендований для бакалаврів, які навчаються за напрямом «Комп’ютерні науки», та магістрів, що освоюють спеціальності, які базуються на такому бакалавраті. Підручник буде корисний також усім, хто цікавиться питаннями розроблення інтелектуальних систем.

УДК 004.89 (075.8)
ББК 32.813я73

ISBN 978-966-418-086-0

© Литвин В.В., Пасічник В.В., Яцишин Ю.В., 2020
© “Новий Світ – 2000”, 2020

Зміст

Передмова наукового редактора серії підручників та навчальних посібників «КОМП'ЮТИНГ»	10
---	----

Передмова	15
-----------------	----

РОЗДІЛ 1

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ	17
---	----

1.1. Поняття інтелектуальних систем.....	17
--	----

1.1.1. Історія штучного інтелекту	17
---	----

1.1.2. Кібернетичні системи	25
-----------------------------------	----

1.1.3. Інтелект як високоорганізована кібернетична система	27
--	----

1.2. Експертні системи	38
------------------------------	----

1.2.1. Визначення і класифікація.....	38
---------------------------------------	----

1.2.2. Труднощі під час розроблення експертних систем	40
---	----

1.2.3. Методологія побудови експертних систем	42
---	----

1.2.4. Приклади експертних систем	43
---	----

Запитання для повторення та контролю знань	46
--	----

Завдання для самостійного розв'язування	47
---	----

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ	48
---	----

2.1. Основні поняття формальної моделі	48
--	----

2.2. Формальне означення інтелектуальної системи.....	50
---	----

2.3. Функціональна модель інтелектуальної системи	50
---	----

2.3.1. Процес вибору релевантного оператора.....	50
--	----

2.3.2. Виконання оператора.....	52
---------------------------------	----

2.3.3. Обмеження функціонування інтелектуальної системи.....	53
--	----

2.4. Пошук та задоволення обмежень	54
--	----

2.4.1. Задача знаходження задовільних розв'язків	54
--	----

2.4.2. Ланцюжки виведення	55
---------------------------------	----

2.4.3. Взаємозалежність між етапами циклу інтерпретатора	55
2.5. Приклади побудови моделі керування процесом пошуку	
розв'язку	56
2.5.1. Опис А-алгоритму як евристичного пошуку	59
2.5.2. Опис А*-алгоритму	60
2.5.3. Методологія розв'язування гри у вісімки	60
Запитання для повторення та контролю знань	61
Завдання для самостійного розв'язування	62

РОЗДІЛ 3

ПОДАННЯ ЗНАНЬ ТА

МОДЕЛІ МІРКУВАНЬ

64

3.1. Моделі подання знань	64
3.1.1. Продукційна система подання знань	65
3.2. Семантичні мережі.....	66
3.2.1. Об'єднання мереж.....	67
3.2.2. Перетин мереж	67
3.2.3. Доповнення мережі	67
3.2.4. Включення (кореляція) мереж.....	68
3.2.5. Трансформація мереж	69
3.2.6. Узагальнення мереж	70
3.2.7. Конкретизація мереж.....	71
3.3. Моделі міркувань.....	72
3.3.1. Дедуктивні моделі міркувань	72
3.3.2. Індуктивні моделі міркувань.....	72
Запитання для повторення та контролю знань	73
Завдання для самостійного розв'язування	74

РОЗДІЛ 4

УСКЛАДНЕНЕ ПОДАННЯ ЗНАНЬ ІЗ

ВРАХУВАННЯМ ФАКТОРУ

НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

75

4.1. Методи задання невизначеностей в	
інтелектуальних системах.....	75
4.2. Нечіткі множини	76
4.2.1. Основні характеристики нечітких множин	79
4.2.2. Операції над нечіткими множинами.....	81
4.2.3. Нечітка і лінгвістична змінні.....	86

4.2.4. Нечіткі відношення	87
4.2.5. Нечітка логіка	89
4.2.6. Нечітке логічне виведення	89
4.3. Інші методи моделювання нечіткостей в інтелектуальних системах	96
4.3.1. Використання коефіцієнтів впевненості (KB)	96
4.3.2. Байєсівський підхід	97
Запитання для повторення та контролю знань	98
Завдання для самостійного розв'язування	99

РОЗДІЛ 5

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІНЖЕНЕРІЇ ЗНАНЬ.....101

5.1. Поле знань	101
5.1.1. Мова опису поля знань	101
5.1.2. Семіотична модель поля знань	103
5.1.3. «Піраміда» знань	105
5.2. Стратегії одержання знань.....	106
5.3. Теоретичні аспекти видобування знань	109
5.3.1. Психологічний аспект	110
5.3.2. Лінгвістичний аспект.....	116
5.3.3. Гносеологічний аспект видобування знань	120
5.4. Теоретичні аспекти структурування знань	125
5.4.1. Історична довідка	125
5.4.2. Ієрархічний підхід	126
5.4.3. Традиційні методології структуризації	127
5.4.4. Об'єктно-структурний підхід (ОСП).....	127
Запитання для повторення та контролю знань	131

РОЗДІЛ 6

ТЕХНОЛОГІЇ ІНЖЕНЕРІЇ ЗНАНЬ.....133

6.1. Класифікація методів практичного видобування знань	133
6.2. Комунікативні методи	136
6.2.1. Пасивні методи	136
6.2.2. Активні індивідуальні методи.....	140
6.2.3. Активні групові методи	146
6.3. Текстологічні методи.....	151

6.3.1. Методи структурування.....	155
6.3.2. Еволюція систем одержання знань.....	157
Запитання для повторення та контролю знань	161
Завдання для самостійного розв'язування	163

РОЗДІЛ 7

НОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ІНЖЕНЕРІЇ ЗНАНЬ164

7.1. Латентні структури знань і психосемантика.....	164
7.1.1. Семантичні простори і психологічне градуювання	164
7.1.2. Методи багатовимірної градуювання.....	169
7.1.3. Використання метафор для виявлення «прихованих» структур знань	170
7.2. Метод репертуарних решіток.....	175
7.2.1. Основні поняття.....	175
7.2.2. Методи виявлення конструктів. Метод мінімального контексту.....	176
7.2.3. Аналіз репертуарних решіток	177
7.2.4. Автоматизовані методи	179
7.3. Керування знаннями	180
7.3.1. Що таке «керування знаннями»?	180
7.3.2. Керування знаннями і корпоративна пам'ять.....	181
7.3.3. Системи OMIS	183
7.3.4. Особливості розроблення ОМШ.....	185
7.4. Візуальне проектування баз знань як інструмент пізнання ...	186
7.4.1. Від понятійних карт до семантичних мереж.....	187
7.4.2. База знань як пізнавальний інструмент	187
7.5. Проектування гіпермедіа БД і адаптивних навчальних систем	188
7.5.1. Гіпертекстові системи	188
7.5.2. Від мультимедіа до гіпермедіа	189
7.5.3. На шляху до адаптивних навчальних систем	190
Запитання для повторення та контролю знань	193

РОЗДІЛ 8

МАШИННЕ НАВЧАННЯ ТА НЕЙРОННІ МЕРЕЖ195

8.1. Поняття машинного навчання	195
8.1.1. Базові визначення	195

8.1.2. Автомати з лінійною тактикою	196
8.1.3. Формування та засвоєння понять	198
8.1.4. Базові поняття теорії індуктивних виведень.....	199
8.1.5. Правила формування гіпотез Мілля	199
8.1.6. Індуктивна перевірка гіпотез і парадокс Хемпеля.....	200
8.1.7. Поняття про генетичні алгоритми	201
8.2. Генетично-адаптивні алгоритми	201
8.2.1. Еволюційна теорія	202
8.2.2. Природний відбір і генетична спадковість.....	203
8.2.3. Задачі оптимізації.....	204
8.2.4. Робота генетичного алгоритму	205
8.2.5. Застосовування генетичних алгоритмів.....	207
8.3. Інтелектуальний аналіз даних. Побудова дерева рішень	208
8.3.1. Постановка задачі класифікації даних	208
8.3.2. Метод класифікації на основі індукції дерев рішень.....	208
8.3.3. Побудова дерева рішень та набору класифікаційних правил	209
8.3.4. Виявлення логічних закономірностей в даних	210
8.4. Штучні нейронні мережі	214
8.4.1. Біологічний прототип	215
8.4.2. Штучний нейрон	216
8.4.3. Однорівневі штучні нейронні мережі	218
8.4.4. Перцептрони	219
8.4.5. Навчання перцептрона	221
8.4.6. Алгоритм зворотної похибки (backpropagation).....	222
8.4.7. Обмеження обчислювальних можливостей нейронних мереж	228
Запитання для повторення та контролю знань	228
Завдання для самостійного розв'язування	229

РОЗДІЛ 9

ОНТОЛОГІЇ Й ОНТОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ.....231

9.1. Основні визначення	231
9.2. Моделі онтології й онтологічної системи	233
9.3. Методології створення і «життєвий цикл» онтології.....	237
9.4. Приклади онтологій.....	238
9.5. Системи і засоби подання онтологічних знань.....	241
9.5.1. Основні підходи	241
9.5.2. Ініціатива (KA)2 та інструментарій Ontobroker.....	241
9.5.3. Інші підходи і тенденції	245
Запитання для повторення та контролю знань	248

РОЗДІЛ 10

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АГЕНТИ ТА

МУЛЬТИАГЕНТНІ СИСТЕМИ249

10.1. Агенти і варіанти середовища	249
10.2. Якісна поведінка: концепція раціональності.....	251
10.3. Визначення характеру середовища	255
10.4. Структура агентів	261
10.5. Основні поняття мультиагентних систем	272
10.6. Аналіз сучасних досліджень у розробленнях мультиагентних систем	274
10.7. Аналіз моделей, методів та алгоритмів, що використовуються у мультиагентних системах	281
10.7.1. Взаємодія агентів	281
10.7.2. Розподілене розв'язання задач та планування	283
10.7.3. Алгоритми пошуку	283
10.7.4. Використання генетичних алгоритмів у мультиагентних системах.....	284
10.7.5. Методи проектування структури мультиагентної системи	285
10.8. Моделі мультиагентних систем.....	286
10.8.1. Характеристики мультиагентних систем	287
10.8.2. Раціональний агент	287
10.8.3. Теорія ігор.....	290
10.8.4. Координація	292
10.8.5. Загальне знання	292
10.8.6. Комунікація.....	292
10.8.7. Структура агента	294
10.8.8. Навчання	294
Запитання для повторення та контролю знань	295

РОЗДІЛ 11

ПРИКЛАДНЕ ВИКОРИСТАННЯ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ297

11.1. Інтелектуальний пошук в мережі Інтернет	297
11.1.1. Стандарти подання документів в Інтернет	297
11.1.2. Використання онтологій	298
11.1.3. Суть, структура та властивості мультиагентної системи	300
11.1.4. Мови спілкування між агентами.....	304
11.1.5. Неспеціалізовані пошукові агенти	304

11.1.6. Спеціалізовані пошукові агенти	305
11.1.7. Системи з використанням методів і засобів штучного інтелекту	305
11.2. Онтологія як засіб формалізації та алгоритмізації знань в інтелектуальній системі	306
11.2.1. Аналіз підходів навчання онтологій	307
11.2.2. Загальні принципи проектування онтологій	308
11.2.3. Формати та стандарти подання інформації	309
11.2.4. Засоби для створення онтології	312
11.3. Технологія розроблення онтологій в редакторі Protégé	313
11.3.1. Еволюція Protégé	313
11.3.2. Protégé-OWL. Мова web онтологій OWL	315
11.3.3. Основні терміни та поняття в Protégé-OWL	317
11.3.4. Методика розроблення онтології засобами Protégé	318
11.4. Створення та експлуатація онтології	320
11.4.1. Створення онтології	321
11.4.2. Автоматичний розвиток онтології у складі інтелектуальної системи	332
11.5. Основні задачі, пов'язані з опрацюванням природної мови	333
11.5.1. Типова схема опрацювання природної мови	334
11.5.2. Рівні розуміння	335
11.5.3. Глибинні відмінки	336
11.5.4. Типова схема аналізу речень на основі глибинних відмінків	336
Запитання для повторення та контролю знань	337
 додатки. мови програмування інтелектуальних систем	 339
Додаток А. Моделювання нейронних мереж за допомогою NNML	339
Додаток Б. Мова програмування clips	355
Додаток В. Мова програмування newlisp	360
Додаток Г. Мова програмування python	374
Література	384
Предметний покажчик	403
Список скорочень	405

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

Шановний читачу!

Започатковуючи масштабний освітньо-науковий проект підготовки і видан-ня серії сучасних підручників і навчальних посібників під загальною назвою «КОМП'ЮТИНГ» та із загальним методичним патрунуванням його інститутом інноваційних технологій та змісту освіти МОН України, мені, як ініціатору та науко-вому керівнику, неодноразово доводилось прискількиво 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, пропонова-ної групою відомих вітчизняних науковців-педагогів та практиків, які організовують 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 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 уза-гальнювальним 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'ютингом.

Уперше термін комп'ютинг уведений 1998 року *Яном Фостером* з Арагонської національної лабораторії чикагського університету та *Карлом Кесельманом* з інституту інформатики штату каліфорнія (США) та запропонований для означен-ня 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 року. За окремими повідомленнями можна стверджувати, що черговий збірник стандартів “Computing CURRICULA” буде поданий професійному загалу до 2011 року. Перше організаційне засідання відповідних фахових робочих груп відбулось у Чикагському університеті влітку 2007 року.

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 роках XX 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 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.), інженерія, 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 поширенням 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'ютерингу, якою є інформаційна система. Не претендуючи на абсолютну точність пропонованого твердження, розглядатимемо інформаційну систему як множину координат у чотиривимірному просторі інженерій сфери комп'ютерингу. 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 життєвих 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, 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'ютерингу 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 році, виданням принаймні десяти книг серії з подальшим її п'ятикратним розширенням до 2011 року. 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.

Передмова

Шановний читачу, подаючи на Твій критичний огляд результати нашої колективної праці сподіваюсь на взаєморозуміння та активну співпрацю. Безсумнівним є той факт, що підгалузь знань, в якій ми презентуємо підручник, а саме – підгалузь інтелектуальних систем є чи не найдинамічнішою в царині наукового та виробничого напрямку, який все частіше серед фахівців називається комп'ютингом (computing – англ.).

Хочемо спочатку зафіксувати базові позиції та мотиви, які слугували нам основними засадними принципами під час роботи над рукописом пропонованого підручника.

По-перше, започатковуючи проект, автори в повній мірі усвідомлювали велику складність та надвеликі обсяги інформаційних матеріалів, які видрукуються та з'являються на книжкових полицях маркетів, як то електронних так і традиційно - звиклих книгарень та книгозбірень.

По-друге, ми зразу розуміли, що наш творчий крок слід розуміти, виключно, як чергове наближення до побудови цілісного комплексного казкового уявлення про актуальний стан, що склався в підгалузі знань, котра іменується як “інтелектуальні системи”.

По-третє, автори з великою уважністю знайомились з набутих досвідом (відверто, не завжди вдалим та успішним), який зафіксований як результат аналогічних спроб інших авторських колективів та висвітлення результатів досліджень інших наукових шкіл та напрямків.

По-четверте, автори, під час підготовки рукопису, сповідували ідею прикладання теоретичних знань та набутоків до вирішення конкретних, прорахованих практикою, завдань. Розглядають вдалі та не зовсім вдалі реалізації інтелектуальних систем. Ми завжди пам'ятали, що критерієм істини є і залишається практика, а тому в підручнику поміщено достатньо прикладів з реального життя та завдань, які при їх вирішенні постійно вимагають зведення до практичного розроблення елементів та підсистем інтелектуальних систем конкретного прикладного спрямування.

Підручник складається з 11-и розділів та 4-х додатків. У кінці кожного розділу наведено перелік запитань для самоконтролю. У першому розділі розглянуті фундаментальні проблеми розроблення інтелектуальних систем. Другий розділ присвячено моделям та методам функціонування інтелектуальних систем. У третьому розділі розглянуто методи подання знань, а в четвертому ускладнене подання знань з врахуванням фактору нечіткості. Теоретичні, технологічні та прикладні аспекти інженерії знань описано у наступних трьох розділах. У восьмому розділі розглянуто методи машинного навчання та нейронні мережі. Поняттю онтологій та онтологічних систем присвячено дев'ятий розділ. У десятому розділі розглянуто поняття інтелектуальних агентів та мультиагентних систем. Одинадцятий розділ присвячено опису прикладного застосування інтелектуальних систем під час побудови інтелектуальних пошукових систем та розроблення систем опрацювання природньої мови. У додатках коротко подано описи сучасних програмних засобів побудови інтелектуальних систем (CLIPS, newLISP, Python), і програмний засіб аналізу нейронних мереж – NNML.

За структурою, змістом та формою подання матеріалу курси за підручником можуть викладатися для студентів, котрі навчаються за програмами бакалавратів галузі знань “Інформатика та обчислювальна техніка”, а саме “комп'ютерні науки”, “комп'ютерна інженерія” та “програмна інженерія”.

Безсумнівно, що найоб'єктивнішу оцінку роботи та якості втілення задекларованих нашим авторським колективом базових принципів закладених в основу підручника можеш і маєш право виставити лише Ти, вельмишановний читачу. При цьому зазначимо, що образ читача в нашому уявленні це збірний образ студента, майстра, аспіранта, фахівця в галузі комп'ютингу, який опановує та знайомиться з предметом інтелектуальних систем.

Ми будемо вдячні всім хто знайде за можливе висловити свою думку за структурою змісту та формою подання матеріалу підручника, що в свою чергу слугуватиме добрим підґрунтям подальшої роботи по вдосконаленню, надіємось на співпрацю та активний діалог, тільки такий шлях має перспективу та успіх.

З повагою автори.