

**Нестеренко О.В.  
Савенков О.І.  
Фаловський О.О.**

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ  
ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

*Навчальний посібник*



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ

**Нестеренко О.В.**

**Савенков О.І.**

**Фаловський О.О.**

# **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Навчальний посібник

Київ – 2016

ББК 004  
УДК 681.324  
Н 11

*Рекомендовано до видання вченою радою Національної академії управління  
(Протокол № 5 від 30 вересня 2015 р.)*

За редакцією доктора технічних наук, професора *П.І. Бідюка*

**Рецензенти:**

*В.І. Литвиненко*, доктор технічних наук, професор, Херсонський національний технічний університет.

*О.К. Лопатін*, доктор фізико-математичних, професор, Національна академія управління.

*В.М. Томашевський*, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України «КПІ».

**Нестеренко О.В., Савенков О.І., Фаловський О.О.**

**Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень:** Навч. посібн. /  
Н 11 За ред. П.І. Бідюка. – Київ: Національна академія управління, 2016. – 188 с.  
ISBN 978-966-8406-94-2

Цей навчальний посібник містить систематизоване викладення навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень» для студентів, що навчаються на бакалаврських програмах за спеціальністю «Комп'ютерні науки та інформаційні технології», магістерських програмах за спеціальностями «Системний аналіз» та «Системи і методи прийняття рішень». Крім того, навчальний посібник може використовуватись студентами ВНЗ, що вивчають дисципліни з економіки, бізнесу, управління та адміністрування.

Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень, з урахуванням сучасних тенденцій вдосконалення управління підприємствами та можливостей інформаційно-комунікаційних технологій, є перспективним напрямом автоматизації управлінської праці. У посібнику викладено основні відомості про інформаційні чинники процесу прийняття рішень, основні етапи побудови ІСППР, застосування моделей, засобів штучного інтелекту, а також щодо особливостей архітектури такого роду систем, особіно з урахуванням веб-технологій та хмарних обчислень, організації даних та знань, інтерфейсу користувача. Розглянуто також питання щодо процесу розробки ІСППР та наведено огляд деяких СППР, що пропонуються на ринку.

Крім студентів та викладачів це видання може бути корисним й для керівників і фахівців фінансово-економічної сфери, державних службовців, а також для науковців, яких цікавлять проблеми інтелектуалізації інформаційних систем.

ISBN 978-966-8406-94-2

ББК004  
УДК 681.324

© Нестеренко О.В., Савенков О.І.,  
Фаловський О.О. 2016  
© Національна академія управління, 2016

<b>ПЕРЕЛІК РИСУНКІВ .....</b>	<b>6</b>
<b>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....</b>	<b>9</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>10</b>
<b>1. ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ЇХ АВТОМАТИЗОВАНА ПІДТРИМКА .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Процес прийняття рішення .....</b>	<b>14</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>20</i>
<b>1.2. Інформаційні чинники прийняття рішень .....</b>	<b>21</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>24</i>
<b>1.3. Системи підтримки прийняття рішень та їх інтелектуалізація .....</b>	<b>24</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>32</i>
<b>1.4. Огляд історії розвитку систем підтримки прийняття рішень та їх інтелектуалізації .....</b>	<b>32</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>38</i>
<b>2. ОСНОВНІ ЕТАПИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ .....</b>	<b>40</b>
<b>2.1. Етапи розробки ІСППР .....</b>	<b>40</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>43</i>
<b>2.2. Визначення і декомпозиція задачі прийняття рішень .....</b>	<b>44</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>51</i>
<b>2.3. Аналіз ситуацій з метою ідентифікації «вузьких місць» процесу прийняття рішення .....</b>	<b>52</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>55</i>
<b>2.4. Визначення функцій системи підтримки прийняття рішень .....</b>	<b>56</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>57</i>
<b>2.5. Вибір технології та методів для реалізації ІСППР .....</b>	<b>58</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>60</i>
<b>3. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ, ДАНИХ І ЗНАНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ .....</b>	<b>62</b>
<b>3.1. Вибір моделей і критеріїв для ІСППР .....</b>	<b>62</b>
<i>Контрольні запитання та завдання .....</i>	<i>68</i>
<b>3.2. Вибір моделі для оцінювання наслідків прийняття рішень з використанням ІСППР .....</b>	<b>69</b>

<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	73
<b>3.3. Напрямки застосування засобів штучного інтелекту в ІСППР</b> .....	74
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	82
<b>3.4. Дані і знання, які можуть використовуватись в ІСППР</b> .....	82
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	87
<b>4. ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ</b> .....	88
<b>4.1. Основні підходи до проектування ІСППР</b> .....	88
<b>4.1.1. Інформаційний підхід</b> .....	89
<b>4.1.2. Підхід, заснований на знаннях</b> .....	90
<b>4.1.3. Інструментальний підхід</b> .....	92
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	95
<b>4.2. Типи архітектур спеціалізованих ІСППР</b> .....	96
<b>4.2.1. Загальний огляд типової архітектури СППР</b> .....	96
<b>4.2.2. Текстово-орієнтовані ІСППР</b> .....	98
<b>4.2.3. ІСППР, орієнтовані на використання бази даних</b> .....	100
<b>4.2.4. ІСППР, орієнтовані на використання електронних таблиць</b> ....	101
<b>4.2.5. ІСППР на основі алгоритмічних процедур для розв'язку задач</b> ....	101
<b>4.2.6. ІСППР на основі правил</b> .....	103
<b>4.2.7. Гібридні ІСППР</b> .....	104
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	105
<b>5. ІНСТРУМЕНТАРІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ</b> .....	106
<b>5.1. Система обробки даних та генерації і представлення результатів</b> .....	106
<b>5.1.1. Функції системи обробки даних та генерації результатів</b> .....	106
<b>5.1.2. Вибір та опис алгоритмів, на яких базується СОДГР</b> .....	112
<b>5.1.3. Функції системи представлення результатів, форми представлення</b> .....	113
<b>5.1.3.1. Загальні відомості</b> .....	113
<b>5.1.3.2. Використання кольорів, мигання і клавіатури</b> .....	114
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	115
<b>5.2. Вибір інструментарію для інформаційного менеджменту</b> .....	116
<b>5.2.1. Основні методи управління даними</b> .....	116
<b>5.2.2. Управління даними в великих ІСППР</b> .....	118
<b>5.2.3. Інструментарій бізнес-аналітики</b> .....	120
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	123
<b>5.3. Вибір моделей представлення знань</b> .....	123

5.3.1. Моделі представлення знань .....	123
5.3.2. Продукційні моделі .....	124
5.3.3. Семантичні мережі .....	125
5.3.4. Фрейми .....	127
5.3.5. Формальні логічні моделі .....	129
5.3.6. Процедурні моделі .....	129
5.3.7. Нечітка логіка .....	129
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	130
5.4. Веб- та хмарні технології в ІСППР .....	131
5.4.1. Веб-технології для підтримки прийняття рішень .....	131
5.4.2. Хмарні технології для підтримки прийняття рішень .....	135
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	138
5.5. Характеристики інтерфейсу користувача та принципи його формування .....	139
5.5.1. Принципи формування інтерфейсу користувача .....	139
5.5.2. Проектування інтерфейсу на принципах людського фактору ...	145
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	154
<b>6. ПРОЦЕС РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ</b> .....	156
6.1. Організаційні питання розробки ІСППР .....	156
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	159
6.2. Формулювання вимог до ІСППР .....	160
6.2.1. Важливість вимог .....	160
6.2.2. Формулювання вимог користувача .....	161
6.2.3. Функціональні вимоги до системи .....	162
<i>Контрольні запитання та завдання</i> .....	163
6.3. Етапи впровадження і налагодження ІСППР .....	163
<i>Контрольні запитання</i> .....	165
6.4. Склад технічної документації до ІСППР .....	165
<i>Контрольні завдання</i> .....	166
6.5. Огляд СППР, що пропонуються на ринку .....	167
<i>Контрольні завдання</i> .....	179
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	180
<b>ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК</b> .....	183

## ПЕРЕЛІК РИСУНКІВ

---

Рис. 1.1. Три основні ознаки процесу прийняття рішень .....	15
Рис. 1.2. Три ключових атрибути процесу прийняття рішень .....	15
Рис. 1.3. Основні етапи прийняття рішення .....	16
Рис. 1.4. Обмеження процесу прийняття рішення, що виконується індивідуумом без допоміжних засобів .....	18
Рис. 1.5. Інформаційне поле прийняття рішень .....	22
Рис. 1.6. Інформаційні потоки, що впливають на підприємство та на прийняття управлінських рішень .....	23
Рис. 1.7. Ланки цифрового суспільства, або електронно-цифрове співтовариство (за Тапскоттом) .....	24
Рис. 1.8. Покоління автоматизованих систем .....	25
Рис. 1.9. Концептуальна класифікація систем підтримки прийняття рішень .....	27
Рис. 1.10. Основні характеристики сучасних інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень .....	28
Рис. 1.11. Загальна класифікація ДЕС за видами відтворених знань людини .....	31
Рис. 1.12. Еволюція СППР .....	32
Рис. 1.13. Компоненти, властиві усім СППР (Бонзек, Холсеппл та Уінстон) .....	34
Рис. 2.1. Етапи проектування ІСППР .....	41
Рис. 2.2. Подвійність опису ситуації з прийняття рішення .....	47
Рис. 2.3. Формат опису ситуації з прийняття рішення .....	48
Рис. 2.4. Формат таблиці для опису ситуацій процесу прийняття рішень .....	51
Рис. 2.5. «Вузькі місця» у процесі прийняття рішень ОПР .....	53
Рис. 2.6. Зв'язок загальних труднощів із прийняттям рішень з категоріями для опису ситуацій із прийняття рішень .....	55
Рис. 2.7. Основні функції підтримки прийняття рішень в ІСППР .....	56
Рис. 2.8. Види технологічного інструментарію, що використовується в ІСППР .....	59
Рис. 2.9. Множина методів представлення результатів, що використовуються при проектуванні і реалізації ІСППР .....	59
Рис. 3.1. Умови, що визначають необхідність використання моделі процесу .....	63
Рис. 3.2. Правила вибору конкретної моделі процесу .....	64
Рис. 3.3. Основні критерії вибору альтернативних рішень для оцінювання результату роботи ІСППР .....	69

Рис. 3.4. Правила вибору моделі для оцінювання результату роботи ІСППР .....	70
Рис. 3.5. Задачі моделювання функцій людського інтелекту .....	75
Рис. 3.6. Структура елемента нейронної мережі (штучного нейрона) ....	80
Рис. 3.7. Складові (елементи) інформаційного простору ОПР .....	83
Рис. 3.8. Уявлення навколишнього середовища як інформаційного простору .....	83
Рис. 3.9. Умовні етапи трансформації даних в ІСППР .....	84
Рис. 3.10. Умовні етапи трансформації знань в ІСППР .....	86
Рис. 3.11. Дві проблеми інформаційного менеджменту, що зустрічаються при прийнятті рішень .....	86
Рис. 4.1. Основні підходи при проектуванні СППР .....	88
Рис. 4.2. Структурна схема моделі Спрага .....	89
Рис. 4.3. Структурна схема еволюціонуючої СППР .....	90
Рис. 4.4. Структурна схема СППР, яка базується на знаннях .....	91
Рис. 4.5. Три рівні СППР .....	93
Рис. 4.6. Концептуальна структура СППР-генератора .....	94
Рис. 4.7. Структура СППР-інструментарія .....	95
Рис. 4.8. Типова архітектура ІСППР .....	97
Рис. 4.9. Базові типи архітектур ІСППР .....	98
Рис. 4.10. Структура текстово-орієнтованої ІСППР .....	99
Рис. 4.11. Структура ІСППР на основі БД .....	100
Рис. 4.12. Архітектура ІСППР на основі електронних таблиць .....	101
Рис. 4.13. Структура ІСППР на основі алгоритмічних процедур .....	102
Рис. 4.14. Структура ІСППР на основі правил .....	103
Рис. 4.15. Структура гібридної ІСППР .....	104
Рис. 5.1. Основна структура СОДГР .....	106
Рис. 5.2. Типові дії СОДГР .....	107
Рис. 5.3. Вибір методу управління даними .....	117
Рис. 5.4. Методи моніторингу даних .....	117
Рис. 5.5. Загальна схема збирання та використання даних у великих ІСППР .....	119
Рис. 5.5. Моделі представлення знань в ІСППР .....	124
Рис. 5.6. Приклад семантичної мережі .....	126
Рис. 5.7. Класифікація семантичних мереж, пов'язана з типами відношень між поняттями .....	126
Рис. 5.8. Структура фрейму .....	128
Рис. 5.9. Використання нечітких знань в ІСППР .....	130
Рис. 5.10. Реалізація веб-СППР .....	132
Рис. 5.11. Інтернет та веб-технології як СППР-генератори .....	133



Рис. 5.12. Переваги використання веб-технологій для СППР .....	134
Рис. 5.13. Основні характеристики хмари, істотні для СППР .....	136
Рис. 5.14. СППР у хмарах .....	137
Рис. 5.15. Концепція інтелектуальної СППР у хмарах .....	138
Рис. 5.16. Загальна схема потоків даних з використанням природно-мовного інтерфейсу .....	141
Рис. 5.17. Загальні принципи побудови адаптивних інтерфейсів ІСППР .....	144
Рис. 5.18. Чинники, які є важливими з точки зору інженерії людини при побудові інтерфейсу ІСППР .....	147
Рис. 5.19. Розділення екрану терміналу на зони (веб-інтерфейс) .....	148
Рис. 5.20. Приклад розділення екрану терміналу на зони, коли необхідно подати значну кількість інформації у різному представленні .....	149
Рис. 5.21. Головне вікно інтерфейсу користувача .....	151
Рис. 5.22. Типи моделей, представлених в системі .....	152
Рис. 5.23. Вікно уточнення параметрів моделі .....	152
Рис. 5.24. Вікно вибору методу оцінювання параметрів моделі .....	152
Рис. 5.25. Вікно графічних результатів побудови прогнозу .....	153
Рис. 5.26. Вікно статистичних параметрів результатів побудови прогнозу .....	154
Рис. 5.27. Відмінність традиційного підходу (SDLS) до створення системи а) та підходу швидкого прототипування (RAD) б) .....	158
Рис. 5.28. Імовірність закладання помилок на різних етапах створення систем .....	160
Рис. 5.29. Вартість виправлення помилок на різних етапах створення систем .....	161
Рис. 6.1. Розподіл підтримки прийняття рішень за допомогою СППР в різних сферах діяльності (на прикладі США) .....	167
Рис. 6.2. Взаємодія компаній світу з БД PIMS .....	170
Рис. 6.3. Модель на екрані Visual IFPS/Plus .....	172
Рис. 6.4. Характеристики альтернатив у системі MAUD (середні значення критеріїв ефективності у трьох умовах) .....	173
Рис. 6.5. Архітектура Cognos Powerplay .....	174
Рис. 6.6. Можливості одночасного відображення декількох представлень звіту в веб-клієнті Cognos Powerplay .....	174
Рис. 6.7. Веб-орієнтована архітектура системи MicroStrategy .....	175
Рис. 6.8. Платформа системи MicroStrategy .....	176
Рис. 6.9. Результати прогнозів адаптивних моделей і отриманих нейронних мереж з використанням STATISTICA Neural Networks .....	177
Рис. 6.10. Можливості системи PolyAnalyst .....	178
Рис. 6.11. Інтерфейс системи PolyAnalyst .....	179

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

---

DSS, DMSS	- Decision Support Systems (або Decision-Maker Support Systems) – системи підтримки прийняття рішень;
iDMSS	- Intelligent Decision-Maker Support System – Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень;
NIST	- National Institute of Standards and Technology – Національний інститут стандартів і технологій (США);
AI	- адаптивний інтерфейс;
AIAC	- автоматизовані інформаційно-аналітичні системи;
АСУ	- автоматизовані системи управління;
БД	- база даних;
БЗ	- база знань;
БЗД	- база знань та даних;
БМ	- база моделей;
ДЕС	- дорадчі економічні системи;
ІАС	- інформаційно-аналітична система;
ІСППР	- інтелектуальна система підтримки прийняття рішень;
ІТ	- інформаційні технології;
МС	- мовна система;
ОПР	- особа, що приймає рішення;
ПМІ	- природно-мовний інтерфейс;
РП	- робоча пам'ять;
СКБД	- система керування базою даних;
СКБЗ	- система керування базою знань;
СКБМ	- система керування базою моделей;
СОДГР	- система обробки даних та генерації результатів;
СППР	- системи підтримки прийняття рішень;
СПР	- система представлення результатів;
ТПР	- теорія прийняття рішень;
Ш	- штучний інтелект.

Сучасний етап розвитку суспільства тісно пов'язаний із стрімким технологічним зростанням та відкритістю діяльності, що стають визначальними чинниками розвитку економіки, науки, освіти. На глобальному рівні проголошено розбудову **інформаційного суспільства**, у якому на підставі розвитку Інтернету та засобів зв'язку, широкому використанню **інформаційно-комунікаційних технологій** суттєво збільшується інтенсивність інформаційного обміну, а основним типом діяльності стає обробка інформації та генерування нового знання.



**Інформаційне суспільство** (*Information society*) – концепція постіндустріального суспільства; нова історична фаза розвитку цивілізації, в якій головними продуктами виробництва є інформація і знання. Рисами, що відрізняють інформаційне товариство, є: збільшення ролі інформації і знань в житті суспільства; збільшення долі інформаційних комунікацій, продуктів та послуг у валовому внутрішньому продукті; створення глобального інформаційного простору, який забезпечує (а) ефективну інформаційну взаємодію людей, (б) їх доступ до світових інформаційних ресурсів і (в) задоволення їхніх потреб щодо інформаційних продуктів і послуг.

**Інформаційні технології (ІТ), інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ)** (*Information and Communication Technologies, ICT*) – сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збирання, обробки, зберігання, розповсюдження, відображення і використання інформації в інтересах її користувачів.  
Технології, що забезпечують та підтримують інформаційні процеси (процеси пошуку, збору, передачі, збереження, накопичення, тиражування інформації та процедури доступу до неї).

Законами України, указами Президента України, Національною програмою інформатизації та іншими нормативними актами та документами передбачено широке впровадження засобів автоматизації інформаційно-аналітичної діяльності в різних сферах життєдіяльності держави з метою підвищення ефективності та досягнення якісно нового рівня в управлінні

підприємствами (організаціями, установами), а також регіонами та країною в цілому.

Визначальним в досягненні ефективності діяльності підприємства є *процеси управління*, чи *менеджмент*. «Батько кібернетики», американський математик Н. Вінер писав: «Якщо XVII сторіччя і початок XVIII сторіччя – вік годинників, а кінець XVIII і усе XIX сторіччя – вік парових машин, то наш час є віком зв'язку і управління».

У цих умовах досягнення усвідомлених, а потім сформульованих цілей управління потребує створення інструментальних засобів, які дозволяють скоротити неминуче виникаючі витрати, що обмежуються людськими можливостями в опрацюванні *інформації*. Тому ще з початку 70-х років XX ст. почали інтенсивно провадитися роботи з розробки засобів *автоматизованої* підтримки прийняття управлінських рішень, у результаті чого були створені й успішно використовуються нові людино-машинні системи – *системи підтримки прийняття рішень* (СППР). У зарубіжній літературі ці системи відомі за назвою *Decision Support Systems (DSS)*.

Останнім часом з'явилося таке нове поняття, як *«управління знаннями»*. Одночасно виникла проблема визначення механізму «трансформації» інформації в знання і використання цього знання як ресурсу прийняття рішень. Тому сучасні теорії менеджменту та інформаційних технологій у бізнесі базуються на концепції отримання знань та принципах побудови *інтелектуальних систем*. Методи застосування людських знань у процесі відтворення штучних систем, що адаптуються до навколишнього середовища, потребують того, щоб мету створення систем складала усвідомлена цілеспрямована діяльність людини.

Необхідно звернути увагу на те, що історичний шлях розробки основ таких систем починається від досліджень з питань системного аналізу, започаткованих ще древніми вченими (Аристотель, Демокрит, Декарт, Платон й інші) та які розвивалися під впливом різних філософських поглядів, теорій про структуру пізнання і можливості передбачення (Бекон, Гегель, Ламберт, Кант, Фіхте й інші), ідей натуралістів XIX-XX ст. (Богданов, Бергаланфі, Вінер, Ешбі, Цвіккі, Глушков й ін.), що актуалізували роль модельного мислення і моделей у природознавстві та дослідженні процесів.

Вітчизняний досвід у розробці основ та у створенні автоматизованих інформаційних систем пов'язаний перш за все з ім'ям нашого відомого вченого академіка В.М. Глушкова. За його ініціативою були проведені розробки та виконані впровадження *автоматизованих систем управління* (АСУ) на багатьох підприємствах, в організаціях невиробничої сфери, міністерствах та відомствах.

АСУ стали формою вдосконалення існуючих на підприємстві систем управління, що знайшло значне поширення та розвиток, з часом трансформувавшись в різні інформаційні автоматизовані системи, зокрема в *інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень* (ІСППР).

Завдяки сучасним темпам розвитку інформаційних технологій ІСППР постійно вдосконалюються у напрямку зростання рівня інтелектуалізації та знаходять усе більш широке використання. Враховуючи існуючі можливості застосувань, інтерес до ІСППР як до перспективного напрямку використання комп'ютерів і інструментарію підвищення ефективності праці у сфері управління економікою, що постійно зростає, роль та значення дисципліни «Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень» у підготовці фахівця з комп'ютерних наук є дуже важливою.

Тому місце даного курсу серед інших дисциплін, що вивчаються за спеціальностями «Комп'ютерні науки та інформаційні технології», «Системний аналіз», «Системи і методи прийняття рішень», таких як «Об'єктно-орієнтоване проектування інформаційних систем», «Експертні системи», «Основи прийняття рішень» є центральним, а названі дисципліни фактично є базою для вивчення цього курсу.

Основні завдання, що стоять перед студентом при вивченні навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень» є засвоєння основ аналізу процесів прийняття рішень у предметній області, розуміння необхідності застосування моделей та їх вибору, особливостей представлення та організації даних та знань, а також отримання навичок з побудови ІСППР, знань щодо архітектур такого роду систем, особливостей інтерфейсу користувача. Для закріплення практичних навичок необхідно ознайомитись з прикладами реалізації ІСППР в різних сферах.

Композиція посібника та викладення навчального матеріалу в основному зорієнтоване на кількість годин у навчальному плані, відведених на дисципліну для аудиторних занять – один підрозділ (іноді два) на лекцію. Питання, тести, задачі, завдання відповідають практичним заняттям, а також кількості годин у навчальному плані, відведених для самостійної роботи студентів. Вони спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності, самостійної творчої праці та отримання вміння розв'язувати задачі.

Важливою особливістю завдань є те, що вони мають не локальний характер, а спрямовані на комплексне завдання поступового проектування студентом упродовж курсу власної ІСППР, функціональне призначення якої він отримує як завдання до дипломного проектування, курсового проекту, магістерської роботи.

У тексті посібника застосовуються піктограми, які полегшують орієнтацію та пошук певних структурних його елементів, а саме:



– основні визначення;



– приклади;



– запитання для самоконтролю;



– завдання;



– завдання, що потребують використання комп'ютера;



– завдання з використанням джерел Інтернету;



– заслуговує на окрему увагу;

Для полегшення користування посібником наприкінці наведений предметний покажчик термінів, основних визначень та понять, на яких базується викладення матеріалу.

Автори вдячні І.В. Баклану та Т.В. Шулькевич, які надали значної допомоги у підготовці рукопису посібника.

Фотоматеріали, довідкова інформація отримані з різних відкритих джерел Інтернету, яким автори висловлюють свою повагу і шанування.



# 1. ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ЇХ АВТОМАТИЗОВАНА ПІДТРИМКА

## 1.1. ПРОЦЕС ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

*Використання внутрішнього (розумового) представлення мети.*

*Досягнення мети.*

*Сприйняття інформації.*

*Обмеження процесу ухвалення рішення*

**Процеси прийняття рішень** притаманні усьому світові, що нас оточує – від природних, біологічних структур до соціальних і економічних систем, від функціонування живих організмів та їх колоній до діяльності окремих людей, колективів та спільнот. Тісно пов'язаною з процесами прийняття рішень є й діяльність осіб, що забезпечують управління, зокрема підприємствами та установами, країнами та міжнародними організаціями.



**Рішенням** (*Decision*) вважається обґрунтований набір дій з боку **особи, що приймає рішення** (*ОПР*), спрямованих на об'єкт управління, який надає можливість привести даний об'єкт до бажаного стану або досягнути поставленої мети

**Управлінське рішення** – це результат аналізу, прогнозування, економічного обґрунтування та вибору альтернативи з множини варіантів, які спрямовані на досягнення конкретних цілей системи управління

**Прийняття рішення** (*Decision makers*) є одним із видів розумової діяльності і проявом волі людини. Характерними для рішення є три основні ознаки (рис. 1.1). Процес прийняття рішення *пов'язаний з вибором варіантів*, тому за відсутності альтернатив відсутній і вибір, отже, відсутній й сам процес. З визначення рішення за відсутності *мети* витікає висновок, що безцільний вибір не можна розглядатися як прийняття рішення. Нарешті, при виборі рішення особа формує рішення у боротьбі мотивів і думок, тому без її *вольового акту*, вочевидь, досягнути рішення неможливо.

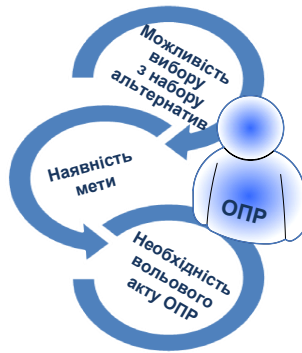


Рис. 1.1. Три основні ознаки процесу прийняття рішень

Існують також три ключових атрибути, які необхідно уявляти для розуміння процесу прийняття рішень (рис. 1.2). Розглянемо їх основний зміст.

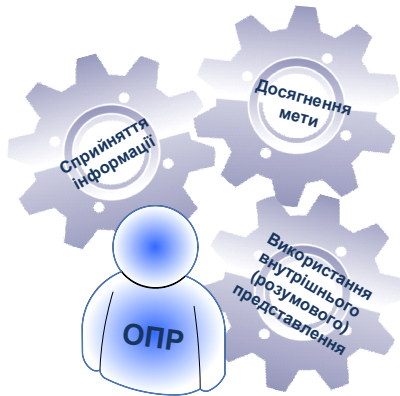


Рис. 1.2. Три ключових атрибути процесу прийняття рішень

1. *Використання внутрішнього (розумового) представлення.* Коли людина приймає рішення, вона у дійсності не покладається лише на той досвід, який був накопичений раніше. У більший мірі використовується підхід, заснований на представленні або розумінні необхідної *інформації*. Особа, що приймає рішення у конкретній сфері (іноді також позначається як «експерт»), достатньо глибоко розуміє ситуацію, має більш широке і повніше уявлення про проблему, ніж інші люди. Експерт намагається створити з наявної інформації загальну картину конкретної ситуації, а тому знає, які йому необхідно отримати нові дані і як їх інтерпретувати. Внутрішнє представлення рішень може діяти в деяких ситуаціях як своєрідний захист проти



даних, що не входять у створений людиною образ проблеми. Одначе в результаті цього можна втратити або неправильно інтерпретувати важливі дані.

2. *Досягнення мети.* Ухвалення рішення людиною починається, як правило, з розгляду бажаного результату. Процес прийняття рішення структурується таким чином, що він зв'язується з бажаним результатом, тобто, створюється опис або розумове представлення бажаних ситуацій або умов, що повинні мати місце в результаті ухвалення рішення. Оскільки головним елементом прийняття рішення є *мета*, то цей процес рідко узгоджується з жорстким комп'ютерним алгоритмом. Процес ухвалення рішення може оперативнo модифікуватися відповідно до надходження нової інформації або з появою альтернативних шляхів досягнення мети. Таким чином, процес прийняття рішення людиною можна описати досить чітко і строго з погляду поставленої мети, але не з погляду процедури, що використовується для її досягнення.

3. *Сприйняття інформації.* Інформація надходить до індивідуума значною мірою через візуальну й аудіо системи, але для цих каналів не існує фіксованих смуг пропускання. Швидше за все, здатність людини сприймати інформацію залежить від того, що він «уже знає». Індивідуум інтерпретує світ з погляду осмислених понять, а не з погляду інформаційних одиниць, визначених теорією інформації. Однак, смислове значення може бути різним для різних людей, тому що в кожного свій рівень освіти, досвіду, підготовки до вирішення конкретної проблеми, нарешті, різними є й природні здібності. Наприклад, для неосвіченої людини результати хімічного спектрального аналізу можуть представляти абстрактний малюнок із прямих ліній, а для фахівця – це чітка вказівка до визначення типу речовини, що аналізується. Принцип розпізнавання (сприйняття) взаємодіє з принципом внутрішнього представлення інформації. ОПР швидше і легше сприймає інформацію, що збігається зі звичним для нього внутрішнім представленням.



Необхідно зазначити, що в наші часи найважливішими складовими процесів управління стали *інформаційні ресурси*, а також засоби **комунікацій**.

У загальному випадку визначають три основні етапи, або фази процесу прийняття рішення (рис. 1.3). Фаза аналізу пов'язана із визначенням основних та допоміжних цілей прийняття рішення. На цьому етапі відбувається діагностики проблеми, виявлення та опис проблемної ситуації, збір релевантної інформації і даних. Все це дозволяє задати напрям пошуку рішень і видалити ті, котрі не відповідають цілям.

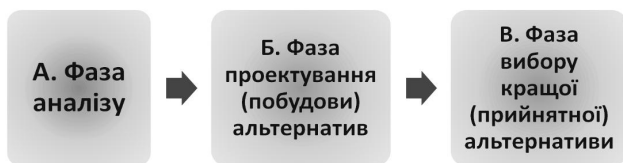


Рис. 1.3. Основні етапи прийняття рішення

Наступна фаза зводиться до вибору (проектування) альтернатив та дослідження можливості їх реалізації. На даному етапі відбувається визначення обмежень, що дозволяють відокремити прийнятні варіанти від неприйнятних, та визначити критерії, які сприяють вибору кращих з придатних варіантів рішення.

На останньому етапі обирають кращу альтернативу з використанням певних критеріїв та здійснюють подальший остаточний вибір рішення.

Таким чином, прийняття рішення можливе на підставі знань про об'єкт управління, процеси, що в ньому відбуваються і можуть відбутися з перебігом часу, а також за наявності множини показників, що характеризують *ефективність та якість* прийнятого рішення.

В залежності від ознак об'єкту управління, умов та самого процесу прийняття рішення за існуючими розробками можна виконати класифікацію рішень, яка наведена у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

### Класифікація видів рішень

Ознака	Вид рішення		
Ступінь структуризації проблеми	Що приймається в умовах гарно структурованої проблеми	Що приймається в умовах погано структурованої проблеми	Що приймається в умовах не структурованої проблеми
Рівень інформованості про стан проблеми	Що приймається в умовах визначеності	Що приймається в умовах ризику	Що приймається в умовах невизначеності
Кількість етапів процесу прийняття рішення	Статичне (один етап)		Динамічне (кілька етапів)
Кількість ОПР	Одноособове		Групове (багато осіб, що приймають рішення)
Зміст рішення	Тактичне		Стратегічне

Ступінь структуризації проблеми пов'язана з питанням про формальну основу вибору, зокрема, про походження критерію оптимальності, що складає одну з фундаментальних проблем теорії прийняття рішень (ТПР). Зрозуміло, що чим краще структурованою (формалізованою) є проблема, тим легше зробити вибір та прийняти рішення, тим вищою буде ефек-

тивність рішення. Необхідно зазначити, що будь-яке рішення має сенс лише тоді, коли воно є ефективним.

Зі ступенем структуризації проблеми тісно пов'язані умови прийняття рішень. В сучасній ТПР їх класифікують як визначеність, ризик та невизначеність. Рішення приймається в умовах визначеності, якщо точно відомий результат кожного з альтернативних варіантів вибору. Однак відносно небагато рішень приймаються в умовах визначеності, особливо при управлінні підприємствами. До рішень, що приймаються в умовах ризику, відносяться такі, при формуванні яких результати альтернативних варіантів не є визначеними, але відомі їх імовірності. Нарешті рішення приймається в умовах невизначеності, коли неможливо оцінити імовірність потенційних результатів. Така ситуація зазвичай має місце, коли фактори, що необхідно врахувати, є складними, і стосовно їх неможливо отримати достатньо інформації. Невизначеність є характерною для багатьох рішень, які приймаються, наприклад, в обставинах, що швидко змінюються. Рішення в умовах невизначеності, як правило, приймаються групою експертів, а сам процес прийняття рішень носить багатостадійний ітераційний характер.

Виходячи з названих складнощів у прийнятті рішень, необхідно зазначити, що процес прийняття рішень людиною має певні обмеження стосовно можливості аналізу, обробки даних, одержання рішень прогнозованої якості та обґрунтованості, а також швидкості прийняття рішень. Робота ОПР обмежена як відносинами між окремими особами, так і внутрішніми психологічними і фізіологічними причинами. Крім того, при аналізі і розв'язанні багатокритеріальних задач ОПР досить часто проявляють мінливість, невпевненість, нелогічність, намагання суттєво спростити задачу. Отже, якщо ОПР не використовує допоміжних засобів, на процес ухвалення рішення, у загальному випадку, накладаються п'ять наведених нижче обмежень (рис. 1.4).



*Рис. 1.4. Обмеження процесу прийняття рішення, що виконується індивідуумом без допоміжних засобів*

1. *Використання робочої пам'яті.* Людина виконує обробку інформації в пам'яті, що знаходиться між короткостроковою і довгостроковою зонами запам'ятовування. Цю проміжну пам'ять називають робочою пам'яттю (РП). Тобто, можна вести обробку тільки тієї інформації і використовувати її для прийняття рішень, що знаходиться в РП. Однак РП у людини має досить обмежені характеристики. Дослідження показали, що РП може містити тільки від трьох до восьми інформаційних елементів. При цьому ОПР не може оперувати всіма елементами інформації одночасно без використання допоміжних засобів. Інформація, що утримується в РП, також досить швидко «стирається», якщо вона не використовується або не «відновлюється». Згідно з результатами проведених досліджень вона утримується в РП всього від 7 до 13 секунд.

2. *Швидкість виконання осмислених операцій.* Обробка інформаційних елементів виконується в пам'яті з кінцевою швидкістю, тобто, цей процес характеризується своєю швидкодією. Кожна елементарна операція мислення, тобто порівняння даних, створення асоціацій з минулими діями (подіями), генерація висновку на основі отриманих даних і перехід до робочої гіпотези мають потребу в деякому фіксованому відрізку часу, який можна приблизно оцінити завбільшки 0,1 секунди. Для реалізації складних процесів мислення необхідно набагато більше часу, оскільки вони складаються з багатьох згаданих елементарних операцій. Значення часу, необхідного для ухвалення рішення, відіграє важливу роль для систем, що функціонують у масштабі реального часу. Очевидно, що ОПР далеко не завжди здатна прийняти правильне рішення за короткий проміжок часу, або не може прийняти його взагалі, якщо цей проміжок занадто короткий.


3. *Одержання інформації.* ОПР має можливість одержувати інформацію з двох джерел – від органів почуттів і з довгострокової пам'яті. Необхідно зазначити, що інформація, що «зчитується» з довгострокової пам'яті, є не завжди надійною внаслідок того, що з часом вона почасти або цілком «стирається». Люди схильні до використання тієї інформації, яка є частіше необхідною у повсякденному житті або повторюється з різних причин, а також інформації, що є семантично ближчою до тієї, що знаходиться в РП.


4. *Обробка числових даних.* Однією з операцій мислення, яку людина часто виконує в процесі прийняття рішень, є обробка числових даних. Але навіть «арифметично» добре тренована ОПР здатна робити помилки в обчисленнях і забувати проміжні результати. У даному випадку кожна елементарна операція займає набагато більше часу ніж 0,1 с. Крім того, забування числових даних вимагає повторних обчислень. Зазвичай, ОПР знає

про ці обмеження, а тому намагається уникнути операцій, пов'язаних зі складними арифметичними обчисленнями. За основу алгоритму прийняття рішень беруть операції, що базуються на якісних і евристичних операціях мислення. Подібні обмеження можуть створювати досить серйозні перешкоди для створення систем підтримки прийняття рішень, що базуються на складних комп'ютерних обчисленнях. Причина полягає в тому, що в ОПР часто виникає бажання не чекати завершення виконання складних обчислювальних операцій від комп'ютера, а більше покладатися на звичне для себе якісне й евристичне мислення.

5. *Зв'язок виконання операцій з часом і простором.* ОПР і люди взагалі звикли до візуального представлення результатів своєї роботи, у тому числі і до результатів прийняття рішень. Але це не означає, що візуальне спостереження завжди дає можливість домогтися гарних результатів. Наприклад, ми можемо спостерігати траєкторії польоту двох літаків у вигляді кривих на площині, але не можемо точно прогнозувати точку перехоплення. Таке ж обмеження справедливе і стосовно прогнозування розвитку в часі різноманітних фізичних процесів. Ми можемо спостерігати рух світлової крапки на екрані, але не можемо точно вказати координати її перебування через, скажімо, 7 с. Тобто, як і у випадку обробки числової інформації, прийняття рішень у реальному часі має потребу в збільшенні в багато разів швидкості виконання операцій у часі і просторі.

Зазначені обмеження носять загальний характер і відносяться до усіх випадків, коли прийняття рішень виконується без допоміжних засобів (наприклад, комп'ютера). Вони приводять до виникнення специфічних проблем, що мають істотне значення при створенні систем підтримки прийняття рішень.

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Що на сьогодні є найважливішою складовою процесу прийняття рішення?</li><li>2. Назвіть три ключових атрибути процесу прийняття рішень.</li><li>3. Що представляє собою інформаційне поле прийняття рішення?</li><li>4. Які існують обмеження процесу ухвалення рішення, що виконується особою без допоміжних засобів?</li></ol>
---	---

	<p>Здійсніть пошук у джерелах Інтернету щодо розумових дій людини, операцій мислення, прийняття рішень та ознайомтеся з отриманими матеріалами.</p>
---	---



За темою вашого дипломного (курсowego) проекту або на прикладі прийняття рішень щодо динаміки економічних процесів у вибраній вами довільній сфері наведіть опис проблемної сфери, функції управління процесом, мету (бажаний результат), обмеження на процес ухвалення рішення, що виконується особою без допоміжних засобів. Матеріали оформіть у вигляді звіту.

## 1.2. ІНФОРМАЦІЙНІ ЧИННИКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Інформаційне поле прийняття рішень.*

*Інформаційне суспільство.*

*Особливості прийняття рішень в умовах інформаційного суспільства.*

Діяльність будь-якого підприємства, як головного елементу економічної структури країни, концентрується навколо таких основних напрямів, як економічний розвиток та поліпшення якості умов праці працівників. При цьому очевидно, що в досягненні ефективності діяльності підприємства визначальним є управління та постійне вдосконалення роботи управлінського апарату. Американський вчений Норберт Вінер (*Norbert Wiener*), якого вважають «батьком кібернетики», ще у XX столітті писав: «Якщо XVII століття і початок XVIII століття – вік годинників, а кінець XVIII і все XIX століття – вік парових машин, то наш час є віком зв'язку і управління».

Процеси прийняття рішень відбуваються у певному **інформаційно-му середовищі**. Інформаційне поле прийняття рішень (рис. 1.5) зазвичай включає зовнішню інформацію (інформацію зовнішнього середовища) і внутрішню (виникаючу всередині середовища, що безпосередньо оточує ОПР, наприклад, безпосередньо всередині підприємства).

В сучасних умовах зростання необхідності ефективно реагувати на запити та пропозиції клієнтів та бізнесових структур, на будь-які несподівані зміни, а також передбачати ці зміни і, опанувавши, управляти ними, постійно зростає прагнення органів управління мати у своєму розпорядженні усеосяжну, цілком вірогідну, без суб'єктивного нальоту інформацію щодо конкретних питань. Ця інформація повинна відображати не тільки реальне становище справ і бізнес-процесів у діяльності підприємства, але й тенденції, масштаби та очікувані наслідки їх розвитку на ближню та далеку перспективу. Це є необхідною умовою забезпечення системного управління підприємством, узгоджених та цілеспрямованих дій усіх його

ланок, які мають базуватись на ефективних рішеннях, що приймаються на різних щаблях управління.



Рис. 1.5. Інформаційне поле прийняття рішень

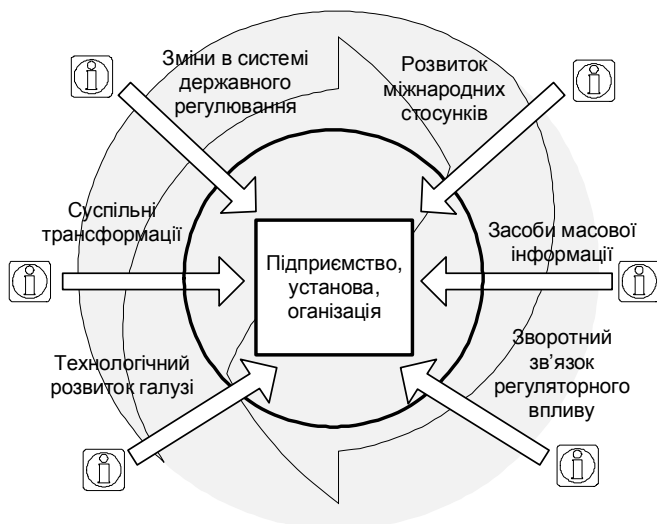
Сучасний етап розвитку пов'язаний із стрімким зростанням потужності технологій, глобалізацією, відкритістю діяльності, що стає визначальними чинниками розвитку економіки, науки, освіти. Одним з визначень суспільства, яке йде на зміну існуючому (поряд з такими, як пост-індустріальне, інфраструктурне, глобальне), є *інформаційне суспільство*. У новому суспільстві завдяки розвитку Інтернету та засобів зв'язку, широкому використанню *інформаційно-комунікаційних технологій* (ІКТ) суттєво збільшується інтенсивність інформаційного обміну, а основним типом діяльності стає обробка інформації та генерування нового знання.

Характерною рисою нашого часу стали явища суттєвого зростання об'ємів інформації, що обробляється, масовості інформаційних потоків та навали супутніх проблем «інформаційного вибуху». Найважливішими складовими цих процесів є також комп'ютеризація і телекомунікації.

Взаємозалежність всіх цих аспектів породжує дуже складне середовище функціонування підприємства, динамічною складовою якої виступає інформація у різних своїх проявах (рис. 1.6). Внаслідок цього суттєво зростає складність збору необхідної інформації і ефективного її використання для підтримки прийняття рішень.

Один з фундаторів теорії штучного інтелекту, лауреат Нобелівської премії Герберт Саймон (*Herbert Simon*) зазначив, що «у постіндустріальному суспільстві центральною проблемою є не те, як організувати ефективне вироблення продукції, але як організувати прийняття рішення – тобто, як обробити інформацію». Дійсно, часто-густо менеджери бувають

перевантажені масою інформації, значна частина якої виявляється марною, що робить заплутаним розгляд важливих документів та повідомлень. Водночас ситуація зазвичай характеризується неспроможністю управляти самою інформацією. Якби на підприємствах управляли своїми грошима так само, як часто управляють інформацією, то вони б уже давно збанкрутували.



*Рис. 1.6. Інформаційні потоки, що впливають на підприємство та на прийняття управлінських рішень*

Нові виклики інформаційного суспільства, пов'язані з електронним веденням бізнесу, впровадженням технологій електронного уряду, коли обмін документами та повідомленнями відбувається в електронній формі. Якщо слідувати ідеям відомого канадського публіциста Дона Тапскотта (*Don Tapscott*), глобальність змін, що відбуваються з людством, визначає напрям «цифрова економіка» чи «епоха мережевого інтелекту», якими воно рухатиметься в перспективі, або, як більшість фахівців іменують, «ера інформації» чи «цифрова епоха». Уся логіка Тапскотта будується на оригінальній авторській схемі, що включає п'ять елементів, показаних на рис. 1.7. Ці елементи, де кожен наступний включає попередні, утворюючи при цьому нову якість, за переконанням автора якраз і складають ланки цифрового суспільства. «Електронно-цифрове співтовариство» за Тапскоттом породжує додаткові завдання для осіб, що приймають рішення.

Таким чином в сучасних умовах переходу до інформаційного суспільства застосування нових підходів до формування і прийняття високоякіс-



них рішень вже немислиме без використання автоматизованих інформаційних систем. Саме за допомогою автоматизованих систем підтримки прийняття рішень ОПР має можливість безпосередньо за допомогою програмно-обчислювальних засобів проектувати, порівнювати альтернативні варіанти рішень та обирати з них у найрізноманітніші способи.

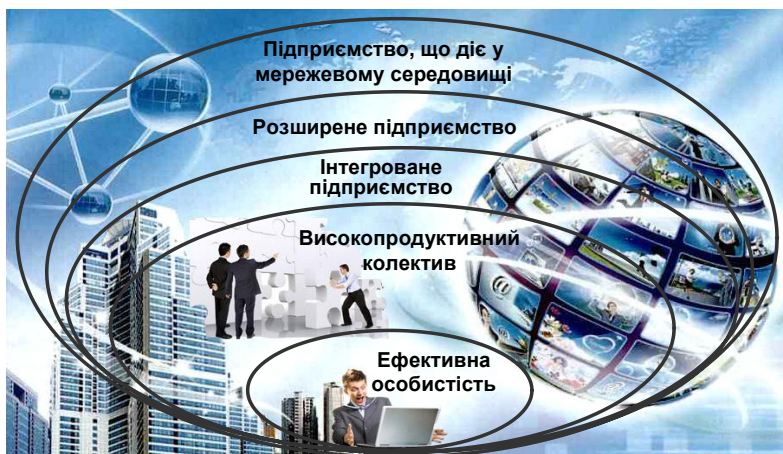



Рис. 1.7. Ланки цифрового суспільства, або електронно-цифрове співтовариство (за Танскоттом)


	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. З яких частин складається інформаційне поле прийняття рішень?</li> <li>2. У чому полягають особливості інформаційного суспільства?</li> <li>3. Які сучасні тенденції впливають на процеси прийняття рішень?</li> </ol>
---	---

### 1.3. СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ЇХ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ

*Покоління розвитку автоматизованих систем.  
Системи підтримки прийняття рішень.  
Інтелектуальні системи прийняття рішень.  
Дорадчі економічні системи*

Поява комп'ютера у середині ХХ ст. була обумовлена необхідністю отримати потужний інструмент для проведення складних математичних

розрахунків з великою швидкістю. Але вже через декілька років завдяки розвитку технічної бази комп'ютерів виникло усвідомлення того, що обчислювальні засоби можна використовувати ще й для обробки інформації та підтримки управлінської діяльності. Багаторічний досвід упровадження та використання комп'ютерних технологій сформував низку визначень систем, що застосовують для автоматизації управління.

	<p><b>Обчислювальна система (<i>computer system</i>), комп'ютерна система (<i>computer system, target of evaluation</i>)</b> – сукупність програмних-апаратних засобів, призначених для обробки інформації.</p> <p><b>Автоматизована система; АС (<i>automated system</i>)</b> – організаційно-технічна система, що реалізує інформаційну технологію і об'єднує обчислювальну систему, фізичне середовище, персонал і інформацію, що обробляється</p> <p><b>Інформаційна система</b> – сукупність організаційних, технічних, програмних і інформаційних засобів, об'єднаних у єдину систему з метою збору, зберігання, обробки й видачі необхідної інформації, призначена для виконання заданих функцій</p> <p><b>Інформаційно-телекомунікаційна система</b> – сукупність інформаційних та телекомунікаційних систем, які в процесі обробки інформації діють як єдине ціле (Закон України про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах)</p>
---	---

В управлінській сфері автоматизовані системи отримали загальну назву *автоматизовані системи управління* (АСУ). Загально визнаним є поділ історичного шляху створення автоматизованих систем у сфері управління на певні етапи – *покоління розвитку* (рис. 1.8).

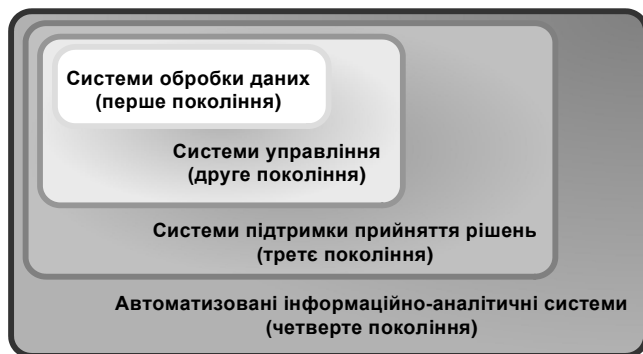


Рис. 1.8. Покоління автоматизованих систем

Перше покоління систем було спрямованим в основному на обробку даних (*Data Processing System – DPS*). Це були АСУ з позадачним підходом та обробкою файлів, що застосовувались на підприємствах в основному для бухгалтерії, обліку кадрів та складського обліку. Тобто сперш була забезпечена діяльність низових і середніх ланок управління підприємствами та виробництвом, характерною ознакою яких є повністю формалізовані процедури обробки інформації. Системи другого покоління використовувались вже для управління підприємством (*Management Information System – MIS*). Основою цих АСУ стали бази даних (БД), які забезпечували структурування інформації, її зберігання у великих об'ємах та інтеграцію окремих функціональних задач у єдиний комплекс.

У цих умовах досягнення усвідомлених, а потім сформульованих цілей управління потребувало створення інструментальних засобів, які дозволяють скоротити витрати, що неминуче виникають завдяки обмежень людськими можливостями в опрацюванні інформації. Тому ще з початку 70-х років ХХ ст. почали інтенсивно провадитися роботи з розробки засобів автоматизованої підтримки прийняття управлінських рішень, у результаті чого були створені й успішно використовуються нові людино-машинні системи – *системи підтримки прийняття рішень* (СППР). У зарубіжній літературі ці системи відомі за назвою *Decision Support Systems* (DSS) або *Decision-Maker Support Systems* (DMSS).

Власне ці системи і сформували третє покоління АСУ. Вони забезпечують обробку слабкоструктурованої інформації, засоби добування даних (*Data Mining*) та використання знань експертів. Ці комп'ютерні системи дають можливість ОПР отримувати необхідні дані та рекомендації для вироблення рішень. При цьому важливо, що СППР дозволяє в інтерактивному режимі моделювати й аналізувати інформацію у такий спосіб, який має бути найефективнішим для вироблення рішення.

Поступово відбулися суттєві зміни в сфері інформаційних технологій. З'явилося і таке нове поняття, як видобування знань (*Knowledge Mining*) та «*управління знаннями*». Розпочався процес пошуку вирішення проблеми визначення механізму «трансформації» інформації в знання і використання цього знання як ресурсу прийняття рішень. Тому сучасні теорії менеджменту та інформаційних технологій у бізнесі базуються вже на концепції отримання знань, принципах побудови *інтелектуальних систем*. Методи застосування людських знань у процесі відтворення штучних систем, що адаптуються до навколишнього середовища, визначили, що мету створення таких систем склала усвідомлена цілеспрямована діяльність людини.

Попит на такого роду засоби породив в рамках штучного інтелекту науковий напрям, головним завданням якого став пошук шляхів забез-

печення використання знань спеціалістів, що мають найвищу кваліфікацію. Потреба в такого роду засобах викликала до життя спектр інформаційних технологій, покликаних допомогти в справі управління виробництвом, торгівлею, кредитною і фінансовою сферами, суспільством в цілому. Найбільш популярними назвами цих технологій є експертні системи, дорадчі системи, інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. Спільною рисою перерахованих технологій можна назвати те, що усі вони в тій чи іншій формі використовують знання людини-експерта.

За роки розвитку сформувалося чимало типів СППР, що відрізняються за різними ознаками – за кількістю користувачів, за технічними характеристиками, в залежності від типів даних, з якими ці системи працюють та ін. У зв'язку із цим на сьогодні не існує єдиної загальної класифікації СППР. Необхідно лише виділити загальноприйнятий поділ систем на концептуальному рівні (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Концептуальна класифікація систем підтримки прийняття рішень

Системи, орієнтовані на комунікації (*Communication-Driven DSS*) підтримують групу користувачів, що працюють над виконанням загальної задачі з напрацювання рішень. Системи, орієнтовані на документи (*Document-Driven DSS*) здійснюють пошук і маніпулювання неструктурованою інформацією, заданою в різних форматах. Іноді вони мають назву

текстово-орієнтованих СППР. Системи, орієнтовані на дані (*Data-Driven DSS*, *Data-oriented DSS*) в основному орієнтуються на доступ і маніпуляції з даними з використанням баз даних. Системи, орієнтовані на моделі (*Model-Driven DSS*) забезпечують використання математичних моделей (статистичних, фінансових, оптимізаційних, імітаційних). Системи, орієнтовані на знання (*Knowledge-Driven DSS*) забезпечують розв'язання задач на основі фактів, правил, процедур з використанням баз знань.

Таким чином ІСППР передусім підвищує ефективність прийняття рішень. На відміну від адміністративних систем, де робиться акцент на інформаційному та аналітичному процесі, у випадку ІСППР найважливішим результатом є ефективність прийняття рішень. Цьому сприяють основні характеристики сучасних ІСППР (рис. 1.10).

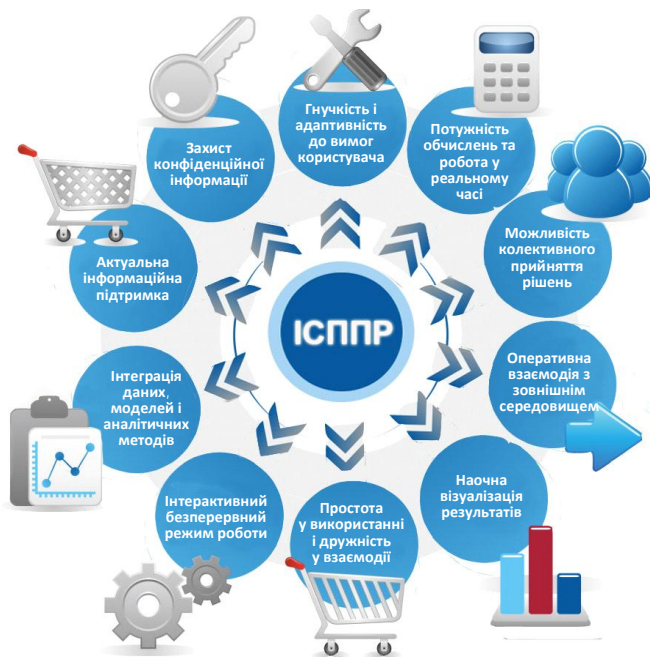


Рис. 1.10. Основні характеристики сучасних інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень

ІСППР дає користувачу допомогу у процесі прийняття рішень і забезпечує підтримку у всьому діапазоні контекстів задач. Думка людини та інформація, що генерується комп'ютером, представляють собою єдине ціле для прийняття рішень. При цьому ІСППР підтримує і посилює (але не

змінює і не відміняє) міркування та оцінку ОНР. Контроль залишається за людиною.

Досягнення найбільш ефективних рішень в ІСППР забезпечується принципом інтерактивного розв'язання задач. Користувач має можливість підтримувати діалог із системою у безперервному режимі. Крім того, у випадку вирішення складних масштабних проблем забезпечується колективне прийняття рішень, коли до процесу у багатокористувачевому режимі залучається необхідна кількість експертів.

Потужність обчислень та робота у реальному часі дозволяє ІСППР виконувати інтеграцію моделей і аналітичних методів із стандартним доступом до даних і вибіркою з них. Для надання допомоги при прийнятті рішень активується одна або декілька моделей. Вміст БД охоплює історію поточних і попередніх операцій, а також інформацію зовнішнього характеру та інформацію про середовище. Наочна візуалізація результатів опрацювання інформації на кожній ітерації у вигляді діаграм, графіків, просторової інформації на електронних картах сприяє поглибленому вивченню ситуації користувачем.

Для ІСППР характерним є й наявність оперативної взаємодія з зовнішнім середовищем та актуальної «підпитки» інформацією завдяки роботі з мережовим оточенням. При цьому на усіх етапах процесу забезпечується захист конфіденційної інформації, адже зазвичай інформація, яка стосується рішень, що приймаються керівниками, може викликати велику зацікавленість конкурентів та зловмисників.

ІСППР орієнтовані на гнучкість і адаптивність для пристосування їх до змін середовища або модифікації підходів до розв'язання задач, які обирає користувач. ОНР має пристосовуватися до змінюваних умов сама і відповідно шляхом надання необхідних запитів підготовлювати до них систему. Водночас ІСППР не нав'язує користувачу визначеного процесу прийняття рішень, а слідує лише за запитами та вказівками користувача.

Разом із тим, ІСППР є простою в роботі (звісно, для осіб, що мають досвід роботи з комп'ютером). Ці системи дружні для користувачів, вони забезпечують просте пересування по системі. Користувач у системі «почуває себе комфортно» і «як удома».

Останнім часом сформувався четверте покоління автоматизованих систем – **автоматизовані інформаційно-аналітичні системи (АІАС)**. В них широко використовуються аналітичні засоби обробки інформації та забезпечуються процеси прийняття рішень. В сучасних АІАС присутні риси (елементи) усіх попередніх поколінь. Суттєвими елементами таких систем власне й є СППР та їх сучасна модифікація – **інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР)**.

Власне ІСППР виокремлюються з множини СППР за такими основними ознаками:

- використання для підтримки рішень знання спеціалістів (експертів);
- відтворення методами штучного інтелекту усвідомлених розумових зусиль людини;
- забезпечення розв'язання проблем прийняття рішень в управлінні, коли максимально ефективно використовуються можливості як людей-експертів (ОПР), так і програмно-технічних засобів.



**Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень; ІСППР** (*Intelligent Decision-Maker Support System, iDMSS*) – інтерактивна комп'ютерна система, призначена для підтримки прийняття рішень у різних сферах діяльності стосовно слабкоструктурованих і неструктурованих проблем, яка ґрунтується на використанні моделей і процедур з обробки даних та знань на основі технологій штучного інтелекту

ІСППР знаходять усе більш широке застосування. Ті з них, що стосуються економічної сфери, умовно об'єднуються під загальною назвою дорадчі економічні системи (ДЕС).

Мета створення ДЕС полягає у:

- наданні управлінському персоналу підприємств знань, яких їм бракує у процесі виконання своїх фахових обов'язків;
- навчанні управлінського персоналу конкретним діям, необхідним для виконання рекомендацій, наданих системою підтримки прийняття рішень із подальшим контролем виконання.

Інструментарій ОПР в ДЕС зазвичай забезпечують *функціональні інформаційні технології*. Функціональні ІТ можна розділити на такі типи:

- ІТ, що констатують, тобто забезпечують користувача необхідною інформацією для розпізнавання існуючої економічної ситуації;
- ІТ моделюючого типу, побудовані на основі застосування математичної моделі, яка дозволяє користувачу оцінити можливі результати прийнятого рішення, відповідаючи на запитання «що робити, якщо?»;
- ІТ, реалізовані у виді експертних систем різноманітного рівня і класу, що дозволяють відповісти на запитання «як зробити, щоб?».



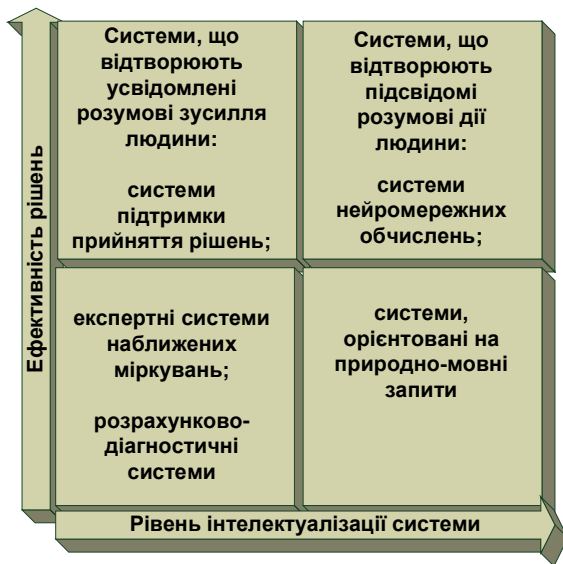
Дорадчі системи призначені для допомоги в справі прийняття рішень, коли виникає проблема пошуку альтернатив і вибору одного правильного (оптимального) рішення

Як показує практика, пошук альтернативних варіантів і побудови функцій, спроможних розрахувати наслідки прийняття того або іншого варіанту, в фінансово-економічній сфері діяльності є справою далеко не простою.

Всі ДЕС, в залежності від рівня інтелектуалізації, умовно розділені на два класи (рис. 1.11):

- системи, що відтворюють усвідомлені розумові зусилля людини (статичні детерміновані або стохастичні системи);
- системи, що відтворюють підсвідомі розумові дії людини (еволюційні системи з нейротехнологіями і генетичними алгоритмами).


Перший клас ДЕС складається з трьох підкласів – системи підтримки прийняття рішень, експертні системи наближених міркувань та розрахунково-діагностичні системи, які, у залежності від ефективності прийняття рішень з використанням цих ДЕС, можна вишикувати як показано на рис. 1.11.




*Рис. 1.11. Загальна класифікація ДЕС за видами відтворених знань людини*

У свою чергу другий клас ДЕС складається з двох підкласів систем – нейромережних обчислень та орієнтованих на природно-мовні запити. Поки що практична реалізація таких систем є складною задачею і справою майбутнього.



	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назвіть покоління розвитку автоматизованих систем управління.</li> <li>2. До якого покоління відносяться ІСППР?</li> <li>3. Що таке дорадчі економічні системи?</li> <li>4. На які класи умовно розділені дорадчі економічні системи?</li> <li>5. До якого класу відносяться системи підтримки прийняття рішень?</li> </ol>
---	--

	<p>Створить таблицю, у рядках якої впишіть типи автоматизованих інформаційних систем за поколіннями їх розвитку. Оцініть, на власний розсуд, переваги кожної для підтримки прийняття рішень та вишикуйте їх у порядку зменшення загальних оцінок.</p>
---	---

## 1.4. ОГЛЯД ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ЇХ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ

*Покоління СППР.*

*Сучасні системи підтримки прийняття рішень.*

*Розвиток штучного інтелекту*

Систематичне вивчення використання комп'ютеризованих кількісних моделей для надання допомоги в прийнятті рішень і плануванні розпочалося з початку 60-х років ХХ ст., переважно американськими дослідниками. Аналіз еволюції СППР з тих років дає можливість виділити 3 покоління СППР (рис. 1.12).



*Рис. 1.12. Еволюція СППР*

Перше покоління розроблялося до 1980-х років. Крім становлення теоретичних розробок, пов'язаних з роботами Герберта Саймона (Herbert A.

Simon) з теорії прийняття та підтримки рішень, інформаційних процесів, це покоління характеризувалося впровадженням систем фінансового планування, DSS на основі електронних таблиць (VisiCalc) та появою систем для групового прийняття рішень. Вже наприкінці 60-х років з'являються перші модельно-орієнтовані СППР (*Model-oriented Decision Support Systems*) або системи управлінських рішень (*Management Decision Systems – MDS*). У 1971 р. опублікована книга першовідкривача DSS М. Мортон (Michael S. Scott Morton) [64], у якій були уперше описані результати впровадження СППР, основаної на використанні математичних моделей. На думку Мортон [63], концепція комп'ютерної підтримки рішень була розвинена на основі «теоретичних досліджень в області прийняття рішень... і технічних робіт із створення інтерактивних комп'ютерних систем». 1975 року Дж. Літл (John D. C. Little) у роботі [59] запропонував критерії проектування СППР у менеджменті. 1978 р. опубліковано підручник з СППР [55], у якому вичерпно описано аспекти створення СППР, а саме аналіз, проектування, впровадження, оцінювання характеристик і розробка. 1980 року опублікована дисертація С. Альтера (S. Alter) [48], у якій він дав основи класифікації СППР. 1981 року Р. Бонзек, К. Холсеппл та Е. Уїнстон (Robert H. Bonczek, Clyde W. Holsapple, Andrew V. Whinston) у книзі [50] створили теоретичні основи проектування СППР. Вони виділили 4 необхідних компоненти, властивих усім СППР (рис. 1.13). 1981 року у книзі [66] Р. Спраг (Ralph H. Sprague) та Е. Карлсон (E. D. Carlson) описали, яким чином на практиці можна побудувати СППР.



Друге покоління СППР формувалося з кінця 1980-х рр. і до 2000-х. Якщо перше покоління систем майже цілком повторювало функції зви-

чайних управлінських систем стосовно комп'ютеризованої допомоги у прийнятті рішень, то СППР другого покоління вже мають принципово нові ознаки, а саме:

- управління даними, яке дозволяє використання необхідної і достатньої кількості інформації про факти, що охоплюють приховані припущення, інтереси і якісні оцінки;
- управління обчисленням і моделюванням, що дозволяє використання гнучких моделей, що відображають засіб мислення ОПР у процесі прийняття рішень;
- інтерфейс користувача, що реалізується програмними засобами та робить можливим створити дружнє користувачу середовище, використовувати звичну мову та безпосередню роботу кінцевого користувача із системою.

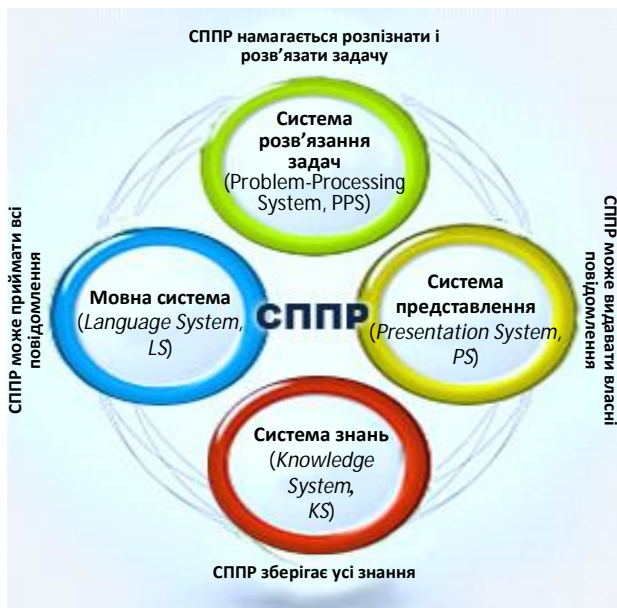


Рис. 1.13. Компоненти, властиві усім СППР  
(Бонзек, Холсепл та Уінстон)

Цей етап пов'язаний перш за все з розвитком оболонок експертних систем для різних апаратних та програмних платформ. З'являються перші системи на основі моделей штучного інтелекту. Вони знайшли застосування для виявлення шахрайства в фінансових операціях, багато медичних діагностичних систем були засновані на ШІ.

У подальші роки на цьому етапі для підтримки прийняття рішень починають активно використовуватись сховища даних, OLAP- та BI (Business Intelligence) інструменти, а також методи обробки великих даних (Big Data). Розвиваються DSS, основані на знаннях, а також впроваджуються веб-DSS та веб-консультаційні системи.

Інтернет створив технологічну платформу для подальшого розширення можливостей та розгортання систем комп'ютерної підтримки прийняття рішень. Наприкінці 90-х виробники ввели нові веб-аналітичні програми. Багато виробників СКБД переключили свою увагу на веб-додатки для розв'язання задач бізнес-аналітики. Початок 2000-х став роками порталу. Постачальниками були введені більш складні «портали знань підприємства», які в поєднанні з інформаційними порталами, управлінням знаннями, бізнес-аналітикою та зв'язком з DSS створювали інтегроване веб-середовище.

В наші часи Інтернет став ще одним типом інфраструктури, подібно до електромереж і доріг, та визначає основні тенденції нового цифрового суспільства. У міру зростання популярності Інтернету і соціальних мереж змінюються переваги і моделі поведінки клієнтів і кінцевих користувачів, внаслідок чого нішевні і локальні ринки скорочуватимуться, а підприємствам доведеться переходити до глобального бізнесу. З іншого боку, шляхом ефективного використання Інтернету, хмарних обчислень і великих об'ємів даних з'являється перспектива використовувати інтелект людей і можливості машин по всьому світу для створення нового загального інтелекту.

Модель нинішнього ІКТ-світу усе більше визначається тріадою cloud-pipe-device (хмара-труба-термінал), де власне телекомунікації знаходяться переважно в «трубі», а інформаційні технології – в «хмарі». Передбачається, що хмарні технології внесуть великий вклад у розвиток СППР, оскільки сама модель хмари, що визначається стандартом NIST SP 800-145 Національного інституту стандартів і технологій США (NIST), відповідає вирішенню проблем автоматизованої підтримки прийняття рішень.

На основі проведеної ретроспективи історичної еволюції систем підтримки прийняття рішень доцільно зазирнути у їх майбутнє, використовуючи такі підходи істориків, щоб застосувати минуле до майбутнього, як міркування за аналогією і проекції трендів. СППР пройшли технологічно складний шлях формування систем різних видів і розмірів, ставши дуже необхідним інструментом у багатьох організаціях. Вочевидь і в подальшому розвиток систем підтримки рішень буде базуватись на нових технологічних розробках і вигравати від прогресу в дуже великих базах даних, штучному інтелекті, телекомунікаціях, засобах моделювання та оптимізації, розробці програмного забезпечення, а також від більш фундамен-

тальних досліджень щодо взаємодії людини з комп'ютером та поведінкових тем, таких як організаційні рішення, планування, теорія прийняття рішень та ін.

Тенденції показують, що СППР, орієнтовані на дані будуть використовувати ще більше, в режимі реального часу, доступ до великих, краще інтегрованих баз даних. Модель-орієнтовані СППР будуть більш складними, але при цьому супроводжуючі візуальні зображення будуть більш реалістичними, точнішими для користувача. Комунікаційні СППР отримують більше можливостей відео в реальному часі. Документальні СППР отримують доступ до більших сховищ неструктурованих даних з одночасним поданням відповідних документів в більш придатних для використання форматах. Нарешті, СППР, основані на знаннях, та інтелектуальні СППР, ймовірно, будуть більш складними й всеосяжними, а поради від них будуть кращими і ефективнішими і охоплювати ширші області.

Системи підтримки прийняття рішень як академічна дисципліна, скоріше за все, слідуватимуть шляхом, схожим на архітектуру комп'ютера і методологію програмного забезпечення, тобто стане більш строгою і більш чітко розмежованою. Дослідження, консалтинг і навчання у цій сфері можуть бути взаємодоповнюючими і допомагати тим, хто зацікавлений у створенні, розвитку та вивченні СППР.

Зважаючи на те, що інтелектуалізація СППР значною мірою буде визначати напрям їх подальшого розвитку, доцільно зробити окремий огляд історії робіт в галузі систем штучного інтелекту (ШІ).

Термін штучний інтелект (*artificial intelligence, AI*) вперше був запропонований 1956 року Джоном Мак-Карті (John McCarthy) на семінарі із аналогічною назвою, присвяченому розробці методів розв'язання логічних задач, що пройшов в Дартмутському коледжі в США.

Перші дослідження у цьому напрямку, присвячені нейронним мережам, були виконані 1956 року У. Мак-Каллоком (Warren Sturgis McCulloch) та Фр. Розенблаттом (Fr. Rosenblatt), який 1962 року створив нейронну мережу, що моделювала роботу системи людського зору і отримала назву перцептрон (від латинського слова «perceptio» – сприйняття).

Суттєвий внесок в становлення нового наукового напрямку внесли такі вчені, як Мак-Карті, який, крім авторства терміну штучного інтелекту, є й автором першої мови програмування для задач штучного інтелекту (ЛІСП), та М. Мінський, автор ідеї та винахідник фрейму та фреймової моделі представлення знань.

60-70-і роки стали епохою інтенсивного пошуку моделей та алгоритмів, здатних вирішувати інтелектуальні творчі задачі, розвитку евристичного програмування. В 60-і роки з'явилися перші програми для гри в

шахи та шашки. Родоначальниками цього цікавого напрямку були вчені А. Ньюелл (A. Newell), Г. Саймон та Дж. Шоу (John Clifford Shaw), які розробили систему GPS (*General problem solver*) – загальний розв’язувач задач. Ця система була з успіхом застосована для пошуку доведень теорем з евклідової геометрії на основі системи аксіом.

Приблизно в цей же час суттєвий прорив в галузі ШІ було зроблено, коли на зміну пошуку універсальних алгоритмів мислення виникла ідея моделювати конкретні знання фахівців-експертів. В США з’явилися перші експертні системи (ЕС), що базуються на знаннях – MYCIN (1976) та DENDRAL (1978), в результаті чого виник та почав застосовуватися новий підхід до розв’язання задач ШІ, заснований на представленні знань.

Окремі напрямки ШІ розвивалися в Японії, де в результаті було створено перший нейрокомп’ютер та перші інтелектуальні роботи.

У колишньому СРСР ще у 1954 році в МДУ ім. Ломоносова почав працювати перший семінар «Автомати і мислення» під керівництвом академіка А.А. Ляпунова, а 1974 року при Президії АН СРСР створено Наукову Раду з проблеми штучного інтелекту, яку очолив академік Г.С. Поспелов. Одночасно радянський математик Ю.С. Маслов зробив вагомий внесок у розвиток логічного висновку, запропонувавши метод зворотного висновку, який дозволяє знайти рішення логічних задач, рухаючись від кінця (наслідку) до початку (посилання).



У 80-і роки в СРСР проводяться активні дослідження в галузі експертних систем. 1988 року створено асоціацію штучного інтелекту.

В Україні наукові дослідження у сфері штучного інтелекту сконцентрувалися в Інституті кібернетики під керівництвом академіка В.М. Глушкова. У 1970-80 рр. розроблялися нові методи, алгоритми розпізнаван-

ня зображень (професори В.А. Ковалевський, М.І. Шлезінгер, В.І. Рибак), розпізнавання мовних сигналів (професор Т.К. Вінцюк), нові алгоритми навчання та самонавчання систем, що розпізнають, створення принципово нового методу індуктивного моделювання складних систем МГУА (академік НАНУ О.Г. Івахненко та його учні). Академік М.М. Амосов провів дослідження з моделювання мислення та психіки. Розробкою інтелектуальних систем планування дій займався професор В.П. Гладун. Внесок у галузь нейронних мереж та нейро-комп'ютерів зробили доктори наук М.Е. Кукуль, О.М. Різник (Інститут проблем математичних машин і систем НАН України) та інші. Також у цій царині необхідно відзначити внесок докторів наук Л.С. Ямпольського (НТУУ КПІ), Е.В. Бодяньського (ХНУРЕ).



В наші часи дослідження з розвитку СППР проводяться в Інституті математичних машин і систем під керівництвом члена-кореспондента НАНУ А.О. Морозова. Моделюванню соціальних об'єктів та розвитку СППР присвячені дослідження в Інституті прикладного системного аналізу НТУУ КПІ, що проводяться М.З. Згуровським, Н.Л. Панкратовою, П.І. Бідюком, Ю.П. Зайченком.



### Контрольні запитання та завдання

1. Назвіть основні покоління розвитку систем підтримки прийняття рішень та зазначте їх основні характеристики.
2. Назвіть необхідні компоненти, властиві усім СППР?



3. У чому полягає роль Інтернету для подальшого розширення можливостей та вдосконалення систем підтримки прийняття рішень?

4. На чому має базуватися інтелектуалізація СППР



Використовуючи джерела Інтернету, зокрема веб-сайти наукових інститутів Національної академії наук України, складіть перелік наукових журналів та науково-практичних конференцій, присвячених питанням створення та розвитку систем підтримки прийняття рішень та їх інтелектуалізації.





## 2. ОСНОВНІ ЕТАПИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### 2.1. ЕТАПИ РОЗРОБКИ ІСППР

*Етапи проектування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.  
Основні результати процесу проектування*

Центральною фігурою використання ІСППР є особа, яка приймає рішення, тому структура і склад системи, що розробляється, визначаються потребами ОПР – інформаційними та інструментальними, які виникають в неї у процесі виконанні службових обов'язків та реалізації поставлених цілей. З цього є очевидним, що основною проблемою при проектуванні ІСППР є аналіз і з'ясування процесу ухвалення рішення ОПР, визначення обмежень, які накладаються на процес ухвалення рішення, а також вибір методів, моделей і обчислювальних процедур, що дозволять зняти подібні обмеження і забезпечити високу ефективність рішень, що приймаються.

В загальному випадку розробка ІСППР, як і будь якої іншої автоматизованої системи управління, складається з трьох основних етапів (рис. 2.1), але зміст яких має урахувати вищенаведені особливості ІСППР. Більш докладно процес розробки представлений у табл. 2.1.

Центральний стовпчик табл. 2.1. показує, які конкретно етапи або дії необхідно виконати для того, щоб спроектувати систему. Для виконання конкретних етапів необхідно мати в розпорядженні спеціальний інструментарій, а також опис результату виконання кожного етапу. Види інструментарію і специфікації результатів наведені відповідно ліворуч і праворуч від центрального стовпця.

Процес проектування починається з того, що визначається необхідність створення ІСППР, а також задача (комплекс задач), для розв'язання якої вона буде створюватись. Зазвичай ця задача ставиться ОПР, що буде використовувати систему, яка є обізнаною у проблемі прийняття конкретних рішень на підставі власного досвіду.

Наступним кроком виконується декомпозиція задачі на елементарні операції й описується виконання цього процесу особою, що приймає рішення

ня. Основна мета цього кроку полягає в визначенні перешкод («вузькі місця»), які необхідно подолати при прийнятті рішень за допомогою системи, що проектується.



Рис. 2.1. Етапи проектування ІСППР

Таблиця 2.1.

### Когнітивний процес проектування ІСППР

Інструментарій (методи та заходи)	Етапи	Проміжні результати
<b>1. Аналіз і декомпозиція процесу прийняття рішення</b>		
	Визначення необхідності створення системи для підтримки прийняття рішень	Протоколи нарад. Наказ про створення системи
Протокол збору даних опитувань і декомпозиції задачі	Визначення задачі прийняття рішень і декомпозиція її на окремі операції	Зведена таблиця опису ситуацій
Протокол збору даних щодо обмежень на процес прийняття рішень	Аналіз і визначення обмежень при прийнятті рішень	Перелік труднощів, специфічних для конкретної задачі
Протокол збору даних щодо припустимих функцій системи	Визначення функціональних можливостей ІСППР	Перелік бажаних функцій системи
Протокол збору даних щодо припустимих вимог	Формулювання вимог ОПР та функціональних вимог	Перелік вимог
<b>2. Функціональне проектування та розробка специфікацій</b>		
Перелік методів і правил для вибору рішення	Визначення необхідних методів і способів автоматизованої підтримки прийняття рішень	Функціональна архітектура системи
	Докладне проектування діалогових вікон, структури керування ІСППР, програмних специфікацій	
<b>3. Реалізація, верифікація та супроводження системи</b>		
	Створення програмної системи і її тестування, протокол тестування	

Для того, щоб чітко вирішити проблему проектування ІСППР, необхідно максимально структурувати процес ухвалення рішення. Така структура представляється докладним, але чітко визначеним протоколом, у якому вказується, які дані необхідно зібрати, і описати всі часткові рішення, що повинні бути прийняті. Результатом виконання цього етапу є структурована таблиця, у яку зводяться всі результати, що відносяться до декомпозиції задачі.

Три наступні етапи з представлених у табл. 2.1 є фазою аналізу і функціонального проектування ІСППР. Спочатку необхідно проаналізувати саму задачу, стосовно якої необхідно приймати рішення, і підхід ОПР до її розв'язку. У процесі цього аналізу визначаються фактори, що створюють перешкоди до розв'язання задачі, якщо це робиться без комп'ютера. Простим інструментом для виконання цієї задачі є опис чіткого переліку загальної інформації, що необхідна для підтримки ухвалення рішення. Табулювання ситуацій, пов'язаних із прийняттям рішень, дозволяє конкретизувати зв'язані з ними конкретні обмеження. Таким чином, результатом виконання іншого етапу проектування ІСППР є перелік конкретних труднощів, що виникають при прийнятті рішень щодо конкретної проблеми.

Наступним кроком процесу проектування є ідентифікація (визначення) тих труднощів (перешкод) при прийнятті рішень, що можуть бути цілком або частково усунуті завдяки застосуванню обчислювальних процедур. На цьому етапі необхідно скласти перелік функцій з прийняття рішень, які можна перенести на комп'ютер. Цей перелік у деякій мірі буде схожий на список перешкод, складений на попередньому етапі. Тобто, тут необхідно конкретно вказати, які з перешкод можуть бути усунуті при прийнятті рішень і за рахунок використання яких методів. визначити набір комп'ютерних алгоритмів, які необхідно використовувати для подолання вузьких місць, пов'язаних з оперативним прийняттям ефективних рішень.

На останньому етапі фази функціонального проектування встановлюється відповідність між бажаними функціями ІСППР і одним або більше методами, що підтримують реалізацію цих функцій і є сумісними з процесом прийняття рішень користувачем системи. Це досить складне завдання, що вимагає визначення сумісності між спеціальними функціями системи з загальними принципами побудови системи. Необхідна сумісність забезпечується функціонально організованою класифікацією методів створення ІСППР, а також множиною правил узгодження індивідуальних методів ІСППР конкретними задачами на основі характеристик задач і ОПР. Подібні правила застосовуються до переліку бажаних функцій з метою визначення конкретних обчислювальних процедур, що будуть реалізовані в рамках проектованої системи.



Сполучення функцій системи з обчислювальними процедурами дає можливість створити так звану *функціональну архітектуру* ІСППР.

Інші етапи проектування і створення ІСППР деталізують процес реалізації створеної на попередніх етапах функціональної архітектури. Конкретні обчислювальні процедури зв'язуються з відповідними задачами системи за допомогою аналізу даних, інженерії знань та інших методів. Після сполучення функцій і процедур реалізується етап програмування окремих модулів системи. На цьому етапі також розробляється і програмується інтерфейс між користувачем і машиною.

Таким чином, результатом процесу проектування має бути:

- 1) визначення типу ІСППР, яку вибрано для проектування та реалізації;
- 2) опис призначення ІСППР;
- 3) клас ДЕС, до якого відноситься система;
- 4) стратегії при прийнятті рішення, які пропонуються;
- 5) декомпозиція процесу ухвалення рішення на елементарні операції й опис виконання цього процесу особою, що приймає рішення;
- 6) таблиця опису процесу прийняття рішень;
- 7) визначення «вузьких місць» у процесі прийняття рішень;
- 8) основні функції для підтримки прийняття рішень з боку ОПР та відповідні технології;
- 9) проектування ІСППР на функціональному рівні;
- 10) перелік етапів, які будуть використовуватись для проектування ІСППР, та проміжних продуктів.

У наступному параграфі розглянемо докладніше основні етапи проектування за табл. 2.1.



### **Контрольні запитання та завдання**

1. Назвіть основні етапи проектування ІСППР
2. Що необхідно мати в розпорядженні для виконання конкретних етапів?
3. Які проміжні продукти мають бути отриманими на етапі аналізу і визначення обмежень при прийнятті рішень?



За темою вашого дипломного (курсового) проекту, або, у разі їх відсутності, на прикладі прийняття рішень у вибраній вами іншій сфері (при виконанні завдань до розділу 1) довільній сфері наведіть опис основних етапів прийняття рішення у цій сфері. Матеріали оформіть у вигляді звіту.

## 2.2. ВИЗНАЧЕННЯ І ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Декомпозиція задачі прийняття рішень.  
Аналіз ситуації з прийняття рішення у ме-  
жах біхевіористичних і когнітивних обмежень.  
Формат опису ситуації з прийняття рішення*

Створення опису й аналіз задачі прийняття рішень – це, фактично, основний етап при проектуванні системи. Якщо не встановити із самого початку обмеження на функції і дані системи, то всі подальші зусилля можуть виявитися даремними, оскільки вони можуть виходити за рамки можливостей створеної ІСППР. Особи, що приймають рішення, які звикли бачити весь процес «у цілому», можуть мати істотні труднощі з використанням системи, що змусить звести їхнє бачення до досить вузької перспективи.



Досвід свідчить про те, що коли ІСППР «бачить» рішення у вузькому ракурсі, то користувач (ОПР) не може скористатися нею в тому обсязі, як планувалося, або ж приймає навіть гірші рішення, ніж без системи

Наведений вище аналіз процесу прийняття рішень людиною створює основу для опису й аналізу задачі прийняття рішень при проектуванні ІСППР. У процесі виконання своєї задачі проектувальник змушений постійно рухатися в двох напрямках: аналізувати те, що в дійсності має місце в поточній ситуації, і як ОПР сприймає і представляє для себе цю ситуацію. Відповідно до принципу руху до поставленої мети, проектувальник повинен описати ієрархію процесу ухвалення рішення особою, що його приймає. Створювана ієрархія включає перелік подій і проміжних цілей.

Необхідно також об'єднати два напрямки мислення – шлях зовнішнього розуміння проблеми і внутрішній когнітивний шлях, по якому йде ОПР. Це дасть можливість уточнити ті сторони процесу прийняття рішень, де необхідно застосувати комп'ютерні способи для його підтримки.

Декомпозиція задачі виконується в два етапи. На першому етапі встановлюються границі між окремими ситуаціями, що є важливими з погляду ОПР. Ця задача вирішується шляхом *декомпозиції головної мети*. Потім кожна ситуація докладно описується за допомогою структурованого формату.

***Декомпозиція мети.*** Вище було сказано, що поведінка людини має цілеспрямований характер і процес прийняття рішень не є виключенням.

Коли приймається рішення, воно має визначену мету. Першим кроком виконання аналізу проблеми, у відношенні якої приймається рішення, є встановлення й опис цілей, що ставить перед собою ОПР. Декомпозиція цілей виконується відповідно до двох наступних принципів:

- процес прийняття рішень розглядається як прагматичний процес, перед яким поставлена конкретна мета;
- процес прийняття рішень має ієрархічний характер; при цьому спочатку визначаються більш загальні цілі, а потім конкретні.

Ключовим моментом процесу прийняття рішень, як прагматичного процесу, є висвітлення тих подій, що знаходяться в центрі уваги ОПР. Що відбудеться, якщо було прийняте правильне рішення і досягнута поставлена мета? У більшості випадків ОПР має чітке представлення про процес і шляхом опитування легко встановити, яку конкретну мету вона поставила перед собою. Кожну дію, що повинна мати місце в процесі ухвалення рішення, називають *цільовою подією*. Як правило, це фізичні події, такі як підвищення доходу до заданого рівня, досягнення бажаних характеристик системи і т.п.

Після того як визначено мету верхнього рівня, необхідно докладно заповнити щонайменше один рівень під кожною метою верхнього рівня.

ОПР встановлює, які кроки (етапи), дії, функції необхідно виконати щоб домогтися поставленої мети. Їх можна визначити як цілі нижнього рівня, що спрямовані на досягнення мети верхнього рівня. Кожна мета верхнього рівня, що впливає з декомпозиції задачі, має свій конкретний контекст для ухвалення рішення. Для досягнення головної мети верхнього рівня ОПР встановлює компроміс між усіма цілями нижнього рівня і функціями, що необхідні для досягнення головної мети. Діяльність, пов'язана з досягненням деякої мети верхнього рівня, визначається як *ситуація ухвалення рішення* для цієї мети.

Філософія проектування ІСППР базується на тому, що підтримка прийняття рішень повинна зосереджуватися на ситуативному рівні, навколо головної мети, для досягнення якої створюється система. Навіть якщо ІСППР використовується для підтримки прийняття рішень на нижньому рівні, все рівно вона повинна бути орієнтованою на ту ситуацію ухвалення рішення, частиною якої є мета нижнього рівня. Це необхідно для того, щоб інтегрувати подальше рішення, прийняте стосовно нижнього рівня, в процес ухвалення рішення щодо головної мети. Таким чином, проектувальник системи повинен побудувати щонайменше один інструмент підтримки прийняття рішень для досягнення кожної мети верхнього рівня.

Якщо між цілями самого верхнього рівня існують взаємозв'язки і досягнення цілей повинне виконуватися паралельно, то необхідно проек-

тувати систему з урахуванням цих можливостей і потреб. Необхідно вказати, що ІСППР не повинна проектуватися для досягнення мети проміжного рівня, навіть якщо це найпростіший шлях з обчислювальної точки зору. Зі сказаного випливає, що після виконання декомпозиції головної мети подальший аналіз і опис повинні будуватися таким чином, щоб процес проектування був зосереджений на індивідуальних ситуаціях прийняття рішень.

**Опис ситуації з прийняття рішення.** Прагматичний підхід до проектування ІСППР вимагає глибокого розуміння фізичної, інформаційної і контекстної поведінки, у якій повинна працювати система та ОПР. Це розуміння починається із детального опису ситуацій з ухвалення рішення. Існує два боки опису: більш традиційним є біхевіористично-фізичний опис, а сучасним, більш перспективним – *когнітивний опис*. Враховуючи дуалізм цих напрямків (рис. 2.2) та використовуючи такий подвійний опис процесу можна знайти ті «вузькі місця» процесу прийняття рішень ОПР, які потребують допомоги з боку комп'ютера, а також застосування інтелектуальних засобів.



**Біхевіоризм** (від *behavior* – поведінка) – один з напрямів психології, що зводить поведінку людей до механічних, машиноподібних актів у відповідь на зовнішні подразнення

**Когнітивність** (лат. *cognitio*, «пізнання, вивчення, усвідомлення») – термін, що використовується у кількох контекстах, які досить сильно одне від одного відрізняються, що позначає здатність до розумового сприйняття й переробки зовнішньої інформації. У психології це поняття посилається на психічні процеси особистості й особливо на вивчення й розуміння так званих «психічних станів» (тобто переконань, бажань і намірів) у термінах обробки інформації. Особливо часто цей термін уживається в контексті вивчення так званого «контекстного знання» (тобто абстракції та конкретизації), а також у тих областях, де розглядаються такі поняття, як знання, уміння або навчання.

Термін «когнітивність» також використовується в більш широкому смислі, позначаючи сам «акт» пізнання або саме знання. У цьому контексті він може бути інтерпретований у культурно-соціальному змісті як такий, що позначає появу й «становлення» знання й концепцій, пов'язаних із цим знанням, що виражають себе як у думці, так і в дії

Для того щоб застосувати цей підхід на практиці, необхідно докладно структурувати і описати весь процес прийняття рішень. Структура опису створюється за допомогою двох інструментів.



Рис. 2.2. Подвійність опису ситуації з прийняття рішення

Першим інструментом є формат опису, що базується на широких категоріях аналізу, загальних для більшості рішень. Іншим інструментом є протокол збору даних і опитування (збір інтерв'ю), складені таким чином, щоб зібрати конкретну докладну інформацію з кожної широкої категорії, необхідної для аналізу труднощів прийняття рішень і визначення необхідності підтримки їхнього прийняття.

Формат опису ситуації з ухвалення рішення складається з восьми категорій (рис. 2.3).

1. *Ситуативні цілі.* У цій частині документуються результати декомпозиції головної мети. Описується головна мета верхнього рівня, на якій зосереджується процес прийняття рішень і когнітивна обробка даних у конкретній ситуації з прийняття рішень.

2. *Необхідність використання суджень.* Незалежно від того наскільки глибоко проаналізована проблема, може залишитися частина суджень (розумових висновків), що неможливо точно описати. Експерт виконує подібну розумову роботу, але не може дати точний опис того, як він це робить. Таку погано обумовлену і погано структуровану частину задачі прийняття рішень називають «судженням». Незважаючи на те, що більшість процесів, зв'язаних із процесом суджень експерта, перебувають за межами можливостей комп'ютера, існують методи, що допомагають реалізувати кількісні судження.

3. *Динаміка виконання задачі.* В іншій частині ситуативного опису визначається динамічний контекст, до якого відноситься конкретна ситуація. При цьому можливі такі альтернативи:



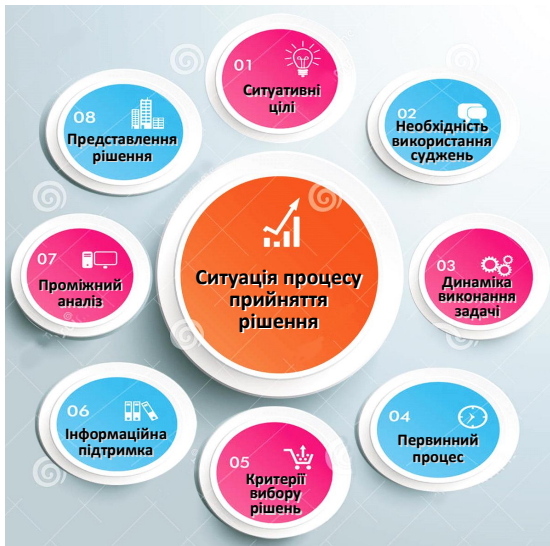


Рис. 2.3. Формат опису ситуації з прийняття рішення

- ітеративний аналіз і створення опису – ситуація, що була проаналізована, розглядається знову;
- послідовний аналіз ситуативних даних, коли наступний крок розглядається як наслідок виконання попереднього;
- простий опис, що не має потреби в повторному розгляді або аналізі зв'язків з попередніми кроками.

Документування динаміки задачі є корисним з погляду проектування архітектури управління ІСППР, оскільки структура системи повинна відображати основну динаміку задачі (наприклад, ІСППР, що проектується для ітеративних ситуацій із прийняття рішень, повинна мати замкнуту циклічну структуру). Крім того, деякі конкретні прийоми проектування ІСППР можуть бути застосовані тільки до ситуацій із прийняття рішень для конкретної динаміки задачі.

4. *Первинний (вихідний) процес.* Задачі прийняття рішень завжди мають відношення до реальних конкретних процесів, що мають детерміновані і стохастичні характеристики (або елементи). Оцінка потенційних дій у напрямку досягнення головної мети залежить, таким чином, від впливу обраної стратегії дій на конкретний процес. При цьому виникає два види проблем. Часто буває так, що наявної інформації про процес недостатньо для ефективного прогнозування його розвитку. Але навіть якщо обсяг інформації достатній, то завжди виникають труднощі з про-

гнозуванням розвитку процесу в часі і просторі. Опис цього аспекту процесу прийняття рішень повинен виходити з двох наступних перспектив:

- зовнішньої, або біхевіористичної перспективи, тобто опису фізичних процесів, з якими буде взаємодіяти ОПР;
- внутрішньої, або когнітивної перспективи, тобто опису розуміння і сприйняття процесу і динаміки його розвитку з погляду ОПР.

5. *Критерії вибору рішення.* Більшість рішень розглядаються по-різному різними ОПР. Це пояснюється тим, що вони користуються різними критеріями для оцінювання конкретного вибору. Однією з труднощів, з якими змушені зустрічатися ОПР, є об'єднання різних критеріїв вибору на множині альтернатив (або навіть для однієї альтернативи). У багатьох випадках це проблема знань, у якій найкращі (або просто гарні) стратегії і правила вибору альтернативного критерію є не зовсім чіткими або ж невідомі взагалі. Додаткові труднощі виникають у випадках, коли ці критерії носять числовий характер, у зв'язку з чим виникає необхідність виконання складних числових маніпуляцій у процесі їхнього об'єднання.

Багато систем підтримки прийняття рішень накладають кількісні критерії на самих ОПР, наприклад, у грошових, виробничих або часових одиницях. Визначення цих критеріїв вибору, що повинне об'єднати ОПР, а також визначення змісту такого об'єднання відіграють важливу роль з погляду забезпечення підтримки для цієї частини процедури прийняття рішень.

6. *Інформаційна підтримка.* Найістотніша різниця між умовами діяльності сучасної ОПР і ОПР попередніх поколінь полягає в об'ємі наявної інформації, що розглядається. Раніше багато рішень приймалися при наявності невеликих обсягів інформації. На сьогоднішній день рішення приймаються при наявності таких обсягів інформації, що досить часто перевищують необхідний. Оскільки час, що надається для ухвалення рішення, завжди обмежений, то така ситуація може приводити до витоку важливої інформації. Можна виділити такі три види інформації, з яким має справу ОПР:

- вихідна інформація, що має безпосереднє відношення до ухвалення рішення і динамічно змінюється на кожній ітерації ухвалення рішення;
- інформація про параметри процесу, що має безпосереднє відношення до ухвалення рішення, але не змінюється динамічно на кожній ітерації ухвалення рішення; значення параметрів можуть змінюватися в різних циклах процесу ухвалення рішення;

- вихідна інформація, що одержує ОПР на основі перших двох видів інформації і яка спрямована на підтримку процесу ухвалення рішення в цілому, і є безпосередньо частиною загального рішення.

Розглянутий опис необхідний для можливої розробки і створення бази даних або знань для ІСППР.

7. *Проміжний аналіз.* Очевидно, що досвідчені ОПР (експерти) завжди привносять свої власні придбані знання і досвід у процес прийняття рішень. Вони розкривають специфічні властивості ситуації з прийняття рішень, що можуть надати допомогу у виборі стратегії дій і вибрати, таким чином, оптимальне рішення. Досвідчений експерт знає, як виконати проміжний аналіз ситуації з ухвалення рішення і, завдяки цьому, використовує дуже специфічні проблемно-орієнтовані стратегії прийняття рішень. Такий проблемно-орієнтований проміжний аналіз може бути ефективно виконаний за допомогою допоміжних засобів, наприклад ЕОМ. Однак, це можливо тільки в тому разі, коли проектувальник ІСППР знає, що представляє собою і з чого складається процес мислення експерта. Ідентифікація й опис цього процесу складає предмет проміжного аналізу.

8. *Представлення рішення.* Досвідчений експерт з прийняття рішень має свій «алгоритм» мислення і представлення задачі, а тому вирішує її швидко й ефективно. Фактично для всіх експертів характерним є тенденція обмірковування тактичних ситуацій у досить абстрактній формі. Наприклад, досвідчений шахіст розмежовує шахівницю на «зони», що знаходяться під контролем чорних, білих або займають нейтральне положення. Таке представлення допомагає правильно планувати і робити ходи і зв'язувати їх з головною метою – поставити мат королю. Тому важливо спроектувати ІСППР (особливо інтерфейс користувача) так, щоб вона відображала проблему в такому ж вигляді, як це робить експерт. Подібні абстрактні методи представлення проблеми виявляють своє втілення у візуальних образах і картинах. Визначення цього розумового представлення проблеми експертом дає можливість знайти основу для створення комп'ютерної графіки в межах інтерфейсу користувача.

Розглянутий формат опису проблеми, що базується на протоколі декомпозиції задачі, корисний з погляду визначення вербальних характеристик ситуацій, що мають місце при прийнятті рішень. Нарешті, корисно створити скорочений опис, що займав б одну сторінку у вигляді таблиці. Формат такої таблиці представлений на рис. 2.4.

**Ситуація з ухвалення рішення:** (назва ситуації або проблеми).

**Динаміка задачі:** (тип динаміки: ітерації в замкнутому циклі, послідовність дій або одноразова дія).

**Ситуативні цілі:** (ціль найвищого рівня, що визначає ситуацію і яка виражена через події - фізичні або інші, котрі можна спостерігати).

**Критерії оцінки:** (перелік індивідуальних критеріїв, за допомогою яких буде оцінюватися можливе рішення).

**Фізичний процес:** (тут дається короткий опис (одна пропозиція) основного процесу, щодо якого приймається рішення).

**Інформаційна підтримка:**


Входи	Виходи	Параметри
Перелік інформації, яка може бути використана при прийнятті рішення і яка може змінити значення в процесі роботи.	Перелік інформації, яка створюється в процесі прийняття рішення; наприклад, відносно різних аспектів рішення.	Перелік інформації, яка може бути використана при прийнятті рішення і не змінюється на протязі однієї ситуації, але може змінюватися в подальшому.


**Проміжний аналіз:** (перелік етапів процесу ухвалення рішення, що виконує ОПР, приймаючи рішення без комп'ютера).

**Представлення ситуації:** (короткий опис ухвалення рішення ОПР і які засоби (лінгвістичні, візуальні і т.п.) використовуються).

**Необхідні судження:** (перелік евристичних суджень, що повинна виконати ОПР при ухваленні рішення).

*Рис. 2.4. Формат таблиці для опису ситуації процесу прийняття рішень*

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Які етапи передбачає декомпозиція задачі?</li><li>2. Що таке ситуація ухвалення рішення?</li><li>3. Який підхід до опису процесу підтримки рішень є більш перспективним? Чому?</li><li>4. Які категорії складає формат опису ситуації з ухвалення рішення?</li><li>5. У чому полягає найістотніша різниця між умовами діяльності сучасної ОПР і ОПР попередніх поколінь?</li></ol>
--	--

	<p>За темою вашого дипломного (курсового) проекту або на прикладі прийняття рішень у вибраній вами іншій сфері (при виконанні завдань до розділу 1) довільній сфері наведіть опис ситуацій процесу прийняття рішення у форматі таблиць за рис. 2.4. Матеріали оформіть у вигляді звіту.</p>
---	---

### 2.3. АНАЛІЗ СИТУАЦІЙ З МЕТОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ «ВУЗЬКИХ МІСЦЬ» ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

*Визначення обмежень (труднощів) процесу прийняття рішень.*

*Зв'язок загальних труднощів із прийняттям рішень з категоріями для опису ситуацій із прийняття рішень*

Наведена вище методика опису процесу проектування ІСППР поєднує проблемно-орієнтований аналіз зовнішнього оточення, зв'язаного з прийняттям рішень, з когнітивним аналізом цілей і процесом мислення досвідченої особи, що приймає рішення. На наступному етапі проектування ІСППР аналізується опис ситуації з метою ідентифікації тих «вузьких (слабких) місць» процесу прийняття рішень, де необхідна допомога комп'ютера. Надалі необхідно визначити конкретні обчислювальні процедури для включення в ІСППР.

***Визначення обмежень (труднощів) процесу прийняття рішень.***

В літературі визначено, що існує шість загальних моментів, пов'язаних з необхідністю використання засобів підтримки прийняття рішень (рис. 2.5). Вони є загальними для більшості ситуацій із прийняття рішень і мають відомі форми обчислювальної підтримки. Ці шість моментів можна розглядати як «вузькі місця» у процесі прийняття рішень ОПР (які працюють без засобів підтримки прийняття рішень). Такий підхід збігається з вищеописаною ідеологією. Як тільки вдається визначити слабкі місця процесу прийняття рішень, стає можливим вибрати необхідну технологію для посилення цих місць за допомогою відповідних логічних і обчислювальних процедур. Розглянемо коротко шість зазначених моментів.

1. *Неможливість прогнозувати процес.* Численні дослідження показують, що більшість людей мають труднощі з прогнозуванням подій у майбутньому. Це особливо відноситься до тих випадків, коли в протіканні реальних процесів спостерігається невизначеність.



Труднощі пов'язані з наступними основними обмеженнями когнітивної архітектури людини: інформаційні потреби при розв'язанні задач перевищують можливості робочої пам'яті; існує висока потреба у вивченні і запам'ятовуванні дуже багатьох подробиць; крім того, дуже часто виникає необхідність у виконанні досить складних об'ємних обчислень

Багато ОПР відчувають труднощі з прогнозуванням подій, а тому покладаються на свій досвід і загальну евристику. З іншого боку, комп'ютер цілком вирішує задачу прогнозування за допомогою ряду процедур, якщо є відповідна інформація спостережень. Тому цю задачу необхідно перекладати на ЕОМ.



Рис. 2.5. «Вузькі місця» у процесі прийняття рішень ОПР

2. *Труднощі з об'єднанням атрибутів і цілей.* У більшості ситуацій із прийняття рішень ОПР має у своєму розпорядженні кілька атрибутів або критеріїв, що використовуються для опису очікуваного результату після ухвалення рішення. Такі критерії і їхні комбінації часто бувають нечітко визначеними або субоптимальними. У таких випадках ОПР може скористатися знаннями більш досвідчених експертів із прийняття рішень. Доступ до їхніх знань можна організувати за допомогою бази знань. Навіть якщо ОПР має у своєму розпорядженні чіткі правила для порівняння альтернатив, знайти найкращу буває досить складно, що зумовлено необхідністю обробки числових атрибутів. Такі обчислення легко і швидко може виконати комп'ютер.

3. *Труднощі з обробкою даних, що необхідні для прийняття рішень.* Як правило, у ОПР виникають труднощі з використанням усієї наявної інформації при ухваленні рішення. Мається на увазі, що вся інформація повинна пройти через обмежену робочу пам'ять ОПР, а також те, що процес «пошуку і читання» інформації з довгострокової пам'яті не характеризується високою надійністю. У зв'язку з цим ОПР може просто застосу-

вати правило «вгадування» замість того щоб скористатися істинною інформацією. Таким чином, і в цьому випадку необхідно скористатися допомогою комп'ютера, який забезпечує швидкий і надійний пошук інформації у великих обсягах пам'яті.

4. *Проблеми з аналізом і логічними висновками.* ОПР знають, як необхідно обмірковувати задачу, але часто не можуть виконати цю задачу внаслідок обмежених ресурсів пам'яті і часу. ОПР може знати, наприклад, що можна знайти оптимальне рішення шляхом порівняння багатьох альтернатив, але знає і те, що це неможливо зробити за відведений для цього проміжок часу. Подібні труднощі виникають внаслідок загальних обмежень людини з погляду можливості обробки великих обсягів інформації, таких як обмеження робочої пам'яті, труднощі обробки великих масивів чисел і складних обчислень і прогнозування значень параметрів. Необхідно також відзначити, що тип аналізу і необхідність виконання логічного висновку істотно відрізняються для різних практичних задач. Але в більшості випадків існує можливість створення комп'ютерної підтримки у виді алгоритму, що буде виконувати функції логічного висновку.

5. *Труднощі з візуалізацією результатів.* Для людини природно використовувати звичне для неї візуальне представлення процесу розв'язку тієї або іншої задачі. Але це досить складний процес, особливо якщо в процесі рішення присутні масиви числових даних. Це ще один приклад того, що людина не може розумово виконувати складні обчислення. Задача полегшується, якщо для візуалізації застосувати комп'ютер. Візуалізація не тільки дає загальне представлення про хід процесу мислення, але і допомагає його виконувати. Наприклад, вона набагато полегшує прогнозування наслідків прийняття того або іншого рішення.

6. *Неточність процесу евристичних суджень.* Можна привести багато прикладів, коли ОПР змушена робити логічні висновки, які можна пояснити тільки з погляду суджень, тобто без застосування числових критеріїв. Досвідчені ОПР можуть робити такі судження з високою якістю і точністю, але коли зустрічаються кількісні моделі й аспекти, то спостерігається систематичний зсув оцінок або «шум». Це зумовлено загальною обмеженістю людини виконувати складні кількісні операції і труднощами «читання» даних з довгострокової пам'яті. У даному випадку комп'ютер не може конкурувати з людиною з погляду реалізації суджень, але його можна використовувати для усунення «зсуву» або фільтрації шуму. Комп'ютер можна також використати для порівняння поточно-го рішення з минулими варіантами розв'язків і результатами.


Розглянуті шість загальних труднощів із прийняттям рішень досить тісно пов'язані з категоріями, що були використані вище для опису ситуацій із прийняття рішень (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Зв'язок загальних труднощів із прийняттям рішень з категоріями для опису ситуацій із прийняття рішень

Таке представлення допомагає структурувати процес підтримки прийняття рішень. Наведена вище табл. 2.1 і декомпозиція ситуації з ухвалення рішення розглядаються етап за етапом з метою виявлення труднощів ОПР при прийнятті рішень без допоміжних засобів. В результаті одержують перелік проблемно-орієнтованих труднощів, що є прикладами шести розглянутих вище загальних моментів.

Очевидно, що інформаційне забезпечення і процес ухвалення рішення можуть відрізнятися для конкретних задач, тому потреби в допомозі при ухваленні рішення можуть носити різний характер. У більшості випадків необхідно забезпечити кілька видів комп'ютерної підтримки, але дуже рідко буває, що підтримка необхідна за всіма шістьма пунктами.

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назвіть загальні моменти («вузькі місця»), пов'язані з необхідністю використання автоматизованих засобів підтримки прийняття рішень.</li> <li>2. З чим пов'язані в ОПР труднощі з обробкою даних, що необхідні для прийняття рішень?</li> <li>3. Які проблеми з аналізом і логічними висновками існують в ОПР в процесі прийняття рішень?</li> </ol>
---	---





За темою вашого дипломного (курсового) проекту або на прикладі прийняття рішень у вибраній вами іншій сфері (при виконанні завдань до розділу 1) довільній сфері наведіть загальні труднощі із прийняттям рішень та покажіть їх зв'язок з категоріями, що використовуються для опису ситуацій із прийняття рішень. Матеріали оформіть у вигляді звіту.

## 2.4. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### *Основні функції підтримки прийняття рішень*

При проектуванні ІСППР зазвичай розглядаються основні шість функцій підтримки прийняття рішень (рис. 2.7).



*Рис. 2.7. Основні функції підтримки прийняття рішень в ІСППР*

Функція *моделювання процесу* забезпечується в ІСППР шляхом використання існуючих моделей реальних процесів (або створення нових моделей) для формування підсистеми прогнозування їхнього протікання і підсистеми синтезу оптимальних рішень на основі поточних даних (спостережень).

За допомогою математичних методів можна знайти математичний опис або правила *моделювання критеріїв* різних варіантів рішень для автоматичного об'єднання атрибутів, які їх характеризують, що знімає когнітивні обмеження ОПР.

Як зазначалося, в сучасних умовах для підтримки прийняття рішень потрібний значний об'єм інформації. Для управління процесами збереження, читання й обробки інформації, даних, знань (*інформаційний менеджмент*) використовують сучасні комп'ютерні технології. Завдяки цьому значно розширюються можливості ОПР із прийняття рішень і обробки даних.

Для часткової або повної автоматизації процесу *аналізу та логічного висновку* необхідно використовувати методи штучного інтелекту і чисельні методи. Це дасть можливість підвищити якість результату і зменшити час на розв'язок подібної задачі.

Важливе місце при прийнятті рішень відіграють *способи представлення результатів* розрахунків та моделювання. Сучасні засоби комп'ютерної графіки й інструментарій для обробки мов дозволяють суттєво підвищити якість подання результатів для ОПР.

Функція *підвищення якості суджень* реалізується з метою усунення систематичних помилок, що випливають з деяких кількісних евристичних суджень людини. Для цього необхідно впроваджувати статистичні й інші методи корекції результатів.



### Контрольні запитання та завдання

Назвіть основні функції підтримки прийняття рішень, що зазвичай розглядаються при проектуванні ІСППР.



За темою вашого дипломного (курсового) проекту або на прикладі прийняття рішень у вибраній вами іншій сфері (при виконанні завдань до розділу 1) довільній сфері наведіть основні функції підтримки прийняттям рішень та опишіть їх особливості. Матеріали оформіть у вигляді звіту.

## 2.5. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІСППР

*Вибір технології та методів для реалізації ІСППР.*

*Технологічний інструментарій, що використовується при проектуванні і реалізації ІСППР*

Наступним і останнім етапом функціонального проектування є вибір конкретних обчислювальних процедур для реалізації кожної функції ІСППР у рамках зовнішніх і когнітивних обмежень, що впливають на прийняття рішень, а також наявної групи експертів для проектування ІСППР.

Функціональне проектування ІСППР представляє собою когнітивний інженерний процес, що містить у собі двоетапне узгодження даних, що надходять від конкретного опису ситуації з прийняття рішень, з технологічною базою системи підтримки прийняття рішень. Перший етап уже розглянуто.

Конкретні потреби в підтримці прийняття рішень вже виявлені на етапі визначення функціональних вимог. Потреби в підтримці прийняття рішень визначають функції, що повинна виконувати ІСППР. На наступному етапі конкретні потреби в підтримці рішень узгоджуються з індивідуальними методами ІСППР на основі фізичних атрибутів конкретної ситуації і процесу прийняття рішень ОПР без допоміжних засобів. У такий спосіб відбувається перетворення потреб у підтримці прийняття рішень у функціональний проект.

Основним інструментом, який необхідно мати на цьому етапі, є чітке визначення і категоризація технологічної бази ІСППР, що, у свою чергу, базується на функціях і потребах, розглянутих вище. Шість видів технологічного інструментарію, що використовується при проектуванні і реалізації ІСППР, наведено на рис. 2.8.

Кожна технологічна категорія складається з ряду конкретних методів, що можуть бути використані в конкретних випадках створення системи з метою реалізації функцій підтримки (рис. 2.8). Організація методів у межах кожної категорії базується на специфічних рисах або вимірах, що визначають ступінь їхньої продуктивності в конкретному випадку.

Так, засоби моделювання процесу можуть бути механістичні і аналітичні, детерміновані і стохастичні, лінійні і нелінійні і т.ін. Для моделювання критеріїв використовуються аспектні моделі, моделі у вигляді правил, мультиатрибутний вибір альтернатив та ін. Методи аналізу і логічного вис-

новку передбачають числову і символічну обробку даних про процес, а також методи штучного інтелекту, як то нейронні мережі, генетичні алгоритми та еволюційне моделювання, розпізнавання образів, тощо.



Рис. 2.8. Види технологічного інструментарію, що використовується в ІСППР

Підтримку суджень забезпечують структурування рішення, байесовське оновлення, адаптивне моделювання та екстраполяція та ін. Множину методів представлення результатів можна подати рисунком 2.9.



Рис. 2.9. Множина методів представлення результатів, що використовуються при проектуванні і реалізації ІСППР

Таким чином, класифікація, представлена на рис. 2.8, не тільки дає перелік можливих методів, але і підкреслює ті конкретні риси проблеми з прийняття рішень, які необхідно розглядати при виборі конкретного методу для його реалізації в рамках ІСППР. Очевидно, що сам по собі рис. 2.8 ще не дає достатньої підтримки для інформаційного проектування. Він визначає перелік наявних технологій для реалізації кожної бажаної функції ІСППР, але не визначає методики вибору конкретного методу або засобу порівняння з іншими. Для цього необхідно мати ще один інструмент – набір правил, що дозволяють реалізувати конкретні функції ІСППР. Ці правила повинні базуватися на даних, що характеризують ситуацію з ухвалення рішення і збираються шляхом декомпозиції/опису конкретної ситуації.

На етапі вибору методів кожна потреба в підтримці ухвалення рішення узгоджується з конкретним методом, наведеним на рис.2.8. Іноді буває неможливо підібрати необхідний метод внаслідок високих вимог до задачі або обмежень наявних технологій. Але, як свідчить практика, у більшості випадків можна підібрати щонайменше один метод.

Процес узгодження підбору методів необхідно виконувати для кожної конкретної задачі. Оскільки категорії, що використовуються для визначення конкретних потреб підтримки, пов'язані з характеристиками методів для підтримки рішень, то достатньо скористатися одною характеристикою для кожної з потреб підтримки. Хоча можливі й такі випадки, коли необхідно розглядати також перехресні зв'язки.



### Контрольні запитання та завдання

1. Назвіть види технологічного інструментарію, що використовується при проектуванні і реалізації ІСППР, та покажіть їх зв'язок з основними функціями прийняття рішень.
2. Охарактеризуйте класифікацію засобів підтримки прийняття рішень.
3. Наведіть методи представлення результатів в ІСППР.



За темою вашого дипломного (курсового) проекту або у вибраній вами іншій довільній сфері (при виконанні попередніх завдань) зробіть узагальнений опис системи підтримки прийняття рішення, яку ви вибрали для проектування та реалізації. Результатом виконання завдання, таким чином, є наступний опис:

1. Призначення системи;



2. Клас ДЕС, до якого відноситься система;
  3. Декомпозиція процесу прийняття рішення на елементарні операції й опис виконання цього процесу особою, що приймає рішення;
  4. Таблиця опису ситуацій процесу прийняття рішень;
  5. Визначені «вузькі місця» у процесі прийняття рішень;
  6. Основні функції для підтримки прийняття рішень з боку ОПР та відповідні технології;
  7. Опис проектування системи на функціональному рівні;
  8. Перелік етапів, які будуть використовуватись для проектування системи, та проміжних продуктів.
- Матеріали оформіть у вигляді звіту.



### 3. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ, ДАНИХ І ЗНАНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

#### 3.1. ВИБІР МОДЕЛЕЙ І КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ІСППР

*Вибір моделі процесу при проектуванні ІСППР.  
Вибір критеріїв при проектуванні ІСППР*

Існує кілька умов, що визначають необхідність використання моделі процесу при прийнятті рішення (рис. 3.1).

Очевидною умовою є те, що рішення повинне безпосередньо базуватися на *первинному процесі*. По-друге, *поведінку процесу необхідно прогнозувати* – в сильному або слабкому змісті.



Процес розглядається як **прогнозований у сильному змісті**, якщо його внутрішня динаміка відома й описана математично

При цьому модель процесу може бути використана для його прогнозування за межами встановлених «нормальних» умов функціонування.

Поведінка процесів, для яких неможливо створити точний математичний опис, також можна прогнозувати (екстраполювати) на основі спостережень, якщо вони мають у достатньому обсязі. Такі процеси називають прогнозованими в «*слабкому*» змісті, тому що прогнозоване значення достовірне тільки для тих умов, що відповідають конкретному наборові даних. Як приклад «слабко прогнозованого» процесу можна навести процеси на товарному ринку. Економетричний аналіз показує, що агреговану поведінку великого числа товарних транзакцій можна прогнозувати (екстраполювати) статистичними методами на основі минулих і поточних даних, не створюючи при цьому складних моделей динаміки.

Наступною передумовою використання моделі процесу є те, що *необхідно мати дані*, що характеризують його поведінку в минулому. Відсутність цих даних можна замінити експертними оцінками. Тобто, при

розробці моделі необхідно скористатися як знаннями експерта, так і числовими даними, якщо вони є в наявності.



*Рис. 3.1. Умови, що визначають необхідність використання моделі процесу*

Правила вибору конкретної моделі процесу представлені на рис. 3.2.

Вибір конкретної моделі процесу базується на деяких додаткових характеристиках. Ці характеристики можна отримати за допомогою даних, зібраних на етапі декомпозиції задачі. Першою такою характеристикою є *присутність невизначеностей* (невизначеностей у вихідних даних, в динаміці або в даних на виході). Якщо невизначеності мають місце, то необхідно вибирати стохастичну модель. Якщо ж невизначеності не грають істотної ролі, то процес можна розглядати як детермінований. Прикладами стохастичних процесів можуть бути процеси, пов'язані з навколишнім середовищем (забруднення, погода), і економікою.

Наступною характеристикою є *бачення реального процесу з погляду ОПР*. ОПР має власне уявлення про те, як необхідно прогнозувати процес. Якщо ОПР зацікавлена тільки в початковому положенні і кінцевому результаті, то таке прогнозування називають *прогнозуванням на основі відношення вхід/вихід*. Якщо ж ОПР бачить необхідність контролювати цілком протікання процесу (включаючи початкові умови і кінцеве положення), то таке прогнозування називають *механістичним*. Для детермінованого процесу і прогнозу на основі відношення вхід/вихід необхідно використовувати так звані *замкнуті форми аналітичних моделей*. Якщо ж процес стохастичний і використовується прогноз на основі відношення



вхід/вихід, то при проектуванні СППР необхідно скористатися *ймовірнісною* моделлю процесу. У цьому випадку зв'язок між вхідними і вихідними змінними процесу встановлюється на основі результатів теорії ймовірностей і статистики.

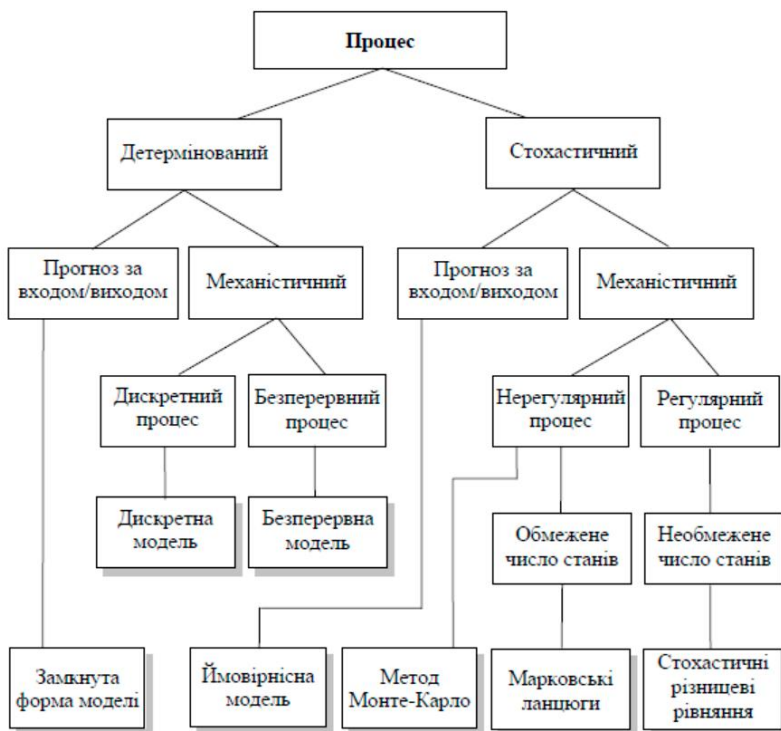


Рис. 3.2. Правила вибору конкретної моделі процесу

Крім розглянутих характеристик, необхідно визначити, яку модель використовувати з погляду *врахування протікання часу*, тобто *дискретну* або *неперервну*. Очевидно, що більше труднощів викликають стохастичні процеси. Якщо процес адекватно описується за допомогою 20 або менше станів, то його вважають процесом з обмеженим числом станів.

Ще одною характеристикою є *регулярність процесу*. Процес вважається регулярним, якщо він переходить з одного стану в інший через однакові інтервали часу. У протилежному випадку його класифікують як нерегулярний.

Якщо процес класифікується як стохастичний, з обмеженим числом станів і регулярний, а форма прогнозування механістична, то при проектуванні необхідно вибрати модель на основі *марковських ланцюгів* та ін.

Підхід до моделювання на основі *методу Монте-Карло* розглядають як «останню» можливість. Він має місце, коли неможливо цілком вивчити процес або зібрати обсяг даних, необхідний для побудови адекватної математичної моделі, але вважається, що є достатній обсяг обчислювальних ресурсів і часу для побудови подібної моделі.

Разом з вибором моделей процесу при проектуванні ІСППР приділяється увага вибору засобів інтелектуалізації підтримки прийняття рішень. «Вузловими» точками в цьому напрямку вважаються:

- перехід від логічного висновку до моделей аргументації і міркування;
- пошук релевантних знань і породження пояснень;
- розуміння і синтез текстів;
- когнітивна графіка (графічне і образне представлення знань);
- обчислення, що базуються на нечіткій логіці, нейронних мережах, генетичних алгоритмах, імовірнісних обчисленнях (що реалізуються в різних комбінаціях один з одним і з експертними системами);
- використання метазнань.

	У якості прикладу вибору моделі процесу розглянемо вибір моделі при проектуванні ІСППР щодо управління процесом приватизації підприємств.
---	---

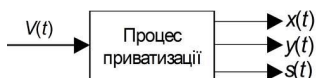
Процес проектування такої системи складається з наступних кроків:

- а) аналіз проблеми на заданому рівні;
- б) визначення входів процесу та інших змінних, що його характеризують;
- в) побудова (вибір) математичної моделі процесу приватизації;
- г) вибір методів розв'язку.

Розглянемо наведені кроки.

А. Проблема приватизації підприємств може розглядатися на таких рівнях, як галузь, кілька суміжних (зв'язаних) галузей, або на рівні держави. Для нашого прикладу вибирається рівень галузі. Приймаємо також, що ОПР зацікавлена тільки в початковому положенні і кінцевому результаті, тобто вибираємо прогнозування на основі відношення вхід/вихід.

Б. Процес приватизації можна представити наступною схемою: входів процесу та інших змінних, що його характеризують, а саме:



де:  $V(t)$  – вхід процесу (задана швидкість реалізації приватизації); виходи процесу:  $y(t)$  – поточна зайнятість в галузі,  $x(t)$  – поточний об'єм

виробництва в галузі,  $s(t)$  – поточна сума виручки від продажу підприємства.

Крім того необхідно враховувати такі допоміжні змінні:

$K$  – кількість підприємств, що підлягають приватизації;

$T$  – час досягнення мети (горизонт управління);

$f(t)$  – поточний об'єм продукції, яка виробляється на одному приватному підприємстві;

$N$  – число робітників на приватному підприємстві;

$n$  – число робітників на державному підприємстві;

$g(t)$  – продуктивність державного підприємства;

$g(t)/n$  – продуктивність робітника на державному підприємстві;

$f(t)/N$  – продуктивність робітника на приватному підприємстві;

$h(t)$  – поточне число підприємств, які знаходяться в процесі переходу від державної до приватної форми власності;

$n'$  – число робітників на одному підприємстві, яке знаходиться в процесі переходу до приватної форми власності;

$f'(t)$  – поточна продуктивність підприємства, яке знаходиться в процесі переходу;

$\frac{f'(t)}{n'}$  – продуктивність робітника на підприємстві, яке знаходиться у процесі переходу;

процесі переходу;

$\alpha(t)$  – коефіцієнт, який характеризує зростання числа підприємств, що переходять до приватної форми власності; при цьому  $0 \leq \alpha(t) \leq 1$ ,  $t \in [0, T]$ ;

$C_0$  – початкова вартість 1-го підприємства;

$C(t)$  – приріст вартості підприємства в часі.

З аналізу процесу приватизації та змінних, що його характеризують, можна зробити висновок, що процес є детермінованим, дискретним, нерегулярним. Невизначеностей немає. Для розрахунків є необхідні дані.

В. Виходячи з наведених передумов побудуємо математичну модель процесу приватизації:

$$x(t) = [f(t) - g(t)] v(t) + \alpha(t) [NK - y(t)]$$

$$y(t) = - (N - n) v(t) + \alpha(t) [NK - y(t)]$$

$$S(t) = v(t) [C_0 + C(t)].$$

Приймемо такі обмеження на змінні:

- обмеження на швидкість приватизації:  $v(t) > 0$
- обмеження на кількість підприємств, що приватизуються:

$$\int_0^t v(t)dt \leq K$$

де:  $K$  – число підприємств, що приватизуються;

- обмеження на рівень безробіття:

$$y(t) \geq (1-r) \cdot N \cdot K, \quad 0 \leq r < 1$$

де:  $r$  – рівень безробіття;

Початкові умови:

$$r, K, T, v(0) = v_0 > 0; \quad x(0) = y(0) \cdot K; \quad y(0) = N \cdot K.$$

Можливі критерії оптимізації:

- максимізація об'єму виробництва:

$$I_1 = \max_{v(t) \in \epsilon} \int_0^T x(t) d(t);$$

де:  $c$  – клас кусочно-неперервних функцій;

- максимізація прибутку від продажу підприємств:

$$I_2 = \max_{v(t)} \int_0^T s(t) d(t);$$

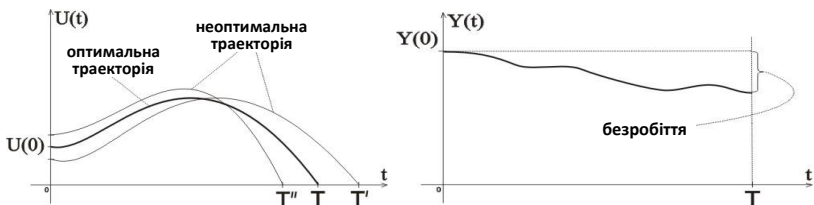
- максимізація зайнятості:

$$I_3 = \max_{v(t)} \int_0^T y(y) d(t).$$

Г. Вибір методів розв'язку:


- варіаційний метод, як найбільш загальний;
- узагальнений метод множників Лагранжа;
- експертний метод (без наведеної моделі).


Отримані траєкторії реалізації процесу приватизації наведені нижче:



Таким чином, при різних початкових умовах та обмеженнях отримуємо різні траєкторії реалізації процесу, з яких необхідно вибрати прийнятні.

Ще одним результатом роботи ІСППР є множина значень критеріїв  $I_1^{(1)}, \dots, I_1^{(n)}; I_2^{(1)}, \dots, I_2^{(n)}; I_3^{(1)}, \dots, I_3^{(n)}$ , використаних для постановки і розв'язку оптимізаційних задач.

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Назвіть основні умови, що визначають необхідність використання моделі процесу при прийнятті рішення.</li><li>2. Наведіть класифікацію правил вибору конкретної моделі процесу для підтримки прийняття рішень.</li><li>3. Які характеристики можна отримати за допомогою даних, зібраних на етапі декомпозиції задачі, що впливають на вибір конкретної моделі процесу?</li><li>4. З яких етапів складається побудова моделі за часовими рядами?</li><li>5. Як встановлюється, чи процес, що описаний часовим рядом, є стаціонарним, чи ні? Якщо процес є нестаціонарним, то яким чином виявляється природа нестаціонарності?</li><li>6. Які існують найбільш популярні методи прогнозування, що підходить для використання в ІСППР?</li><li>7. Як оцінюються моделі з множини оцінюваних кандидатів?</li><li>8. Які існують формальні критерії оцінки якості моделі?</li></ol>
---	--

	<p>За темою вашого дипломного (курсowego) проекту або у вибраній вами іншій довільній сфері (при виконанні попередніх завдань) сформулюйте основні умови, що визначають необхідність використання моделі процесу, та проведіть аналіз зібраних даних з метою визначення їх характеристик, що впливають на вибір конкретної моделі.</p>
---	--

## 3.2 ВИБІР МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІСППР

*Вибір моделі для оцінювання результату роботи ІСППР.*

*Утилітарний мультиатрибутний вибір (УМАВ).*

*Аспектний мультиатрибутний вибір (АМАВ).*

*Адитивна утилітарна функція корисності.*

*Мультиплікативна мультиатрибутна функція корисності*

У більшості випадків ОПР зацікавлена в порівнянні наслідків прийняття альтернативних рішень. Порівняння альтернатив пов'язано, як правило, зі складними кількісними розрахунками, необхідністю використання спеціальних знань і специфічних моделей для оцінювання альтернатив. На рис. 3.3 представлені основні критерії вибору альтернативних варіантів рішень для оцінювання результатів роботи ІСППР. На рис. 3.4 наведені правила вибору конкретної моделі оцінювання результатів роботи ІСППР для конкретної ситуації з прийняття рішень.



Якщо в процесі прийняття рішень аналізуються кілька альтернатив, кожна з яких описується більше ніж одним атрибутом, то такий процес називають мультиатрибутним процесом прийняття рішень.



*Рис. 3.3. Основні критерії вибору альтернативних рішень для оцінювання результату роботи ІСППР*



Якщо всі атрибути розглядаються при оцінюванні альтернативи одночасно, то такий вибір називають **утилітарним мультиатрибутним вибором** (УМАВ).

Якщо ж при оцінюванні альтернативи атрибути розглядаються в деякій визначеній послідовності, то такий вибір називають **аспектним мультиатрибутним вибором** (АМАВ).

Якщо атрибути мають якісний характер і розглядаються у визначеній послідовності, то вибір називають також аспектним.

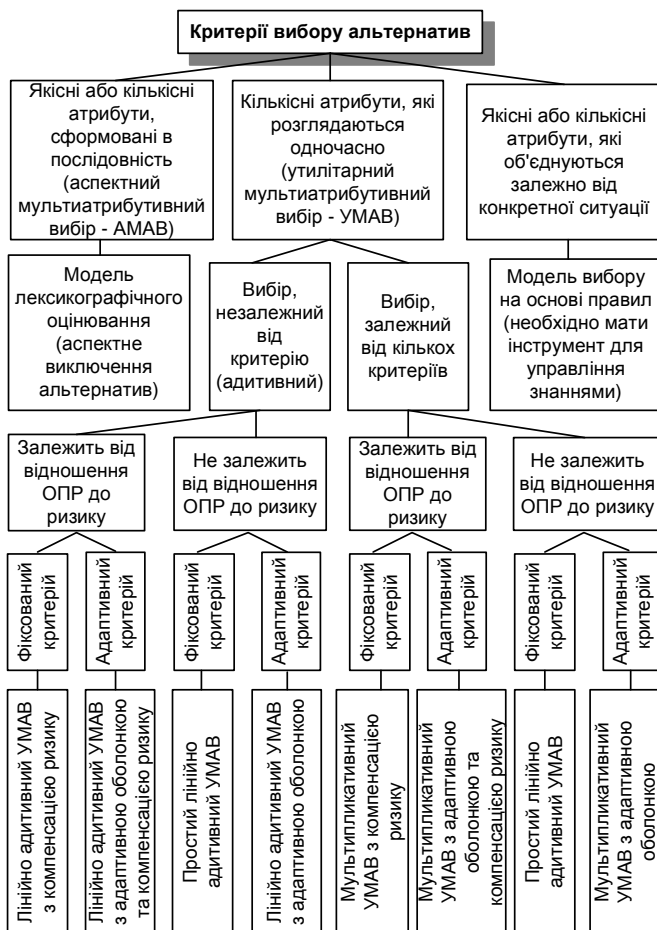


Рис. 3.4. Правила вибору моделі для оцінювання результату роботи ІСППР

Класичним прикладом УМАВ є прийняття рішення про прийом до вищого навчального закладу, коли одночасно розглядаються кілька атрибутів, що характеризують рівень знань і розвитку абітурієнта.

Прикладом аспектного вибору рішення є покупка будинку для проживання. У цьому випадку спочатку, як правило, розглядається ціна, а потім інші атрибути, такі як район його розміщення, відстань до метро (якщо воно є в місті), відстань до дитячого саду і школи.

У деяких випадках прийняття рішень процес вибору альтернатив базується на комплексних кількісних і/або якісних критеріях і асоціаціях, що змінюються в залежності від характеру проблеми. Якщо вибір носить аспектний характер, то при проектуванні ІСППР необхідно розглянути можливість «виключення альтернативи за аспектом», тобто використовувати модель «лексикографічного» вибору. За допомогою цієї моделі атрибути оцінюються шляхом їхнього зваженого послідовного порівняння з граничними значеннями. Ця частина процесу проектування носить прямо-лінійний характер і може бути виконана шляхом спілкування з досвідченим експертом.

Якщо вибір базується на правилах, то при проектуванні необхідно передбачити створення моделі, що заснована на правилах, або експертній системі. Це модель, що генерує одну альтернативу або перелік можливих альтернатив в інтерактивному режимі роботи з ОПР. У процесі діалогу аналізуються значення атрибутів і додаткові дані, що задасть ОПР. Включення в систему моделі на основі продукційних правил потребує використання інструментарію для керування базою знань. Якщо вибір альтернатив базується на використанні УМАВ, то виконується додатковий аналіз.



Якщо кожен атрибут вносить деякий постійний внесок у загальну якість альтернативи, то такі атрибути називають *лінійними*.

Якщо внесок деякого атрибута не залежить від внеску інших атрибутів, то він називається *незалежним*. У випадку, коли всі атрибути лінійні і незалежні, то УМАВ називають *лінійно-адитивним*.

Якщо в межах деякої комбінації атрибутів існує взаємодія, вони називаються *взаємозалежними*.

Коли всі атрибути лінійні, але між деякими з них існує взаємодія, то вибір типу УМАВ називають *мультиплікативним-лінійно-мультиплікативним*.

При використанні у всіх ситуаціях всіма експертами (ОПР) тільки одного правила для об'єднання атрибутів базис УМАВ називають *фіксованим*.





Якщо ж правило об'єднання атрибутів може змінюватися тим самим ОПР або змінюватися в залежності від ситуації, то базис УМАВ називають *адаптивним*.

Необхідно відзначити, що різні індивідууми (ОПР) мають різну схильність до ризику. Одні виявляють схильність до прийняття рішень з ризиком, інші намагаються уникати ситуацій з підвищеним ризиком, а треті не мають чутливості до ризику, тобто, нейтральні. Базис УМАВ називають *заснованим на ризику*, якщо ОПР ризикує стосовно себе або стосовно ресурсів, за які вона буде нести відповідальність в результаті ухвалення рішення, і цей ризик можна оцінити за допомогою деяких атрибутів оцінювання результатів. Навпаки, ризик вважається відсутнім, якщо ОПР не вносить елементів ризику в прийняття рішень або в процес оцінювання результатів.

Тепер можна сформулювати правила вибору моделі оцінювання для ситуацій УМАВ. Якщо вибір характеризується як УМАВ і є лінійно-адитивним, то при проектуванні ІСППР необхідно синтезувати «*адитивну утилітарну функцію корисності*». Якщо ж ситуація характеризується як УМАВ і лінійно-мультиплікативна, то необхідно синтезувати «*мультиплікативну мультиатрибутну функцію корисності*» для аналізу альтернатив. У випадку, коли вибір базується на УМАВ при відсутності ризику, але процес адаптивний, то необхідно створити оболонку для адаптивного оцінювання параметрів для мультиплікативної мультиатрибутної функції корисності. Тобто, оболонка представляє собою фактично алгоритм для оцінювання параметрів моделі, що використовується для порівняльного аналізу альтернатив.

Специфіка інших варіантів, приведених на рис. 3.4, очевидна з вищенаведеного аналізу попередніх випадків.




У якості прикладу вибору моделі для оцінки результатів використовуємо дані, отримані у попередньому параграфі при моделюванні процесу приватизації підприємств.


Кращий розв'язок з множини отриманих можна знайти шляхом порівняння чисельних значень критеріїв оптимізації та траєкторії реалізації процесу. Так, не можна вважати прийнятними траєкторії, які закінчуються раніше моменту  $T$  (момент  $T''$ ) або пізніше (моменту  $T'$ ), тому що процес повинен закінчитись за планом у момент  $T$ .


Всі атрибути розглядаються при оцінюванні альтернатив одночасно, тобто застосовується утилітарний мультиатрибутний вибір (УМАВ) с неза-

лежністю від ризику та фіксованим критерієм (простий лінійно-адитивний УМАВ).

Процес вибору прийнятних траєкторій реалізації процесу можна автоматизувати, якщо створити ряд правил типу: якщо  $I_i^{(i)} \geq j_i^{(i)}$  і траєкторія  $v(t) = 0$  закінчується в момент  $T$  і рівень безробіття  $\Gamma \leq \Gamma^*$  задане, то траєкторія прийнятна для реалізації.

	<p>Таким чином, підсумовуючи, результатом виконання роботи з проектування на вищенаведених етапах вибору моделей має бути:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) детальний опис трьох фаз прийняття рішення за вибраною проблемою;</li><li>2) опис умов, що визначають необхідність використання моделі процесу прийняття рішень в ІСППР, яку вибрано для проектування та реалізації;</li><li>3) загальні моделі при розв'язку вибраної задачі в ІСППР;</li><li>4) критерії, що використовуються при виборі кращого рішення з множини можливих альтернатив.</li></ol>
---	--

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Наведіть приклад утилітарного мультиатрибутного вибору альтернатив прийняття рішень.</li><li>2. Наведіть приклад аспектного вибору альтернатив прийняття рішень.</li><li>3. Які атрибути називають лінійними?</li><li>4. Що таке мультиплікативна мультиатрибутна функція корисності?</li><li>5. Що уявляє собою оболонка для адаптивного оцінювання параметрів для мультиплікативної мультиатрибутної функції корисності?</li></ol>
---	--

	<p>За темою вашого дипломного (курсового) проекту або у вибраній вами довільній сфері (при виконанні попередніх завдань) визначте правила вибору конкретної моделі оцінювання результатів роботи ІСППР, що проектується.</p>
---	--

### 3.3. НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ІСППР

*Основні задачі моделювання функцій людського інтелекту.*

*Основні методи штучного інтелекту в ІСППР*

Як відомо, матеріальним носієм людського інтелекту є його мозок, який відповідно до сучасних уявлень складається приблизно з 10 мільярдів нервових клітин, так званих нейронів. Моделювання окремих нейронів і складання з отримуваних моделей програмно-технічних схем є одним з можливих шляхів побудови штучного інтелекту, який отримав назву структурного моделювання. Але поки що він не привів до створення штучного інтелекту, здатного серйозно потягатися з природним інтелектом хоч би на одному терені, важливого в практичному відношенні. Причина у тому, що для моделювання (навіть не дуже точного) одного нейрона потрібні досить складні електронні схеми, а для прояву скільки-небудь цікавих для практики інтелектуальних властивостей потрібно створювати ансамблі з вельми значної кількості нейронів. Ученими японських і німецьких наукових центрів була створена модельна мережа, що складається з 1,73 млрд нервових клітин і 10,4 трлн синапсів (засобів з'єднання клітин). Імітація однієї секунди активності навіть на такій моделі, приблизно еквівалентній 1% реального мозку людини, зажадала 40 хвилин машинного часу одного з самих швидкодіючих суперкомп'ютерів!

Зважаючи на такі труднощі прямого (структурного) моделювання, при побудові штучного інтелекту на практиці зазвичай використовується абсолютно інший підхід, який отримав назву функціонального (або феноменологічного). Суть його полягає в тому, щоб будувати і відтворювати на комп'ютері різні алгоритми, що визначають ті або інші функції людського інтелекту. Серед таких функцій особливим інтересом з практичної точки зору, зокрема для застосування в ІСППР, є задачі, перераховані на рис. 3.5.

*Задача класифікації* полягає в угрупованні заданих об'єктів в деяку кінцеву кількість класів  $c_1, c_2, \dots, c_k$ . Зазвичай передбачається, що ці класи не мають загальних елементів (об'єктів); класи можуть бути задані простим перерахуванням їх елементів:  $c_i = \{c_{i1}, \dots, c_{ik}\}$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ). У більш складних випадках класифікація передбачає складання описів об'єктів і правил, що визначають по цих описах приналежність об'єктів до тих або інших класів. Процедура застосування таких правил до якого-небудь об'єк-

ту (тобто встановлення класу, до якого він належить) має назву *розпізнавання образів*. Поняття образу в цьому визначенні еквівалентно поняттю класу.



Рис. 3.5. Задачі моделювання функцій людського інтелекту

Розпізнавання зорових образів в загальному випадку базується, як правило, на таких методах. В разі простих (не складених) образів найбільше застосування отримує метод порівняння з еталонами. Наприклад, якщо потрібно розпізнавати деталі якою-небудь механізму, можна запам'ятати як еталони тривимірні образи всіх таких деталей з відповідною градацією забарвлення їх поверхонь. На практиці найчастіше застосовується прийом, коли заздалегідь можна виділити контури спостережуваної деталі і здійснювати порівняння також з контурною проекцією еталону. В разі наявності еталонів з однаковими контурами, що розрізняються забарвленням, колір (або чергування півтонів) окремих частин поверхні деталі може бути притягнений для розпізнавання як додаткова ознака.

Іншим важливим напрямком є *розпізнавання і генерація мовної інформації*. Це завдання має два боки – фізичний і смисловий. З одного боку, подібно до того, як письмова мова представляється послідовністю букв (включаючи пропуск і розділові знаки), усна мова може бути представлена у вигляді послідовності елементарних звуків (включаючи паузу), що отримали назву фонем. Окремі фонемати оцифровуються і записуються у пам'ять комп'ютера. Далі можна управляти вибіркою і відтворенням на гучномовці цих фонем в будь-яких бажаних послідовностях. Може застосовуватися й інший спосіб штучного відтворення мови, коли у пам'ять записуються не фонемати, а окремі слова, частини фраз і навіть цілі фрази,

що вимовляються диктором з добре поставленим голосом; по заданому письмовому тексту комп'ютер відтворює потрібні комбінації цих записів.

Задача автоматичного розпізнавання мови незрівнянно складніше за задачу її автоматичної генерації (синтезу) і розв'язується сьогодні на рівні, що поки істотно поступається можливостям людського слуху. По-перше, потрібно уживати різні способи стискування первинної інформації про мовний сигнал для зменшення її об'єму. До цієї стислої інформації застосовуються методи класифікації і розпізнавання. Найпростіше завдання класифікації і розпізнавання вирішуються для окремо вимовних слів, коли досить ефективно діє простий механізм порівняння (по відстанях або коефіцієнтах кореляції) з еталонами. У випадку розпізнавання зливої мови труднощі незрівнянно зростають, особливо у тому випадку, коли розміри словника (кількості використовуваних слів) налічують декількох сотень і, тим більше, декількох тисяч слів. Через ці причини для розпізнавання зливої мови використовуються методи динамічного програмування, які мінімізують відмінність не між окремими словами, що розрізняються і відповідними еталонами, а між послідовностями слів і різними послідовностями еталонів. Подібна процедура вельми трудомістка і вимагає дуже високої швидкодії комп'ютера для розпізнавання мови в темпі її вимовлення (в реальному масштабі часу).

Однак незрівняне складніші задачі стоять на шляху автоматизації *розуміння* текстів – у загальноприйнятому визначенні людського розуміння. Суть «розуміння» тексту комп'ютером може полягати в збудженні цим текстом всіх вузлів деякої семантичної мережі, пов'язаних з поняттями і відношеннями, що використовуються в тексті. Побудова такої мережі є непростим завданням. Далі, проблема полягає і в постійних змінах і розширенні семантичної мережі системи. Така модифікація можлива тоді, коли система здатна до навчання. Тобто, розуміння текстів на природних мовах не може вважатися до кінця вирішеним, якщо призначена для цих цілей автоматична система не здатна вести уявний для неї діалог з людиною і, найголовніше, навчатися у результаті такого діалогу. Тому при веденні діалогу важно вміти здійснювати автоматичний переклад із зовнішнього мовного представлення на мову семантичної мережі і в зворотному напрямку.

Зрозуміло, будь-які семантичні еквівалентності в мові до певної міри є умовними, оскільки навіть перестановка слів у фразі може містити в собі зміну смислових акцентів. Проте саме подібні умовні еквівалентності дозволяють системі викласти пред'явлений їй текст «своїми словами», що також є одним з ознак «розуміння» комп'ютером його сенсу.

Необхідно зауважити, що побудова семантичних граматики значною мірою полегшується вживанням процедур семантичної класифікації в ре-

зультаті аналізу технічних текстів, що пред'являються системі (як з точки зору синтаксису, так і з точки зору семантики) завдяки гарній структурованості таких текстів і сталого набору понять. Власне такі тексти й переважно опрацьовуються в системах підтримки прийняття рішень.

Якщо системи, що ведуть осмислений діалог з людиною поки що досить далекі від повної реалізації, формальні діалогові системи, які можуть вести осмислений діалог на досить вузьку тему в інтерфейсних додатках, знаходять усе більше поширення. Розуміння запитання (або відповіді) людини тут замінюється зазвичай виділенням з нього заздалегідь записаних в пам'ять системи слів – дескрипторів і формуванням залежно від них однієї із заздалегідь записаних в пам'ять (або формованих спеціальною імовірнісною або детермінованою процедурою) відповідей (запитань). Наприклад, на запитання «який метод Необхідно використати для оцінки результатів», виділивши дескриптори «метод» і «оцінка результатів», система може сформувати відповідь, використовуючи дані з відповідного довідника системи. На запитання «який метод був використаний для оцінки результатів вчора» – відповідь формується з даних, що розміщені в базі знань (або архіву результатів).

Важливою для систем підтримки прийняття рішень є й задача моделювання функції людського інтелекту, що полягає у *плануванні цілеспрямованих дій*. Вона може виникати як в статичному вигляді, коли мета в процесі її досягнення не змінюється, так і в динамічному, коли мета змінюється. Таку задачу інколи називають задачею цілеполагання.

Постановка задачі планування цілеспрямованих дій полягає в знаходженні деякого шляху на графі. Задається деяка кінцева множина станів  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  (вершин графа) і деяка множина елементарних дій (операторів)  $\{c_1, c_2, \dots, c_k\}$ , під впливом яких стани можуть переходити один в одного:

$$c_i a_j = a_k$$

де:  $k$  – деяка функція від  $i$  та  $j$ . Якщо тепер задати кінцеву мету планованих дій у вигляді деякої множини  $M$  станів  $a_j$ , у яких об'єкт потрібно перевести, то планом досягнення поставленої мети вважається послідовність  $C = c_{i_1}, c_{i_2}, \dots, c_{i_k}$  елементарних дій, яка переводить даний об'єкт з початкового стану  $a_1$  в один із станів множини  $M$ .

Розв'язання задачі зводиться до пошуку найкоротшого шляху на цьому графі, зазвичай з використанням алгоритмів пошуку у ширину, що простіше, або у довжину графа, що більш притаманне мисленню людини, шляхом послідовного дослідження вершин графа, віддалених від початкової вершини  $a_1$  на один елементарний крок (тобто на крок, що отри-

мується в результаті однієї елементарної дії). Продовжуючи цей процес, рано чи пізно ми або прийдемо до однієї із завершальних вершин (кінцевої мети), або прийдемо до тупикового стану, коли процес перестане породжувати нові вершини. Тоді треба розпочинати пошук нових шляхів з початку.

В складних задачах планування цілеспрямованої поведінки великого значення набувають різного роду евристичні прийоми (зазвичай сформовані в результаті набутого досвіду) постановки досить крупних проміжних цілей і використання методів досягнення цілей, що застосовуються не до кінцевих, а саме до цих проміжних цілей. Саме так поступає, наприклад, шахіст, який шукає шляхи до виграшу партії. Подібні прийоми можуть набувати вигляду запам'ятовування стандартних алгоритмів досягнення мети, наприклад, в разі шахової гри – для виграшу або досягнення нічиєї в різних класах позицій і стадій гри. Зазвичай завдяки цьому шахісти дуже швидко проводять початкову стадію гри, не витрачаючи багато часу на обмірковування ходів. В таких випадках корисне запам'ятовувати можливо більшу кількість початкових ділянок шляхів (дебютів), що ведуть у бажаному напрямі.

Взагалі моделювання *ігрових задач* часто є корисним для підтримки прийняття рішень. В ігрових задачах процес проведення гри – це процес послідовного розгортання учасниками гри деякого шляху на графі можливих станів гри. Оскільки глибина дерева гри зазвичай є великою, то повне перебирання можливих шляхів вимагає занадто багато часу. У зв'язку із цим використовують так звані оцінні функції, що оцінюють аналізовані завершальні (для даного рівня перебору) позиції і вибирають черговий хід так, щоб при будь-яких можливих продовженнях мінімальне значення цільової функції («проміжного виграшу» гравця, що робить хід) було б максимальним.

Застосування до складних ігор процедур цілеспрямованого перебору при прийнятих способах побудови оцінних функцій зазвичай веде до виникнення великої кількості тупикових станів. Більш ефективним є метод, коли оцінна функція набуває динамічного характеру, тобто змінюється при зміні конкретної мети, що досягається на даний момент ігри. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити кількість тупикових ситуацій і тим самим вельми скоротити перебір (а інколи і зовсім усунути), знаходячи ходи, що поліпшують цільову функцію на кожному кроці.

Якщо переглянути наведені вище задачі, то базою їх розв'язання в основному є наявність певних формалізованих знань з предметної області. Формалізовані знання виводиться, як правило, з одного або кількох суджень як нове судження, котре містить у собі нове знання, на основі дедук-

тивного підходу. Дедуктивні побудови розбиваються на два класи задач. Перший з них пов'язаний з постановкою проблем, тобто з формуванням суджень, справедливість (істинність) або помилковість (хибність) яких потрібно довести. Пошук самого доказу (в разі істинності судження) або спростування (в разі його хибності) носить найменування *логічного висновку*. Формалізовані знання можуть подаватися як у судженнях, істинність яких була встановлена раніше (теореми) або постулюються апіорі (аксіоми), так і в процедурах (алгоритмах), що дозволяють будувати докази і спростування. Формалізація знань, про яку йде мова в даному випадку, полягає в їх організації, або у виборі моделі подання знань, про що мова піде у подальших розділах.

Отже, завдання зі створення штучного інтелекту буде вирішено, коли вдасться створити систему програм і відповідне інформаційне наповнення, яке дозволить комп'ютеру тим або іншим способом вести будь-які осмислені діалоги з людиною на природній мові. При цьому має виконуватись умова, що звана зазвичай тестом Т'юринга: комп'ютер повинен виявити знання (уміння) і здібність до навчання новим знанням (умінню), так, щоб людина, що веде з нею діалог, протягом скільки завгодно великого проміжку часу не змогла відрізнити його від організованого аналогічним чином діалогу із звичайним співбесідником – людиною. Поки це – надбання майбутнього. Які ж сьогоденні методи штучного інтелекту знайшли застосування в ІСППР?

Перед усім мова може йти про методи нейронних мереж, методи евристичної самоорганізації, генетичні алгоритми, а також методи байєсових мереж, моделі марковського типу, зокрема приховані марковські моделі, метод групового урахування аргументів та ін.

З найперспективніших слід виділити методи нейронних мереж, які на цей час значною мірою опрацьовані і можуть використовуватися незалежно або служити ефективним доповненням до традиційних методів аналізу даних. Більшість статистичних методів пов'язана з побудовою моделей, заснованих на тих або інших припущеннях і теоретичних висновках (наприклад, в припущенні, що шукана залежність є лінійною або змінні мають нормальний розподіл). Нейромережевий підхід вільний від обмежень таких моделей, він однаково принадний для лінійних і складних нелінійних залежностей і особливо ефективний в розвідувальному аналізі даних, коли необхідно з'ясувати, чи є взагалі залежності між змінними. Сила нейронних мереж полягає в їх здатності самонавчатися. Процедура навчання полягає в налаштуванні синаптичних ваг з метою мінімізації функції втрат.

Нейронні мережі ведуть відлік часу з появи однієї з перших моделей нейромереж – перцептрона, пристрою, що моделює процес людського



сприйняття, та який, не зважаючи на свою простоту, здатний навчатися і вирішувати досить складні завдання. Нейронні мережі складаються з великої кількості нсироподібних елементів – формальних нейронів, що утворюють шари мережі. Кожний нейрон має декілька вхідних зв'язків – синапсів і один вихідний зв'язок – аксон (рис. 3.6). Кожний зв'язок  $(i, j)$  характеризується своєю вагою  $w_{ij}$ . Якщо на  $i$ -му вході подано сигнал  $x_i$ , то через синапс  $(i, j)$  на вхід  $j$ -го нейрона подається сигнал  $x_i w_{ij}$ . Сигнали на вході  $j$ -го нейрона додаються до суми  $S_j$ . Вихідний сигнал  $j$ -го нейрона визначається як:

$$y_j = f(S_j)$$

де:  $f$  – функція активації спрацювання нейрона.

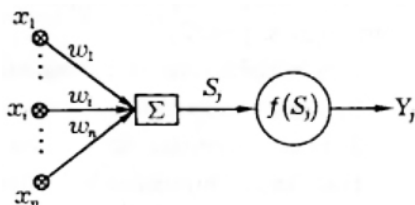


Рис. 3.6. Структура елемента нейронної мережі (штучного нейрона)

Таким чином нейронна мережа здійснює нелінійне перетворення входів у виходи:

$$Y=F(X), \text{ або } F : X \rightarrow Y$$

де:  $F$  – відповідна функції трансформації, яка реалізується нейромережею.

При заданій архітектурі нейромережі (кількість входів, нейронів та виходів) поведінка нейромережі повністю визначається її вагами  $w_{ij}$ . Ваги нейромережі можуть навчатися, тобто корегуватися в процесі навчання мережі, коли на вхід подається один за одним вхідні вектори  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , спостерігаються на виході сигнали  $y_1, y_2, \dots, y_k$  і порівнюються з бажаними значеннями виходів. Існують різні алгоритми навчання нейромереж, які відрізняються складністю, швидкістю збіжності.

Основними перевагами нейромереж, які забезпечили їм широке використання в ІСППР, є універсальність, яка здатна реалізувати будь-яку функцію трансформації, та гнучкість, завдяки простоті навчання нсиромереж шляхом навчання ваг з використанням універсальних алгоритмів.

Основний постулат (ідея) еволюційного моделювання та генетичних алгоритмів полягає в моделюванні еволюції складної системи замість традиційного вирішення проблеми шляхом побудови її моделі.

Еволюційне моделювання базується на трьох основних механізмах еволюції живих організмів, а саме:

- 1) схрещування батьківських осіб і генерація нащадків;
- 2) дія мутацій;
- 3) селекція, відбір найкращих нащадків.

Процес еволюційного моделювання є ітераційним процесом, на кожній ітерації якого на батьківську популяцію чинять послідовно трьома вказаними механізмами, в результаті чого отримують нову популяцію нащадків.


Основними перевагами еволюційного моделювання є універсальність, простота реалізації, здатність знаходити глобально оптимальні рішення (при досить великій кількості популяцій). А основний недолік – це високі обчислювальні витрати для реалізації методу, а також наявність деяких параметрів, які необхідно підбирати експериментально.


Байсові мережі (БМ) знаходять все ширше застосування в інформаційних системах обробки статистичних, даних, представлених часовими рядами і часовими перерізами, а також якісними даними, представленими експертними оцінками, лінгвістичними змінними, інтервальними значеннями і т. ін. в умовах неточної та неповної інформації. БМ дає можливість встановити причинно-наслідкові зв'язки між подіями та визначити ймовірності настання тієї чи іншої ситуації при отриманні нової інформації стосовно зміни стану будь-якого вузла (змінної) мережі. БМ представляється у вигляді спрямованого ациклічного графа, який призначений для моделювання та візуалізації інформації щодо конкретної задачі навчання мережі на основі наявної інформації та формування статистичного висновку (probabilistic inference) – прийняття рішення щодо поставленої задачі. Оскільки імовірнісний висновок зазвичай базується на теоремі Байєса, висновок часто називають байсовим (Bayesian inference).

Як вказувалося, одним з найпопулярніших підходів до прогнозування розвитку економічних процесів, об'ємів торгових операцій, об'ємів виробництва та накопичення продукції на складах, оцінювання альтернативних економічних стратегій, економічних і фінансових ризиків, формування бюджетів підприємств та держави є прогнозування на основі часових рядів. На сьогодні ефективні результати для аналізу часових рядів досягаються з використанням апарату марковських ланцюжків та прихованих марковських моделей. Марковська модель повністю визначається матрицею переходів та початковим розподілом ймовірностей.

Приховані марковські моделі (ПММ) (раніше відомі під назвами – стохастична функція марковського ланцюжка або марковське джерело) – випадковий процес, породжений двома взаємозалежними стохастичними механізмами. Це – марковські ланцюжки, що лежать в основі, із скінченою

кількістю станів та множиною випадкових функцій, кожна з яких асоційована з відповідним станом. При дискретних моментах часу процес знаходиться в деякому стані та спостереження генерується випадковою функцією, яка відповідає чинному стану. Базовий марковський ланцюжок змінює свій стан відповідно до його матриці переходів. Спостерігати можливо тільки результат випадкових функцій, прив'язаних до кожного стану, та неможливо прямо спостерігати стани базового марковського ланцюжку. Таким чином, марковський ланцюжок є фактично прихованим, що й дало назву цій родині моделей.

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Які задачі моделювання функцій людського інтелекту мають, з практичної точки зору, особливий інтерес для розв'язання в ІСППР?</li> <li>2. Що є базою розв'язання в ІСППР наведених задач моделювання функцій людського інтелекту?.</li> <li>3. Які методи штучного інтелекту знайшли застосування в сучасних ІСППР?</li> <li>4. Що уявляють собою штучні нейронні мережі?</li> </ol>
---	---

	<p>За темою вашого дипломного (курсового) проекту або у вибраній вами довільній сфері (при виконанні попередніх завдань) визначте можливі методи штучного інтелекту для застосування в ІСППР, що проектується.</p>
---	--

### **3.4. ДАНІ І ЗНАННЯ, ЯКІ МОЖУТЬ ВИКОРИСТОВУВАТИСЬ В ІСППР**

*Інформація, дані та знання.*

*Етапи трансформації даних і знань.*

*Дві проблеми інформаційного менеджменту*

При знайомстві з ІСППР як інформаційними системами традиційно виникає питання: що таке дані, інформація, знання, в чому полягає різниця між ними? В спеціальній літературі можна зустріти різні визначення, які принципово не відрізняються між собою. Але загальноновизнаним є уявлення навколишнього середовища ОПР як інформаційного простору, у якому елементами (одинацями), крім названих, є й інші (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Складові (елементи) інформаційного простору ОПР

При цьому інформація розглядається (розуміється) як у *широкому сенсі*, так і в *узькому*. Співвідношення цих понять проілюстровані рис. 3.8. Такі одиниці стають дійсно даними, якщо ці факти когось цікавлять. У протилежному випадку вони є шумом.



**Дані** – це окремі факти, які характеризують об’єкти, процеси і явища предметної області та їх властивості [11]

**Дані** – це інформація, подана у формалізованому вигляді, придатному для пересилання, інтерпретування чи оброблення за участю людини або автоматичними засобами (ДСТУ 2938-94)

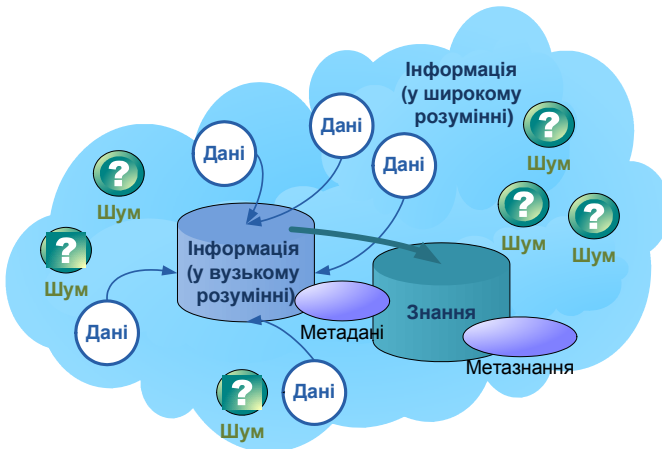


Рис. 3.8. Уявлення навколишнього середовища як інформаційного простору

Якщо дані організовано у сукупність за певною тематикою, вони уявляються як *інформація* – у *вузькому розумінні*. Ця інформація є певним чином структурованими (або агрегованими) даними, які призначені, наприклад, для обґрунтування прийняття яких-бо рішень.

Інформація надходить у ІСППР не менш ніж в двох видах:

1) дані, що характеризують значення конкретних атрибутів або факти щодо реальної ситуації;

2) знання, що структурно і семантично описують попередній досвід і дають можливість екстраполювати нові ситуації.

В процесі комп'ютерної обробки в ІСППР дані трансформуються і умовно проходять певні етапи (рис. 3.9).

Якщо деякі дані характеризують ту частину проблеми, про яку ОПР має визначені знання, то говорять, що ці дані *конкретизують знання*.

Точне та сміне визначення знання було дано задовго до інформаційно-електронної революції – згадаємо відоме визначення Френсіса Бекона: «знання – це сила». Що розуміється під терміном «знання», також наведено і в енциклопедичному словнику Webster.

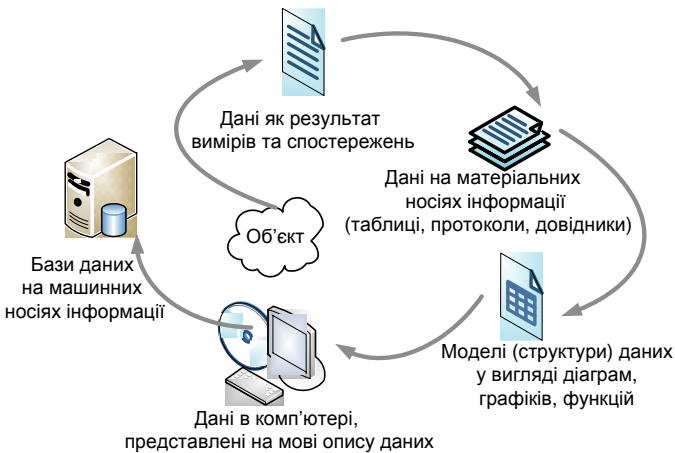


Рис. 3.9. Умовні етапи трансформації даних в ІСППР



**Знання** (у широкому сенсі) – це сукупність понять, теоретичних побудов і уявлень

Знання можна розділити на теоретичні і практичні (емпіричні). Емпіричні знання базуються на даних, отриманих емпіричним шляхом. Вони

представляють собою результат розумової діяльності людини, спрямованої на узагальнення його досвіду, набутого в результаті практичної діяльності.



**Знання** (у вузькому сенсі) – це дані, інформація, спеціально організовані

У теорії штучного інтелекту знання визначаються як сукупність даних про предметну область, що включають інформацію про властивості об'єктів, закономірності процесів і явищ, а також правила використання цієї інформації для ухвалення рішень. Правила використання включають систему причинно-наслідкових зв'язків.

Часто використовують ще таке визначення знань: знання – це добре структуровані дані, або дані щодо даних, або метадані.



Головна відмінність знань від даних полягає в їхній активності, тобто поява в базі даних нових фактів або встановлення нових зв'язків може стати джерелом змін в ухваленні рішень

Таке знання дає упевнене розуміння предмету прийняття рішення, уміння самостійно поводитися з ним, розбиратися в ньому, а також використовувати для досягнення поставленої мети. Знання є результатом переробки інформації, зокрема з використанням метаданих, мають досить довгий цикл життя, несуть визначену ідею и постачені контекстом, що визначає область її ефективного застосування в даному місті і в даний час.

В процесі створення та обробки знання трансформуються аналогічно до даних (рис. 3.10).

Очевидно, що самі по собі дані без знання того, як їх інтерпретувати, змісту не мають. З іншого боку, знання саме по собі без конкретних даних можна характеризувати як «цікаве», але застосувати його неможливо. Виходячи з цього визначаються дві різні проблеми інформаційного менеджменту, що зустрічаються при прийнятті рішень (див. рис. 3.11).

Для багатьох ситуацій, пов'язаних із прийняттям рішень, характерним є присутність однієї або обох цих проблем. Перша проблема є особливо характерною для систем реального часу, оскільки можливості ОПР щодо обробки даних обмежені. При обмеженому обсязі робочої пам'яті і порівняно довгому циклі роботи когнітивного процесора для ОПР може знадобитися досить довгий відрізок часу, щоб виконати аналіз даних і одержати корисну для подальшого розгляду інформацію. У таких випадках розумову роботу ОПР необхідно підтримати методикою (методом) менеджменту даних.



Рис. 3.10. Умовні етапи трансформації знань в ІСППР

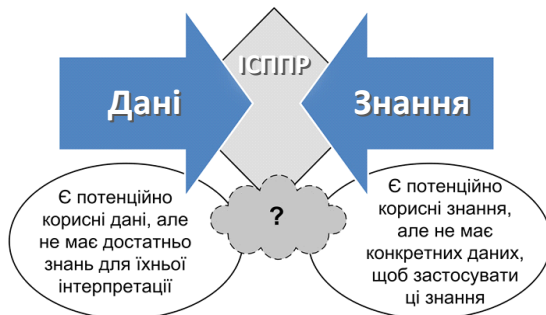


Рис. 3.11. Дві проблеми інформаційного менеджменту, що зустрічаються при прийнятті рішень

Проблема іншого типу пов'язана з відсутністю необхідного навчання і досвіду ОПР. Тут відіграє також роль специфічна архітектура процесора обробки даних людського організму. Знання, придбані людиною, зберігаються в довгостроковій пам'яті і «читаються» (вибираються) за допомогою семантичних методів, тобто за змістом. Такий тип доступу до пам'яті характеризується високою швидкістю, але низькою надійністю. Люди часто не можуть згадати ту частину знання або даних, що терміново необхідна в конкретний момент часу. Ця проблема особливо гостра при роботі в режимі реального часу. Її вирішують за допомогою методів менеджменту знань.



### **Контрольні запитання та завдання**

1. Наведіть визначення даних та знань.
2. Що є елементами (одиницями) інформаційного простору?
3. Назвіть умовні етапи трансформації даних в процесі функціонування ІСППР.
4. Назвіть умовні етапи трансформації знань в процесі функціонування ІСППР.
5. Назвіть дві проблеми інформаційного менеджменту, що зустрічаються при прийнятті рішень.



За темою вашого дипломного (курсowego) проекту або на прикладі прийняття рішень у вибраній вами (при виконанні попередніх завдань) довільній сфері визначте типи даних та знань, що можуть використовуватись в ІСППР, яку ви вибрали для проектування та реалізації.

Опишіть, як трансформуються дані та знання в процесі комп'ютерної обробки у вашій системі і які проходять етапи обробки.





## 4. ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### 4.1. ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ІСППР

*Інформаційний підхід. Підхід, заснований на знаннях.  
Інструментальний підхід.  
Компоненти концептуальної структури СППР – генератора*

Проектування будь-яких систем зазвичай починається з концептуальної моделі (схеми). Методи концептуального проектування систем управління були закладені теоретично вченими з 60-х років ХХ ст., і одержали істотний розвиток у наш час.



**Концептуальне проектування автоматизованих систем** – це початкова стадія проектування, на якій приймається визначальний наступний вигляд рішення, а також проводиться дослідження й узгодження параметрів створених технічних рішень із можливою їхньою організацією.

Основний обсяг задач концептуального проектування відноситься до ранніх стадій розробки систем: при постановці задачі на проектування, під час вироблення варіантів технічних і оформлювальних рішень, а також в ескізному проектуванні і при створенні технічного завдання на розробку системи.

При концептуальному проектуванні СППР існують три основні підходи (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Основні підходи при проектуванні СППР

#### 4.1.1. Інформаційний підхід

З позицій інформаційного підходу ІСППР належать до класу інформаційних систем, основне призначення яких полягає в поліпшенні характеру діяльності управлінського персоналу підприємства (саме поліпшення характеру діяльності, а не в наданні потрібної інформації в певний час) за рахунок застосування засобів інформаційної технології. У межах цього підходу було запропоновано дві моделі систем підтримки прийняття рішень: модель Спрага та еволюціонуюча модель.

Основними компонентами моделі Спрага є (рис. 4.2): інтерфейс «користувач – система», база даних і база моделей (БМ).

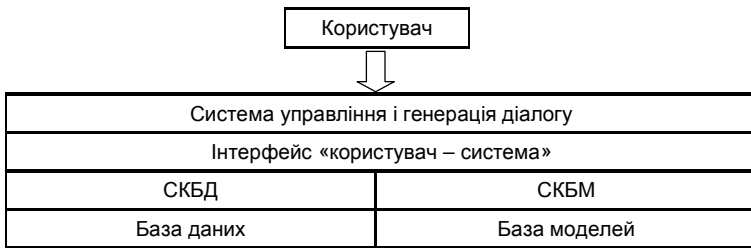


Рис. 4.2. Структурна схема моделі Спрага

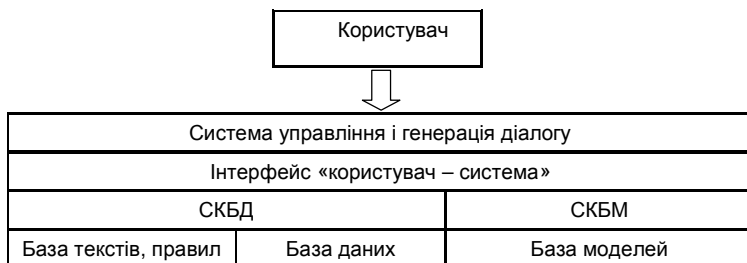
Інтерфейс «користувач – система» забезпечує зв'язок з кожною базою. Він включає програмні засоби для управління базою даних, управління базою моделей, управління і генерацією діалогу й повинен забезпечити виконання таких функцій:

- керувати різноманітними стилями ведення діалогу;
- змінювати стиль діалогу за бажанням користувача;
- представляти дані в різних формах і видах;
- надавати гнучку підтримку користувачеві.

Бази даних може включати як кількісну так і якісну інформацію, що надходить із різних джерел. Засоби створення і ведення БД повинні надавати такі можливості: об'єднувати різні джерела інформації, використовуючи процедуру їх «добування»; представляти логічну структуру у термінах користувача; мати повний набір функцій управління даними.

База моделей повинна забезпечити гнучкість моделювання, зокрема, за рахунок використання готових блоків моделей і підпрограм. Управління моделями дає наступні можливості: каталогізувати та обслужити широкий спектр моделей, які підтримують всі рівні управління; легко й швидко створювати нові моделі; пов'язувати моделі з відповідними базами даних.

Подальшим розвитком моделі Спрага є модель еволюціонуючої СППР. Крім інтерфейсу користувача, БД і БМ ця система включає базу текстів і базу правил (рис. 4.3), завдяки чому розширюються їх функціональні можливості.




*Рис. 4.3. Структурна схема еволюціонуючої СППР*

Інформаційна база такої системи дає змогу використовувати як менш структуровані види інформації (тексти звичайною мовою), так і більш структуровану інформацію (правила представлення знань, евристичні процедури).

#### **4.1.2. Підхід, заснований на знаннях**

Модель СППР, яка базується на знаннях, є одним із перспективних напрямів розвитку систем підтримки прийняття рішень шляхом об'єднання технологій автоматизованої підтримки рішень і технологій штучного інтелекту. У цій концепції створення СППР система знань виступає як один з визначальних чинників. Структурну схему СППР, яка базується на знаннях, зображено на рис. 4.4.

Ця система складається з трьох взаємодіючих частин: мовна система; система знань (БД, СКБД, база знань (БЗ), система керування базою знань (СКБЗ)) і системи обробки проблеми (проблемний процесор).

	<p>Відмінною особливістю СППР, що базуються на знаннях, є явне виділення нового аспекту підтримки рішень – спроможність «розуміти» проблему, тобто здатність прийняти природний запит користувача, зібрати відповідну інформацію, провести розрахунки і підготувати звіт</p>
---	--

Мовна система забезпечує зв'язок між користувачем і всіма компонентами комп'ютерної системи. З її допомогою користувач формулює

проблему і керує процесом її вирішення, використовуючи запропоновані мовною системою синтаксичні та семантичні засоби для опрацювання запитів користувача.

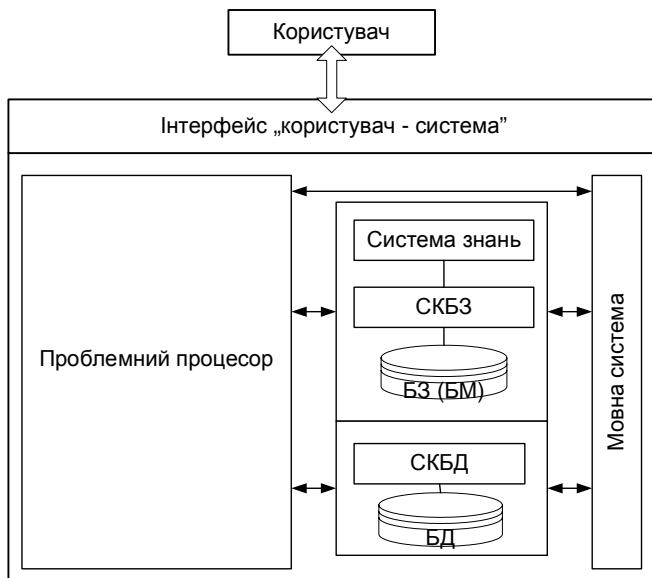



Рис. 4.4. Структурна схема СППР, яка базується на знаннях

Наведемо перелік можливих запитів, що представляє собою один із можливих прикладів створення мовної підсистеми ІСППР для прогнозування часових рядів. Звичайно, що число запитів може бути розширеним, а їх функції модифікованими. Отже, можливими запитами є наступні:

- 1) Які типи моделей можна побудувати за допомогою ІСППР?
- 2) Які методи (функції) прогнозування можна використати для обчислення прогнозів?
- 3) Які критерії адекватності моделей пропонує система?
- 4) Які критерії якості прогнозу пропонує система?
- 5) Запит на доповнення типів моделей.
- 6) Запит на доповнення типів алгоритмів оцінювання параметрів моделей.
- 7) Запит на доповнення числа критеріїв адекватності моделей.
- 8) Запит на введення даних (значень ряду).
- 9) Запит на доповнення даних.



	<p>10) Запит на побудову моделі ряду.  11) Запит на обчислення прогнозу.  12) Запит на виведення результату в заданій формі (таблиця, графік, діаграма, текст і т.ін.).  13) Запит на ретроспективний перегляд раніше отриманих результатів моделювання.  14) Запит на ретроспективний перегляд раніше отриманих результатів прогнозування.  15) Запити на надання допомоги.  Запит на розширення числа допустимих запитів, тобто, ми даємо завдання ІСППР розширити її власні можливості щодо інтерактивної взаємодії з користувачем</p>
---	---

*Система знань* вміщує інформацію щодо предметної області. Типи цих систем відрізняються за характером представлення в них даних і використовуваними моделями формалізації знань (ієрархічні структури, графи, семантичні мережі, фрейми, обчислення предикатів тощо).

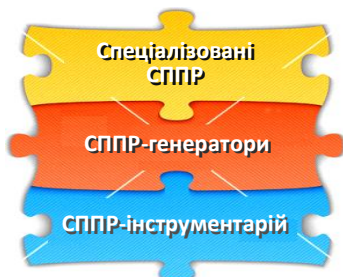
*Система обробки задач* є механізмом, що пов'язує мовну систему й систему знань. Цей проблемний процесор забезпечує збір інформації, розпізнавання проблеми, формування проблеми, задачі, пошук альтернативних варіантів рішень, розробку моделі, її аналіз, вибір рішення та прийняття рішення тощо.

Він сприймає опис проблеми, виконаний відповідно до синтаксису мовної системи і використовує знання згідно з прийнятими у системі знань правилами, з метою створення інформації, необхідної для підтримки рішень. Проблемний процесор є динамічною компонентою ІСППР, що відображає (моделює) поведінку особи, яка вирішує проблему. Тому він повинен мати як мінімум, можливість інтегрувати інформацію, що надходить від користувача через мовну систему і систему знань, і, використовуючи моделі, перетворювати формулювання проблеми в детальні процедури, виконання яких дає відповідь (розв'язок задачі). У складніших випадках проблемний процесор повинен вміти формулювати моделі, необхідні для вирішення поставленої проблеми.

### 4.1.3. Інструментальний підхід

Підвищена увага до методів розробки і впровадження систем підтримки прийняття рішень зумовила необхідність розробки програмних інструментів для створення різних СППР, що, в свою чергу, вплинуло на появу

нової концепції класифікації СППР – інструментального підходу, розробленого Спрагом. Таким чином, в залежності від специфіки задач, що розв'язуються, і використовуваних технологічних засобів створення систем можна виділити три рівні СППР (рис. 4.5).



*Рис. 4.5. Три рівні СППР*

Спеціалізовані (прикладні) СППР призначені для використання кінцевим користувачем. Вони дають змогу вирішувати специфічні проблеми у конкретних ситуаціях. Спеціалізація СППР змінюється відповідно до ієрархії управління, особистості ОПР, типу додатків, множини рішень, що підтримуються, зокрема стратегічних, тактичних, операційних, кількості користувачів, необхідного часу для прийняття рішень тощо. У зв'язку із цим виникає необхідність у зручній інструментарії, якій дозволяє спрощувати та прискорювати створення широкого діапазону СППР.

Саме таким пакетом взаємопов'язаних програмних засобів (пошуку, переробки і видачі даних, моделювання, тощо), який дає змогу легко і швидко створювати спеціалізовану СППР, є СППР-генератор. Наприклад, СППР-генератор може складатися з таких елементів, як підготовки звітів, пошуку інформації, мови моделювання, множина способів для проведення фінансових та статистичних аналізів. Побудова СППР-генераторів дозволяє використовувати їх і фахівцями, що не є програмістами.

Для створення СППР в області планування й управління розроблено чимало СППР-генераторів: CUFFS88, EXPRESS, FAME та ін.

Концептуальну структуру СППР-генератора наведено на рис. 4.6.

Комплекс засобів управління інтерфейсом користувача в СППР-генераторі повинне забезпечувати реалізацію трьох основних типів інтерфейсу: меню, мова команд, звичайна мова запитань і відповідей.

Управління представленнями повинне підтримувати різноаспектні образи користувача щодо своєї проблеми, яку потрібно вирішувати. Ці представлення можуть виражатися у вигляді таблиць, графіків або командних процедур.



*Рис. 4.6. Концептуальна структура СППР-генератора*

Управління аналізом зводиться до ведення бази моделей. У разі маніпулювання даними при математичному моделюванні множини інструкцій можна подати як підпрограму аналізу. СКБД повинна забезпечувати доповнення бази моделей за рахунок додаткових засобів аналізу. Системний адміністратор забезпечує координацію дій користувачів, а також системного тренажера, що використовується для підготовки користувачів.

Управління даними реалізується за допомогою СКБД, яка повинна включати засоби ведення словника даних, що дасть змогу на цій основі створити інші словники, наприклад, графічний словник чи словник моделей.

До прототипу описаного генератора можна зарахувати систему REGIMES, орієнтовану на персональні комп'ютери. Цей генератор складається з таких компонент: командного процесора, діалогового процесора, процесора представлення, управління регресійним аналізом, трьох словників (даних, графіки та аналізу).

Більш детальним пакетом є СППР-інструментарій, який надає в розпорядження проєктантів СППР потужні засоби (рис. 4.7), в тому числі мови спеціалізованої спрямованості, вдосконалені операційні системи, засоби обміну інформацією, проєкції кольорових графічних образів і та ін. Тому вони можуть використовуватись для створення як спеціалізованих СППР, так і для генераторів СППР.

Підхід на основі розроблення життєвого циклу системи SDLS (Systems Development Life Cycle). Інколи його називають одностаїним (завершеною системою).

2. Швидке прототипування (Rapid Prototyping). Цей підхід ще називають методом швидкого успіху (Quick-Hit Method) або стрімким розробленням додатку (rapid application development – RAD). Він передбачає широке застосування різних технологій, зокрема СППР-генераторів.

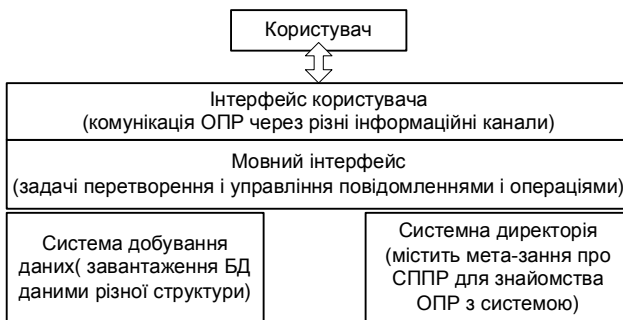




Рис. 4.7. Структура СППР-інструментарія

3. Розроблення кінцевим користувачем (End-User Development), тобто менеджери самі розробляють для себе ІСППР, використовуючи технологічні засоби типу СППР-інструментарія і СППР-генератора.

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Які підходи існують при концептуальному проектуванні ІСППР?</li> <li>2. Які моделі систем підтримки прийняття рішень було запропоновано у межах інформаційного підходу?</li> <li>3. З яких взаємодіючих частин складається система, яка базується на знаннях?</li> <li>4. Які рівні систем можна виділити в залежності від специфіки розв'язуваних задач і використовуваних технологічних засобів процесу створення систем?</li> <li>5. Що таке СППР-генератор?</li> </ol>
---	---

	<p>За темою вашого дипломного (курсового) проекту або на прикладі вибраної вами (при виконанні попередніх завдань) довільної сфери визначте підходи, що можуть використовуватись при проектуванні вашої ІСППР.</p> <p>Наведіть загальну структурну схему вашої системи.</p>
---	---



## 4.2. ТИПИ АРХІТЕКТУР СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ІСППР

*Текстово-орієнтовані ІСППР.*

*ІСППР, які орієнтовані на використання бази даних.*


*ІСППР, які орієнтовані на використання електронних таблиць.*


*ІСППР на основі алгоритмічних процедур для розв'язку задач.*

*ІСППР на основі правил. Гібридні ІСППР*

### 4.2.1. Загальний огляд типової архітектури СППР

Архітектура автоматизованої системи визначається характером взаємодії основних її складових, до яких зазвичай відносять базові апаратну та програмну платформи, бази та сховища даних, інфраструктури комунікацій і мереж, інтерфейси користувачів, тощо, а також елементів цих частин. Що стосується ІСППР, то їх типова архітектура визначається передусім специфікою таких систем і складається з чотирьох основних частин (рис. 4.8). Серед них важливе місце займає система опрацювання даних і генерації результатів (СОДГР), яка власне є «движком» усієї ІСППР.

	<p><b>Архітектура</b> (програмного забезпечення (software architecture), програми або обчислювальної системи) – це структура системи, що включає компоненти, видимі ззовні (зокрема програмні), властивості цих компонентів, а також відношення між ними. Цей термін також відноситься до документування архітектури програмного забезпечення. Документування архітектури ПЗ спрощує процес комунікації між зацікавленими особами (stakeholders), дозволяє зафіксувати прийняті на ранніх етапах проектування рішення про високорівневий дизайн системи й дозволяє використовувати компоненти цього дизайну та шаблони повторно в інших проектах</p>
---	--

	<p>Архітектура ІСППР має бути поданою у вигляді схем і бути зрозумілою перед тим, як прийматимуться конкретні рішення щодо розробки системи</p>
---	---

Ефективне поєднання всіх частин та їх елементів у єдину ІСППР на стадії проектування дає змогу уникнути ряду труднощів при побудові системи і підвищити її продуктивність за рахунок:

- інтеграції БД та БЗ ІСППР з іншими внутрішніми і зовнішніми сховищами;
- скорочення тривалості очікування відповіді на запит користувача;
- ефективного використання великих математичних моделей;
- вдалішої координації діалогу з базою моделей та базою даних;
- поліпшення розуміння програмістами окремих аспектів системи;
- зниження витрат на створення та експлуатацію системи;
- мінімізація вартості підтримки та збільшення продуктивності користувачів, включаючи уникнення збоїв системи та інших проблем щодо продуктивності;
- зменшення інфраструктурних перешкод, які затримують розгортання нових додатків інформаційних систем і технологій, особливо ІСППР.



*Рис. 4.8. Типова архітектура ІСППР*

Необхідно зауважити, що поки що не створені єдині стандарти архітектури ІСППР, і різні автори трактують це поняття на власний розсуд. Але є зрозумілим, що конкретний тип архітектури ІСППР залежить передусім від її призначення. Так, маломасштабні ІСППР, розроблені персонально для власного використання, не потребують зусиль стосовно вищого архітектурного планування, хоча загальна архітектура інформаційної системи організації може впливати на можливості такої настільної ІСППР. Корпоративні (широкомасштабні) ІСППР вимагають ретельного планування архітектури для того, щоб вони мали успішне завершення.

З точки зору вибору засобів, що забезпечують, та виходячи з загальноприйнятого поділу СППР на концептуальному рівні, який було на-

ведено на рис. 1.9, визначаються кілька базових типів архітектур ІСППР (рис. 4.9).

#### 4.2.2. Текстово-орієнтовані ІСППР

СППР, які для підтримки рішень в основному зорієнтовані на опрацювання текстів, почали створюватись ще на початку 70-х років ХХ ст. З того часу з урахуванням інтелектуалізації такі системи зараз мають архітектуру, наведену на рис. 4.10.

Бази знань та даних (БЗД) містить текстові файли, що являють собою основну інформацію для ОПР (це так звана електронна документація). СОДГР виконує різноманітні маніпуляції над текстовою документацією і включає програмне забезпечення, що полегшує користувачеві складання запитів щодо роботи з текстами. Крім того до складу СОДГР може входити інструментарій штучного інтелекту стосовно розпізнавання образів. Система представлення результатів (СПР), що входить до інтерфейсної частини, забезпечує всі можливі формати представлення текстової, табличної і графічної інформації та повідомлення, що полегшують користувачеві спілкування з системою.

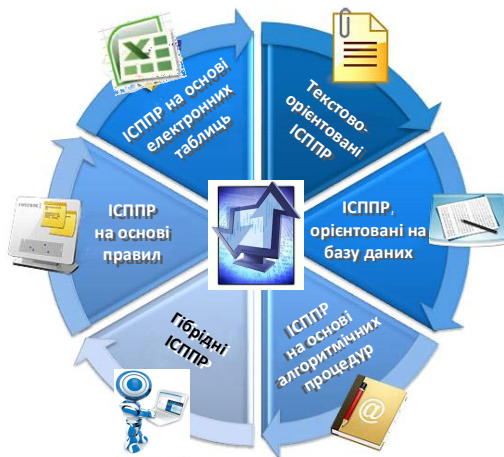


Рис. 4.9. Базові типи архітектур ІСППР


Важливою властивістю текстової ІСППР є можливість гіпертекстової підтримки. Гіпертекст встановлює зв'язок між знаннями, які містяться в різних файлах (фрагментах) тексту. При цьому кожен фрагмент тексту

пов'язується з іншими фрагментами, які концептуально з ними пов'язані. Наприклад, є фрагмент, де йде мова про потенційного конкурента. Цей фрагмент зв'язується з іншими фрагментами, де мова йдеться про інших конкурентів.



Рис. 4.10. Структура текстово-орієнтованої ІСППР

В коло задач побудови текстової ІСППР входить проблема розуміння зв'язних текстів на природній мові, синтез текстів. До цього ж кола проблем належать задачі формування пояснень дій інтелектуальної системи, які вона повинна дати на запит людини. Дослідження в цій сфері проплюнують методи побудови лінгвістичних процесорів, систем діалогового типу.

	<p>У якості прикладу наведемо текстову ІСППР для інженера-технолога. Якщо необхідно розпочати виробництво технічно складної деталі або вузла, при цьому виникає необхідність прийняти множину рішень стосовно наступних питань:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• які параметри повинен мати новий продукт?</li> <li>• скільки буде коштувати його виробництво?</li> <li>• які інструменти, станки і т.д. використовувати?</li> <li>• яка площа необхідна для обладнання?</li> <li>• яку, звідкіля і в якій кількості замовити сировину?</li> <li>• які характеристики має подібний продукт конкурента?</li> <li>• які необхідно врахувати проблеми відносно охорони праці, набору додаткових виробників, обслуговування нової техніки?</li> <li>• як організувати збут продукції?</li> <li>• на який об'єм продажу і прибутку можна розраховувати?</li> </ul> <p>Підготувати рішення з цих питань можливо шляхом опрацювання та отримання накопичених в БЗД текстів (стандартів, рекомендацій, маркетингових досліджень та ін., які відповідають поставленій проблемі).</p>
---	---

### 4.2.3. ІСППР, орієнтовані на використання бази даних

Такі ІСППР призначені для обробки великих об'ємів інформації, строго структурованих даних та знань у вигляді числових і описових даних. Найбільш поширеними у цьому випадку є реляційні бази даних (рис. 4.11).

В такій системі СОДГР включає три типи програмного забезпечення:

- СКБД;
- інтерактивне ПЗ для обробки запитів користувача;
- спеціальне ПЗ, яке створене для задоволення потреб користувача (включає, як правило, деякі логічні правила аналізу даних і формування відповіді на запит, а також необхідні обчислення: статистика, прогноз, порівняння).

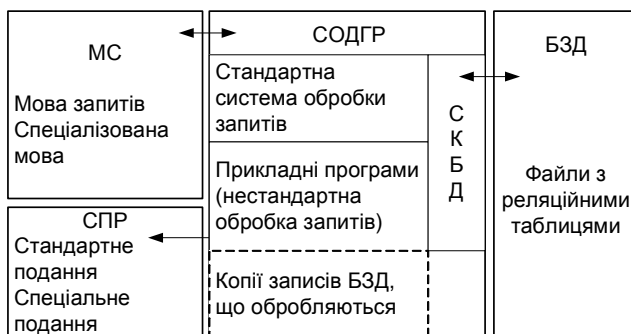



Рис. 4.11. Структура ІСППР на основі БД



На прикладі системи для прогнозування часових рядів, структурна якої відповідає типовій архітектурі, що заснована на використанні бази даних, покажемо для зберігання яких елементів призначена БД, а саме:

- вихідні часові ряди, що характеризують динаміку фінансово-економічних процесів;
- період прогнозування;
- тип джерела інформації та формати даних;
- модифіковані часові ряди (перші різниці та різниці вищих порядків, логарифмовані та нормовані дані);
- типи моделей;
- коефіцієнти (параметри) математичних моделей;
- алгоритми оцінювання параметрів моделей;
- алгоритми прогнозування;
- критерії оцінювання якості прогнозу.

#### 4.2.4. ІСППР, орієнтовані на використання електронних таблиць

Сучасний розвиток технології електронних таблиць (наприклад, типу MsExcel) дозволяє ОПР при використанні ІСППР, побудованої на цій технології, не тільки створювати, проглядати і модифікувати великі обсяги даних різних форматів (числових, грошових, текстових та ін.), виконувати різні команди, а й формувати і використовувати процедурні знання. Основу процедурних знань, які і є командами для СОДГР, представляють собою формули, які містяться в таблицях, а файли з таблицями, що наповнені описовими і процедурними знаннями, уявлять своєрідну БЗД.

Архітектура ІСППР на основі електронних таблиць зображена на рис. 4.12.

Такі ІСППР, як правило, призначені для виконання аналізу «що буде, якщо...» для того, щоб побачити і порівняти результати дій над вмістом таблиць. Це є гарним засобом для прискореного порівняння альтернатив.

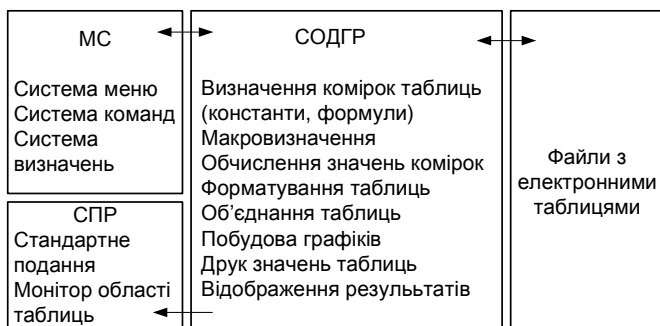


Рис. 4.12. Архітектура ІСППР на основі електронних таблиць

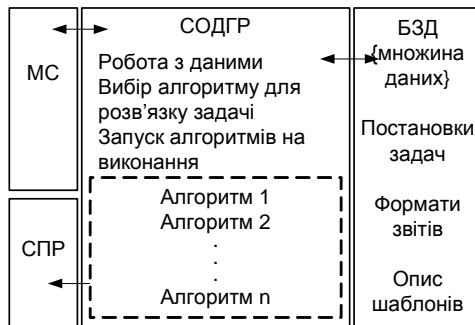
Крім процедурних знань (формули в комірках) і описових знань (числа в комірках), таблиця може містити прості знання щодо представлення результатів, а також лінгвістичні знання.

#### 4.2.5. ІСППР на основі алгоритмічних процедур для розв'язку задач

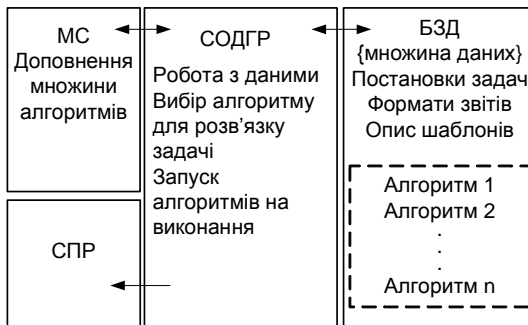
До таких ІСППР, наприклад, відносяться системи для розв'язання задачі оптимізації інвестицій, або максимізації прибутку для конкретного виду виробництва, розміщення централізованих складів для торгової мережі і т.ін.

Як правило, ІСППР такого типу містить множину алгоритмів для розв'язку вибраного класу задач. Набори алгоритмів для розв'язку конкретних задач зазвичай фокусуються на задачах таких класів, як фінансові, економічні, прогнозування, планування, статистичного аналізу, оптимізації.

Існує два основних підходи до використання обчислювальних алгоритмів в ІСППР: фіксований та гнучкий. При фіксованому підході алгоритми є частиною СОДГР (рис. 4.13 а). Це означає, що до ІСППР не можна легко додати або видалити алгоритми, або модифікувати їх. В той же час при гнучкому підході (рис. 4.13 б) можна легко додавати, видаляти, модифікувати і об'єднувати множину алгоритмів в процесі експлуатації системи. При цьому БЗД може містити дані, постановки задач, формати звітів, правила прийняття рішень з метою координації виконання алгоритмічних модулів.



а)



б)

Рис. 4.13. Структура ІСППР на основі алгоритмічних процедур а) – з фіксованим використанням алгоритмів, б) – гнучкий підхід

Відмінність гнучкої системи від жорсткої полягає в тому, що БЗД містить алгоритмічні модулі, які можна комбінувати в необхідній послідовності та запускати на виконання. Крім того, гнучка система передбачає можливість формування нових та модифікації існуючих критеріїв якості розв'язку задачі.

#### 4.2.6. ІСППР на основі правил

В ІСППР на основі правил (рис. 4.14) в БЗ зберігаються правила та описи процесу станів, а СОДГР містить правила для виконання логічного висновку на основі правил типу:

If < опис ситуації >  
 Then < які дії виконати >  
 Because < вказівка причин дій >.



Рис. 4.14. Структура ІСППР на основі правил

Кожний набір правил в БЗ створюється для того, щоб вивести рекомендації по відношенню до конкретної проблеми.

Наприклад, один набір правил може стосуватися того, як уникнути випуску продукції з дефектами, а інший – надає пораду як краще організувати продаж готової продукції.

Опис поточного стану може стосуватися:

- поточного рівня технології на підприємстві;
- розміщення складів для розповсюдження товару на території України;
- кількості та кваліфікації спеціалістів на підприємстві.

Окрім запитів про допомогу (Help) та запитів щодо редагування описання станів, користувач ІСППР на основі правил може давати два типи



запитів щодо підтримки прийняття рішень: запити щодо рекомендацій (порад) та запити щодо пояснення фактів.

Наприклад, користувач може дати запит відносно можливих причин відмови механічного вузла, а потім дати запит щодо детального пояснення старіння або зношення металевих деталей.

Одним з напрямків застосування методів штучного інтелекту в цих системах є її навчання та самонавчання. Під навчанням розуміється накопичення досвіду розв'язання задач і перенос його на інші задачі, які досі не розв'язувалися. Для того, щоб це стало можливим, необхідно створити методи формування умов задачі по опису проблемної ситуації, або в результаті спостережень за нею, навчитися переходу від відомих рішень (розв'язків) часткових задач (прикладів) до розв'язання загальної задачі; створити прийоми (засоби) декомпозиції початкової задачі на більш малі задачі так, щоб вони виявилися відомими для системи.

#### 4.2.7. Гібридні ІСППР

Вище ми розглянули окремо такі системи, як текстові, на основі БД, на основі електронних таблиць, на основі алгоритмічних процедур та на основі правил. Якщо об'єднати кілька типів ІСППР в одну, то отримаємо гібридну систему (рис. 4.15). Найчастіше об'єднують методи на основі БД та алгоритмічних процедур.

Очевидно, що такі системи є більш універсальними і надають більше можливостей з точки зору запитів і отримуваних результатів. При цьому ІСППР може сама приймати рішення про те, який метод обробки знань вибирати.





Рис. 4.15. Структура гібридної ІСППР




Наприклад, по такому типу побудована ІСППР при управлінні повітряним рухом у великих аеропортах. Вона має наступні функції:

- чисто довідкові;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розрахунок оптимальної траєкторії польоту в аварійних ситуаціях;</li> <li>• автоматизований гнучкий розклад посадок і зльотів;</li> <li>• підтримка рішень в нештатних ситуаціях;</li> <li>• стан парку літаків, приписаних до аеропорту;</li> <li>• довідки щодо кадрів (персоналу);</li> <li>• довідки щодо матеріально-енергетичних ресурсів;</li> <li>• інформація про нештатні ситуації в минулому;</li> <li>• інформація щодо прогнозу погоди.</li> </ul>
---	--

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чим визначається архітектура ІСППР?</li> <li>2. Назвіть базові типи архітектур ІСППР.</li> <li>3. Назвіть складові текстово-орієнтованих ІСППР.</li> <li>4. У чому полягає специфіка ІСППР на основі алгоритмічних процедур для розв'язку задач?</li> <li>5. Що таке гібридна система? У чому її переваги?</li> </ol>
---	--

	<p>За темою вашого дипломного (курсового) проекту або у вибраній вами (при виконанні попередніх завдань) довільній сфері визначте тип архітектури системи, яку ви вибрали для проектування та реалізації.</p> <p>Поясніть (письмово) призначення кожної підсистеми ІСППР.</p> <p>Запишіть, які типи запитів до системи ви плануєте реалізувати. Ураховуйте, що наведений перелік можливих запитів представляє собою основу для створення мовної підсистеми.</p>
---	---



## 5. ІНСТРУМЕНТАРІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### 5.1. СИСТЕМА ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ГЕНЕРАЦІЇ І ПРЕДСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

*Системи обробки даних та генерації результатів (СОДГР).*

*Функції СОДГР на прикладі ІСППР при прогнозуванні динаміки часових рядів.*

*Система представлення результатів (СПР)*

#### 5.1.1. Функції системи обробки даних та генерації результатів

Розглянувши типові архітектури ІСППР можна зробити висновок, що серед основних частин, з яких вони складаються, таких, як інструментарій управління даними і знаннями, моделями і алгоритмами, а також інтерфейсу користувача, система обробки даних та генерації результатів (СОДГР) є головною частиною (ядром) ІСППР з точки зору її основного призначення – координації функціонування названих складових в процесі підтримки прийняття рішень при розв'язку задач в обраній прикладній області. Основну структуру СОДГР наведено на рис. 5.1, а типові дії СОДГР представлені на рис. 5.2.




Рис. 5.1. Основна структура СОДГР



Рис. 5.2. Типові дії СОДГР

Розглянемо функції СОДГР на прикладі ІСППР при прогнозуванні динаміки часових рядів.

Сучасні дослідження макроекономічної динаміки, процесів перехідної економіки, фінансових ринків спираються на аналіз взаємозв'язків соціально-економічних даних, що має вигляд часових рядів. Урахування часової структури даних щодо реальних економічних процесів дозволяє адекватно відобразити їх в економіко-математичних моделях.

	<p><b>Часовий ряд</b> (<i>time series</i>) – це ряд динаміки, впорядкований за часом, або сукупність спостережень економічної величини в різні моменти часу.</p> <p><b>Динамічний ряд</b> – це сукупність спостережень одного показника, впорядкованих залежно від значень іншого показника, що послідовно зростають або спадають.</p>
---	--

Соціально-економічні процеси найчастіше спостерігаються у вигляді ряду послідовних, розташованих у хронологічному порядку значень того чи іншого показника.

Загальна характеристика методів прогнозування на основі використання часових рядів виходить з відомого висловлювання, що «все, про що ви не знаєте – дорого вам обходиться». Тому прогнозування на основі часових рядів є одним із найпопулярніших підходів до прогнозування розвитку економічних процесів, об'ємів торгових операцій, об'ємів виробництва та накопичення продукції на складах, оцінювання альтернативних економічних стратегій, формування бюджетів підприємств та держави, прогнозування та менеджмент економічних і фінансових ризиків та інше.

Загалом методи прогнозування можна розділити на три широкі класи:

1) прогнозування на основі суджень, тобто, прогнозування, що базується на суб'єктивних судженнях (оцінках), інтуїції, поглиблених знаннях конкретної області та іншій інформації, що має відношення до прогнозованого процесу;

2) методи прогнозування на основі використання часового ряду однієї змінної, тобто, на основі авторегресії, авторегресії з ковзним середнім (АРКС) та АРКС плюс тренд;

3) методи прогнозування на основі використання часових рядів декількох змінних.

В останньому випадку ендогенна змінна, що прогнозується, залежить від кількох регресорів, або екзогенних змінних в правій частині рівняння. Очевидно, що в загальному випадку метод прогнозування може поєднувати в собі 2-3 наведених вище методи. На сьогоднішній день в спеціальній літературі описано багато методів прогнозування на основі використання часових рядів. Найбільш поширеними серед них є метод групового врахування аргументів (МГВА), авторегресія (АР), авторегресія та ковзного середнього (АРКС), авторегресія з інтегрованим ковзним середнім (АРІКС), лінійна та нелінійна множинна регресія, квантильна регресія, регресійні дерева, нейромережі, байєсівські мережі, нечіткі множини, нечіткі нейромережі та інші.

Отже, СОДГР в ІСППР при прогнозуванні динаміки часових рядів, приймаючи коректні запити від мовної системи, виконує наступні дії (які задаються запитамі):

- поповнює (при необхідності) базу даних і знань;
- вибирає алгоритм (чи алгоритми) обробки даних з бази даних і знань;
- застосовує вибраний алгоритм до даних, що містяться в базі даних, з метою побудови математичної моделі, обчислення прогнозу чи керуючих дій або виконання інших функцій ІСППР;
- використовує критерії адекватності моделі з метою визначення ступеня адекватності побудованої моделі;
- застосовує критерії якості прогнозу (чи критерії якості управління) для визначення кращого прогнозованого значення або кращої траєкторії оптимального управління вибраним процесом;
- при необхідності реалізує функцію ретроспективного аналізу результатів з метою порівняння останнього отриманого результату (прогнозування, управління, планування і т.ін.) з результатами, які були отримані раніше; таке порівняння дає змогу визначити існування подібних ситуацій в минулому і теперішньому часі;


- передає отримані результати обчислень в систему представлення результатів (СПР), яка представляє отриманий результат у формі, заданій користувачем;
- зберігає, при необхідності, частину отриманих результатів в короткостроковій пам'яті для подальшого використання в поточній сесії застосування ІСППР.

ІСППР, яка проектується для підтримки прийняття рішень в іншій прикладній області, буде мати інші функції, хоча досить часто ІСППР мають ряд подібних функцій. До них необхідно віднести попередню обробку даних, побудову математичних та статистичних моделей, визначення їх адекватності, перетворення до стандартних форм (простору станів), знаходження розв'язків відповідних рівнянь, тощо.

Наведемо типові запити в ІСППР для прогнозування динаміки часових рядів економічних процесів. Можливими запитами є наступні:

- 1) чи поповнює СОДГР базу даних і знань?;
- 2) чи вибирає СОДГР алгоритм ( алгоритми) обробки даних з бази даних і знань?;
- 3) чи застосовує вибраний алгоритм до даних, що містяться в базі даних, з метою побудови математичної моделі, обчислення прогнозу чи керуючих дій, або виконання інших функцій ІСППР?;
- 4) чи використовує критерії адекватності моделі з метою визначення ступеня адекватності побудованої моделі?;
- 5) чи застосовує критерії якості прогнозу (чи критерії якості управління, інших функцій) для визначення кращого значення або кращої траєкторії оптимального управління вибраним процесом?;
- 6) чи реалізує функцію ретроспективного аналізу результатів?;
- 7) чи передає отримані результати обчислень в систему представлення результатів?;
- 8) які алгоритми попередньої обробки даних, оцінювання параметрів (коефіцієнтів) математичних та/або статистичних моделей використовуються?;
- 9) які алгоритми обчислення статистичних параметрів, що характеризують якість (адекватність) побудованої моделі, використовуються?;
- 10) які алгоритми обчислення прогнозованих значень використовуються?;
- 11) які алгоритми обчислення показників якості прогнозів та кращого прогнозу використовуються?;



	<p>12) які алгоритми формування бази результатів використовуються для проведення ретроспективного аналізу;</p> <p>13) які алгоритми обчислення оптимальних траєкторій розвитку процесу, тобто траєкторій для керуючих дій (сигналів) і траєкторій для вихідних змінних (змінних стану) процесу використовуються?;</p> <p>14) які алгоритми обчислення показників якості процесу управління, вибору кращої траєкторії з множини знайдених використовуються?</p>
---	--

Таким чином, при проектуванні ІСППР для прогнозування динаміки часових рядів необхідно визначити наступне:

- 1) типи математичних моделей, які можна будувати за допомогою ІСППР;
- 2) критерії адекватності, які будуть використовуватись для вибору кращої моделі;
- 3) конкретні типи функцій прогнозування, що будуть використовуватись в вашій системі;
- 4) критерії оцінювання якості прогнозу, які дозволить обчислювати система;
- 5) правило вибору кращої моделі;
- 6) правило вибору кращого прогнозу;
- 7) опис алгоритмів, перелік алгоритмів математичних чи статистичних моделей, які планується використовувати в системі, або алгоритмів управління, на яких базується СОДГР.

Так при прогнозуванні динаміки часових рядів відповідно до запропонованого підходу побудова моделі за часовими рядами складається з п'яти наступних етапів:

- 1) виконати аналіз процесу (процесів), для якого будується модель на підставі вимірів вхідних і вихідних змінних, представлених відповідними часовими рядами;
- 2) виконати аналіз наявних часових рядів на можливу присутність нелінійностей за допомогою ряду критеріїв;
- 3) вибрати структури моделей-кандидатів, для чого необхідно виконати наступне: обчислити і виконати аналіз кореляційної матриці для часових рядів залежної і незалежної змінних з метою визначення екзогенних змінних, котрі необхідно включити в модель; обчислити автокореляційну і приватну автокореляційну функцію для залежної змінної з метою вибору порядку авторегресійної частини моделі;

4) вибрати метод (методи) для оцінювання коефіцієнтів (параметрів) моделей-кандидатів і оцінити їх параметри;

5) вибрати кращу (адекватну) модель з отриманого на четвертому етапі множини кандидатів, використовуючи для цієї мети набір статистичних параметрів.

На етапі ідентифікації часового ряду необхідно встановити модель, яка з найбільшим ступенем адекватності описує часовий ряд. Для цього за допомогою спеціальних тестів (тест Дікі – Фуллера, тести на гетероскедастичність) встановлюється, чи процес, що описаний часовим рядом, є стаціонарним, чи ні. Якщо ні, то необхідно виявити природу не стаціонарності.

На другому етапі необхідно вибрати метод прогнозування, що найбільш підходить для розв'язку задачі. Можливі такі методи, як на основі стандартного алгоритму фільтру Калмана, на основі різницевого рівняння, на основі розв'язків різницевого рівняння, прогнозування з мінімальною дисперсією, метод подібних траєкторій.

Далі, для попередньої обробки даних доцільно скористуватися наступними методами: логарифмування; нормування в діапазоні від -1 до +1; диференціювання (можливості обчислення перших різниць та різниць вищих порядків); пряме і зворотне перетворення Фур'є; цифрова фільтрація; бутстреп.

Для оцінювання параметрів моделей (у випадку лінійних та квазілінійних моделей) скористаємось наступними методами:

- метод найменших квадратів (МНК) та його рекурсивна версія (РМНК);
- метод максимальної правдоподібності (ММП) та його рекурсивна версія;
- метод допоміжної змінної (МДЗ).
- для нелінійних моделей:
- нелінійний метод найменших квадратів (НМНК);
- метод максимальної правдоподібності;
- узагальнений метод моментів (УММ).


Для оцінки моделей з множини оцінюваних кандидатів необхідно вибрати критерії середньоквадратичної похибки, критерій Дарбіна-Уотсона (для перевірки на корельованість похибок моделі), t-статистику Ст'юдента (для перевірки значимості параметрів моделі), інформаційний критерій Акайке, критерій Байєса-Шварца, критерій Фішера (для перевірки адекватності моделі в цілому).

Для оцінки якості моделі та обчислення якості прогнозу необхідно визначити, наскільки добре модель відтворює дійсні часові ряди. Завжди рекомендується робити повторний (ретроспективний) прогноз після мо-



делювання. Формальними критеріями оцінки якості моделі є формальні статистики; поворотні точки (точки перегину); чутливість до зміни початкових даних; чутливість до зміни коефіцієнтів.

### 5.1.2. Вибір та опис алгоритмів, на яких базується СОДГР

	<p>При проектуванні СОДГР необхідно вибрати та описати всі обчислювальні алгоритми та алгоритми прийому/передачі даних, які будуть використовуватись в процесі підтримки прийняття рішень</p>
---	---

Якщо ІСППР призначено для прогнозування, то це будуть наступні алгоритми:

- алгоритми попередньої обробки даних (логарифмування, нормування, фільтрація, заповнення пропусків, обробка великих імпульсних значень);
- оцінювання параметрів (коефіцієнтів) математичних та/або статистичних моделей;
- алгоритми обчислення статистичних параметрів, які характеризують якість (адекватність) побудованої моделі;
- алгоритми обчислення прогнозованих значень (на основі рівнянь авторегресії (АР), авторегресії з ковзним середнім (АРКС), АР з умовною гетероскедастичністю (АРУГ), узагальненої (УАРУГ), множинної регресії; за допомогою методу групового урахування аргументів (МГУА); за допомогою фільтра Калмана; за методом подібних траєкторій; методами експоненціального згладжування; нечітких множин; нейронних мереж і т.ін.);
- алгоритми обчислення показників якості прогнозів;
- алгоритм(и) (або правила) вибору кращої моделі та кращого прогнозу на основі розрахованих показників адекватності моделі та якості прогнозу;
- алгоритми формування бази результатів для проведення ретроспективного аналізу;
- алгоритми поповнення бази даних і знань.

Якщо ІСППР призначено для обчислення (прогнозування) оптимальних траєкторій розвитку того чи іншого процесу (тобто, оптимального управління процесом), то вона повинна містити наступні алгоритми:

- алгоритми попередньої обробки даних (логарифмування, нормування, фільтрація, заповнення пропусків, обробка великих імпульсних значень);
- оцінювання параметрів (коефіцієнтів) математичних та/або статистичних моделей;
- алгоритми обчислення статистичних параметрів, які характеризують якість (адекватність) побудованої моделі;
- алгоритм перетворення побудованої моделі в стандартну форму простору станів;
- алгоритми обчислення оптимальних траєкторій розвитку процесу, тобто траєкторій для керуючих дій (сигналів) і траєкторій для вихідних змінних (змінних стану) процесу; при цьому постановка задачі оптимального управління вимагає наступних знань: математичну модель процесу, початкові умови, обмеження на змінні та критерій оптимальності;
- алгоритми обчислення показників якості процесу управління (прогнозування оптимальних траєкторій);
- алгоритм(и) (правила) вибору кращої траєкторії з множини знайдених.

Очевидно, що вибір для проектування ІСППР іншого типу потребує використання алгоритмів іншого функціонального призначення. Наприклад, якщо проектується ІСППР текстового типу, то СОДГР повинна містити алгоритми пошуку текстової інформації в базі знань, сортування у відповідності до запиту, забезпечення гіпертекстової підтримки й т.ін.

### **5.1.3. Функції системи представлення результатів, форми представлення**

#### **5.1.3.1. Загальні відомості**

Система представлення результатів (СПР) приймає результати обробки даних та знань від СОДГР і передає їх в інтерфейсну частину для подання користувачу в зручній для сприйняття формі.

Можливі форми представлення результатів роботи СОДГР залежать від конкретної прикладної галузі та характеру задач, що розв'язуються за допомогою ІСППР. Однак можна виділити декілька відносно універсальних форм представлення результатів, до яких відносяться наступні:

- гістограми, графічне зображення функцій розподілу ймовірностей отриманих величин;
- графічне представлення результатів у вигляді двовимірних та тривимірних графіків;

- застосування ліній різних типів для різних змінних на графіках;
- одночасне зображення поточних результатів роботи ІСППР та результатів, отриманих раніше (ретроспективне порівняння результатів);
- представлення результатів у вигляді таблиць зручного формату;
- поєднання тексту з цифровим матеріалом, таблицями і графіками;
- кругові та стовпчикові діаграми;
- тривимірні стовпчикові діаграми;
- використання можливостей гортання сторінок (*paging – пейджинг*) та переміщення змісту екрану на один рядок за допомогою функції *скролінг (scrolling)*.

В проєкті ІСППР необхідно описати окремо спеціальні способи представлення інформації, які сприяють прискоренню та поглибленню її сприйняття. Деякі з них розглянемо нижче.

### **5.1.3.2. Використання кольорів, мигання і клавіатури**

Кольори використовують для наступних цілей:

- «піднімання» конкретних повідомлень;
- для зображення кластерів даних;
- виділення цифрових даних, графіків або областей екрану.

Сучасні монітори забезпечують можливості використання досить широкого набору відео-атрибутів, наприклад, таких, як:

- подвійна яскравість вибраних полів екрану або окремих повідомлень;
- мигання вибраних полів або повідомлень;
- приховування відображення вибраних полів (наприклад, паролю);
- інверсне відображення вибраних полів, повідомлень або областей екрану.

Клавіатура містить досить широкий набір функціональних клавіш (F1, ..., F12), Alt (alternative), Esc (escape) та інші. Ці клавіші можна використати для ініціалізації виконання деяких загальних операцій, які повторюються в процесі взаємодії з ІСППР. Наприклад, START, HELP, PAGE UP, PAGE DOWN, EXIT. В деяких стандартах є обов'язковим використання клавіші F1 для реалізації функції отримання допомоги (HELP). Очевидно, що одні й ті ж функціональні клавіші повинні використовуватись для тієї ж мети.

Вміле поєднання вказаних атрибутів дозволяє суттєво підвищити швидкість сприйняття та глибину розуміння результатів роботи ІСППР, прискорити процеси введення/виведення даних.

### Контрольні запитання та завдання

1. Яке основне призначення системи обробки даних та генерації результатів в ІСППР ?
2. Які дії виконує СОДГР в ІСППР при прогнозуванні динаміки часових рядів?
3. Які алгоритми повинна містити СОДГР в ІСППР, призначеної для прогнозування оптимальних траєкторій розвитку того чи іншого процесу?
4. Які універсальні форми представлення результатів обчислень можуть використовуватись для надання результатів користувачу?
5. Які можливості сучасних комп'ютерів дозволяють суттєво підвищити швидкість сприйняття та глибину розуміння результатів роботи ІСППР?



За темою вашого дипломного (курсового) проекту або у вибраній вами (при виконанні попередніх завдань) довільній сфері визначте функції СОДГР системи підтримки прийняття рішення, яку ви вибрали для проектування та реалізації, за наступною схемою:

- 1) чи поповнює СОДГР базу даних і знань?;
- 2) чи вибирає СОДГР алгоритм ( алгоритми) обробки даних з бази даних і знань?;
- 3) чи застосовує вибраний алгоритм до даних, що містяться в базі даних, з метою побудови математичної моделі, обчислення прогнозу чи керуючих дій, або виконання інших функцій ІСППР?;
- 4) чи використовує критерії адекватності моделі з метою визначення ступеня адекватності побудованої моделі?;
- 5) чи застосовує критерії якості прогнозу (чи критерії якості управління, інших функцій) для визначення кращого значення або кращої траєкторії оптимального управління вибраним процесом?;
- 6) чи реалізує функцію ретроспективного аналізу результатів?;
- 7) чи передає отримані результати обчислень в систему представлення результатів (СПР)?;
- 8) які алгоритми попередньої обробки даних, оцінювання параметрів (коефіцієнтів) математичних та/або статистичних моделей використовуються?;
- 9) які алгоритми обчислення статистичних параметрів, що характеризують якість (адекватність) побудованої моделі, використовуються;





- 10) які алгоритми обчислення прогнозованих значень використовуються?;
  - 11) які алгоритми обчислення показників якості прогнозів та кращого прогнозу використовуються?;
  - 12) які алгоритми формування бази результатів використовуються для проведення ретроспективного аналізу?;
  - 13) які алгоритми обчислення оптимальних траєкторій розвитку процесу, тобто траєкторій для керуючих дій (сигналів) і траєкторій для вихідних змінних (змінних стану) процесу використовуються?;
  - 14) які алгоритми обчислення показників якості процесу управління, вибору кращої траєкторії з множини знайдених використовуються?
- ІСППР, яка проектується вами, може мати й інші функції, або не мати деяких з наведеного переліку типових функцій.

## 5.2. ВИБІР ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

*Вибір методу управління даними.*

*Типи моніторингу даних.*

*Інструментарій онлайнної та аналітичної обробки даних*

### 5.2.1. Основні методи управління даними

У попередньому розділі було визначено необхідність у проведенні в ІСППР менеджменту даних і знань. Правила вибору методу менеджменту даних наведені на рис. 5.3.

Оскільки необхідність управління структурами даних визначається зовнішніми умовами, то правила базуються на характеристиках інформаційного середовища ситуації з прийняття рішень. Якщо дані змінюються перед кожним сеансом прийняття рішень, то інформаційне середовище *називають динамічним*. У протилежному випадку його *називають статичним*.

Окремий випадок менеджменту даних виникає в динамічному інформаційному середовищі, коли ОПР ставить вимогу висвітлити зміни значень множини даних, тобто ставиться вимога моніторингу (рис. 5.4). У

таких випадках застосовують *методи швидкісного контролю даних*. Вони можуть бути застосовані безпосередньо до агрегованих баз даних або просто до потоків (масивів) даних, що передаються по шинах або мережних лініях зв'язку.

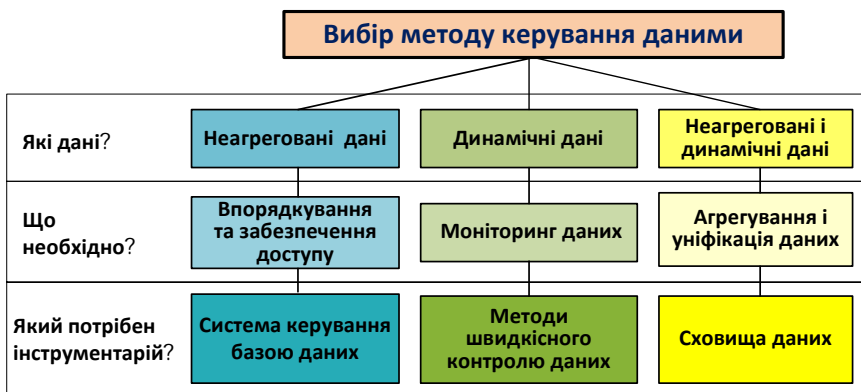


Рис. 5.3. Вибір методу управління даними



Рис. 5.4. Методи моніторингу даних

Інший тип моніторингу даних стосується *інтеграції різнотипних масивів даних*. Якщо дані надходять до ОПР у вигляді окремих незв'язаних фрагментів з різних масивів у різних формах, то такий формат називають не агрегованим, що призводить до значних труднощів з їх аналізом. Тому необхідно розробляти і впроваджувати в систему спеціальні форми агрегування (об'єднання) різнотипних даних. Як приклад, можна навести інтегрування даних у системах визначення координат об'єктів що рухаються (або нерухомих об'єктів) за допомогою декількох джерел вимірювальної

інформації. Такі системи складаються з висотоміра, локаційної станції для визначення азимута і кута місця і, можливо, додаткових супутникових способів визначення координат. Усі дані вимірів надходять у центральну станцію інтегрування й обробки даних, де приймається остаточне рішення про визначення місця розташування об'єкта, що знаходиться під спостереженням.

Третя проблема моніторингу пов'язана із забезпеченням *швидкого і гнучкого доступу до даних*. Якщо дані знаходяться в не агрегованому форматі, а існує необхідність організації швидкого доступу до них, то необхідно скористатися системою керування базою даних. Якщо дані необхідно організувати в ієрархічній формі, то СКБД повинна мати ієрархічну або реляційну форму. Коли виникає необхідність у створенні мережної форми або асоціативної структури, то СКБД повинна ґрунтуватися на мережному підході до її побудови. У загальному випадку мережні структури можна реалізувати на основі реляційного підходу.

### **5.2.2. Управління даними в великих ІСППР**

Великі ІСППР, що пов'язані із обробкою значних об'ємів інформації, зокрема в режимі реального часу, потребують додаткових заходів щодо управління даним.

Якщо ІСППР працює з транзакціями (логічні одиниці обміну даними), що йдуть великим потоком, і при цьому ОПП потрібний від системи максимально швидкий час відповіді, використовується інструментарій онлайнної обробки транзакцій OLTP (*Online Transaction Processing*). Застосунки OLTP, як правило, автоматизують структуровані завдання обробки даних, що повторюються, такі, наприклад, як оновлення показників часових рядів. Як правило, використовується фіксований набір надійних і безпечних методів введення, модифікації, видалення даних та випуску оперативної звітності. Зазвичай аналітичні можливості OLTP-систем сильно обмежені (або взагалі відсутні).

Іншою технологією обробки інформації, що дозволяє швидко отримувати відповіді на багатовимірні аналітичні запити, є OLAP (*online analytical processing*, аналітична обробка в реальному часі). Бази даних, сконфігуровані для OLAP, використовують багатовимірні моделі даних (куби), що дозволяє виконувати складні аналітичні та спеціалізовані запити за короткий проміжок часу. Вони запозичують окремі аспекти навігаційних та ієрархічних баз даних, які є швидшими за реляційні БД. Такі БД складають основу так званих сховищ даних (DW, *data warehouse*) – предметно орієнтованих, інтегрованих комплексів даних, що підтримують хро-

нологію і здатні бути джерелом достовірної інформації для оперативного аналізу так званими аналітичними програмними комплексами (АПК). Загальна схема опрацювання даних у таких системах показана на рис. 5.5.

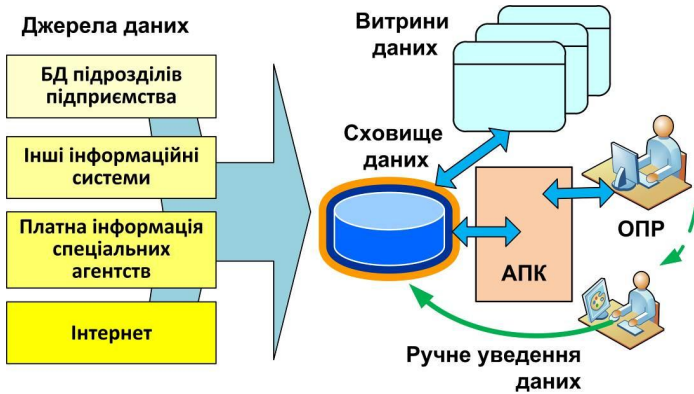


Рис. 5.5. Загальна схема збирання та використання даних у великих ІСППР

До функцій сховища даних також відносяться перетворення різнорідних даних з різних джерел до єдиного формату; перевірка логічної коректності і повноти інформації, що вводиться; контроль за виконанням регламенту надходження і повноти інформації, що вводиться; збереження поточних і історичних даних; забезпечення зручного доступу до збереженої інформації.

АПК – це універсальний інструментальний засіб збору, консолідації, обробки й аналізу великих обсягів інформації. Такі комплекси, наприклад, застосовуються в банківських системах. Банківський АПК здатен на основі наявних даних, наприклад, про клієнтів банку, філій, зроблених банківських операціях, послідовності зовнішніх подій і т.п. допомагати у виконанні таких дій, як аналіз поточного стану як головного банку, так і його філій, а також клієнтів банку; прогнозування поведінки у часі різних фінансових показників; аналіз взаємозв'язку подій і процесів, що відбуваються одночасно, а також подій, зміщених у часі, тощо.

Зі сховищем даних пов'язаний термін «вітрина даних» (*data mart*). Інколи застосовують такі його синоніми: кіоск даних, підмножина сховища даних, сховище даних рівня підприємства, ярмарок даних. Вітрина даних – це певна частина сфокусованих на окрему тему даних або виокремленні елементи сховища даних. Наприклад, такі вітрини даних будують для зовнішніх споживачів, що надають однотипні запити.



У сфері створення засобів сховищ даних у світі існує чимало підходів і рішень, таких, як рішення компаній IBM, Oracle, Hewlett Packard, NCR, Informix Software.

Процес витягу, перетворення і завантаження даних у цільові аналітичні сховища підтримується ETL-інструментами (*Extraction, Transformation, Loading*), призначеними для витягу даних з різних транзакційних джерел нижнього рівня, їхнього перетворення і консолідації.

Якщо традиційні інструменти не здатні здійснювати охоплення даних великих розмірів, управління та їх обробку за помірний час використовується серія підходів, інструментів і методів обробки Великі дані (BG, *big data*). BG є ефективними в умовах неперервного приросту, розподілення по багаточисельних вузлах обчислювальної мережі структурованих і неструктурованих різноманітних даних для отримання результатів, які легко сприймаються людиною.

Вищенаведені інструменти дозволяють підтримувати технологію дейтамайнінгу (*Data mining*). Це такий тип аналітичних додатків, що підтримують прийняття рішення, розшукуючи за прихованими шаблонами (*patterns*) інформацію в базах даних. Дейтамайнінг функціонує в «режимі відкриття» (*discovery mode*), тобто виявляє приховані, часто невідомі для користувачів шаблони зв'язків між даними, а не аналізує наперед створену гіпотезу щодо них. Доступне програмне забезпечення дейтамайнінгу – PolyAnalyst, MineSet, KnowledgeSTUDIO.

### 5.2.3. Інструментарій бізнес-аналітики

Проводити глибші дослідження даних, які накопичені підприємствами в своїх сховищах, пошук залежностей, виявлення тенденцій в значних об'ємах статистичної інформації дозволяють інструменти, що отримали назву бізнес-аналітики ((Business Intelligence, BI). Широкий спектр цього інструментарію включає системи оперативної аналітичної обробки (OLAP), засоби інтелектуального аналізу даних (*data mining*) та видобування знань (*knowledge mining*), інструменти для виконання запитів і побудови аналітичних звітів (*query and reporting tools*), побудови експертних систем тощо, що дозволяє для підтримки прийняття рішень відстежувати значення ключових показників діяльності в різних сферах, здійснювати формування аналітичних довідок та звітності на базі платформ управління бізнес-процесами. Сьогодні у світі напрацьовані зрілі, розвинені BI-технології, що дозволяють радикально міняти методи прийняття рішень. Такі рішення утворюють повністю інтегровану платформу управління ефективністю прийняття рішень корпоративного рівня (єдине адміністрування, єдині засоби

безпеки, єдина модель даних, єдиний призначений для користувача портал).

Подібні платформи розроблені всіма відомими софтверними гігантами – IBM, Oracle, Microsoft, SAP тощо. Наприклад, одним з лідерів на ринку таких аналітичних засобів, що максимально відповідає сьогоднішньому рівневі вимог, є комплекс продуктів BusinessObjects, BusinessMiner і Set Analyzer від SAP.

Ядром системи є семантичний шар, у якому визначені правила перетворення фізичних об'єктів БД у терміни предметної області. Такий підхід, реалізований на рівні ядра, дозволяє користувачам самостійно запитувати інформацію зі сховища і вітрин даних, проводити OLAP-аналіз і створювати професійно оформлені звіти.

Семантичний шар створюється за допомогою інструменту опису семантичного шару BusinessObjects Designer. Тут програміст або адміністратор, що знає, як інформація «лежить» у базі, створює каталог термінів кінцевого користувача і визначає для кожного терміна метод одержання даних (фрагменти запиту SQL). Тут же задаються вихідні ієрархії вимірів і вихідні формати відображення об'єктів у звітах.

У створюваних словниках реалізована можливість коректно працювати по довільних структурах відносин і зв'язків між таблицями, не обмежуючи найпростішою «зіркою» або «сніжинкою». Уся принадність словників полягає ще й у тім, що в них дані і їхні сукупності вибудовуються у виді багатомірного куба. У такий спосіб при подальшому їхньому аналізі і відображенні в звітах можна з легкістю вибирати вісі представлення даних із усієї доступної множини вісей, надаючи повну інформацію для візуального аналізу.

При побудові різних звітів продукт має широкі можливості масштабування, «розгортання» формул (drill-down) і побудови похідних графіків, а також спеціальні аналітичні функції. З їхньою допомогою здійснюється *прогнозування* на підставі наявних даних про значення показників та *аналіз «що, якщо»*, використовуючи отриманий прогноз, у процесі якого система знаходить закономірності, що враховують взаємозв'язок між показниками. Також проводиться *моніторинг*, що дозволяє аналізувати стан справ у тій або іншій області і сигналізувати про несприятливу ситуацію (або, навпаки, про можливості здійснення вигідних операцій). За допомогою Set Analyzer, наприклад, фахівці банку можуть здійснювати *аналіз клієнтської бази* оцінювати рух клієнтів.

Ще одним інструментом аналізу і представлення даних є WebIntelligence, що має могутні засоби побудови звітів через веб-браузер. Користувач може будувати і переглядати звіти, задаючи довільні запи-

ти до БД у термінах свого бізнесу. WebIntelligence використовує ті ж словники, що і «товстий клієнт» BusinessObjects.

До складу інструментарію входить спеціальний набір програмних засобів, що дозволяють аналізувати дані про довільний набір об'єктів і формувати на підставі їхніх показників різні рейтинги. *Рейтинг-аналіз* дозволяє оцінювати як поточний стан сукупності об'єктів, так і їхній стан у минулому. При цьому здійснюється порівняння отриманого результату з станом інших аналогічних сукупностей або з заданими попередньо середніми характерними значеннями. При цьому реалізований широкий спектр можливостей перегляду різних діаграм і складання рейтингів-звітів.

Механізм роботи з довідниками дозволяє користувачеві переглядати інформацію з багатьох показників. При перегляді користувач може робити сортування, пошук потрібного елемента, переходити між довідниками по посиланнях і здійснювати фільтрацію. Користувачеві надається можливість створювати нестандартні довідники, відбираючи інформацію для перегляду, а також добудовувати перехресні посилання на інші довідники.


Зміни конфігурації довідника зберігаються в пам'яті системи для того самого користувача до наступного сеансу роботи з ним. Інший користувач, відповідно, може настроїти конфігурацію для себе.


Такі можливості аналітичного комплексу дозволяють розв'язувати широкий спектр задач з підтримки рішень. Так, наприклад, можна представити перелік аналітичних задач, які можна за його допомогою вирішувати в банку, а саме:

- аналіз кредитного портфеля ;
- аналіз кредитного ризику;
- аналіз доходів і витрат банку;
- аналіз власних засобів і капіталу банку;
- аналіз стану клієнтської бази, у тому числі аналіз прибутковості клієнтів, клієнтських платежів, тощо;
- аналіз фінансового стану банку;
- аналіз структури балансу;
- бюджетування, планування і контроль;
- аналіз кадрових ресурсів;
- аналіз інформаційної бази новин і зовнішньої економічної інформації.



Звертаємо увагу, що деякі з перерахованих вище задач мають універсальний характер і не відносяться винятково до банківської сфери. Водночас в переліку є й низка чисто банківських задач

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назвіть основні методи управління даними в ІСППР.</li> <li>2. Коли в ІСППР застосовують методи швидкісного контролю даних?</li> <li>3. У чому полягають особливості управління даними в великих ІСППР?</li> <li>4. Наведіть основні можливості системи доступу до даних, аналізу і репортигу в додатках бізнес-аналітики.</li> <li>5. Поясніть роль довідників в додатках бізнес-аналітики та що вони дають користувачеві.</li> <li>6. Сформулюйте перелік основних задач, які можна вирішувати в банку за допомогою інструментарію бізнес-аналітики.</li> </ol>
---	---

	<p>Завітайте на сайти відомих компаній (брендів) у сфері інформаційних технологій та ознайомтесь із засобами бізнес-аналітики (BI), які вони постачають. Наприклад, в корпорації SAP (<a href="http://www.sap.com/cis">http://www.sap.com/cis</a>) розроблений продукт BusinessObjects, який пропонує вичерпний набір функціональних можливостей щодо збору та аналізу ділової інформації, та дозволяє користувачам приймати ефективні, компетентні рішення на основі достовірних даних і проведеного аналізу.</p>
---	--

### 5.3. ВИБІР МОДЕЛЕЙ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ

*Продукційні моделі. Семантичні мережі.  
Фрейми. Формальні логічні моделі.  
Процедурні моделі. Нечітка логіка*

#### 5.3.1. Моделі представлення знань

Знання на сьогодні є найважливішим активом осіб, що приймають рішення. Для того, щоб користуватися знаннями, необхідно навчити ІСППР маніпулювати ними. В рамках цього напрямку вирішуються проблеми, пов'язані з формалізацією та представленням знань в пам'яті ІСППР. Для цього розробляються спеціальні моделі представлення знань та мови для опису знань.

Існують десятки моделей (або мов) представлення знань для різних предметних галузей. Однак більшість з них можна звести до наступних класів (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Моделі представлення знань в ЄСПД

Також будуються засоби поповнення знань, вивчаються системи класифікації знань, розробляються процедури узагальнення знань і формування на їх основі понять. Створюються методи правдоподібного виведення нових знань на основі наявних з використанням різних правил висновку.

Таким чином, в проекті ЄСПД зазвичай необхідно передбачити:

- 1) визначення типів даних і знань, які необхідні для побудови та використання в ЄСПД;
- 2) опис вибраної моделі представлення знань;
- 3) структури бази даних і бази знань, які будуть використовуватися;
- 4) опис спеціальних способів представлення інформації, які сприяють прискоренню та поглибленню її сприйняття особою, що приймає рішення.


### 5.3.2. Продукційні моделі

Продукційна модель – це модель, що базується на правилах і дозволяє представити знання у вигляді правил (rule) типу:

«Якщо < умова > то < дія > .

«Умова» – це деяке речення-зразок (анцендент), за допомогою якого виконується пошук в базі знань, а «дія» – це той наслідок або дія (консеквент), яку необхідно виконати в результаті успішного результату пошуку.


ку (дії можуть бути проміжними і виступати надалі як умови) або термінальними або цільовими, що завершують роботу продукційної системи.

	<p>Приклад правила з медичної системи: Rule [апендицит] If [біль] = «у животі» Then [хвороба] = «апендицит»</p>
---	---

Висновок на основі такої бази знань може бути прямим (від даних до пошуку мети) або *зворотним* (від мети до її підтвердження – до даних). Тут дані – це початкові факти, що зберігаються в базі фактів (даних), і використовуються *машиною висновку* в процесі перебору правил з бази *правил*.

Продукційна модель знань характеризується *наочністю, високою модульністю, простотою внесення доповнень та змін, а також чіткістю механізму логічного висновку*. Недоліками продукційної моделі є неясність взаємних відношень правил, складність оцінки цілісного образу знань, відмінність від людської структури знань, тощо.

### 5.3.3. Семантичні мережі

	<p><b>Семантика</b> – це наука, яка встановлює відношення між символами і об'єктами, які вони позначають; тобто, це наука, яка визначає смисл знаків (символів). Термін <i>семантичний</i> означає <i>смысловий</i>.</p> <p><b>Семантична мережа</b> – це орієнтований граф, вершинами якого є поняття, а дуги – відношення між ними</p>
---	--

Приклад семантичної мережі з медичної системи показано на рис. 5.6.

*Поняття* – це, як правило, абстрактні або конкретні об'єкти, а *відношення* – це зв'язки наступних типів: «це» («a kind of» = АКО, «is»), «складає частину» («has part»), «належить», «любить» та ін.

Характерною особливістю семантичних мереж є обов'язкова наявність наступних трьох типів відношень:

- клас – елемент класу (дерево – береза);
- властивість – значення (колір – синій);
- приклад елемента класу (роза – чайна).

Можна назвати як мінімум два напрямки класифікації семантичних мереж, зв'язаних з типами відношень між поняттями (рис. 5.7).

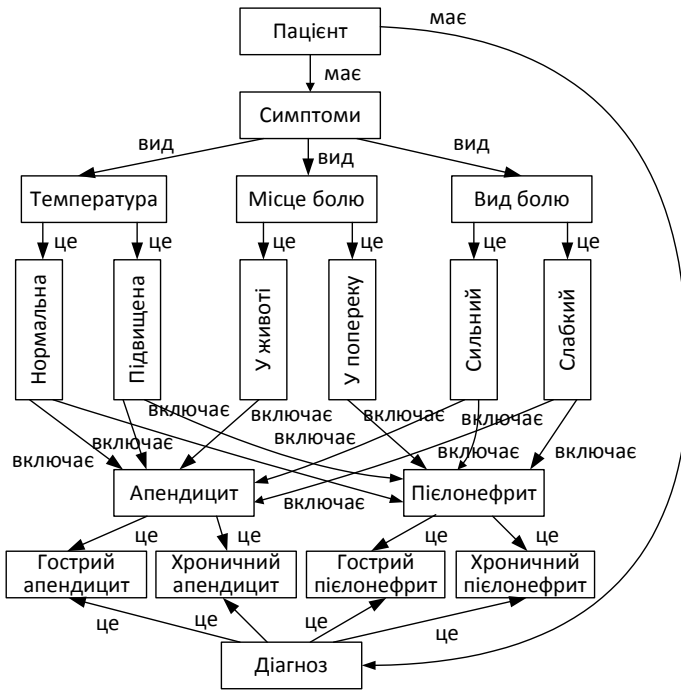


Рис. 5.6. Приклад семантичної мережі

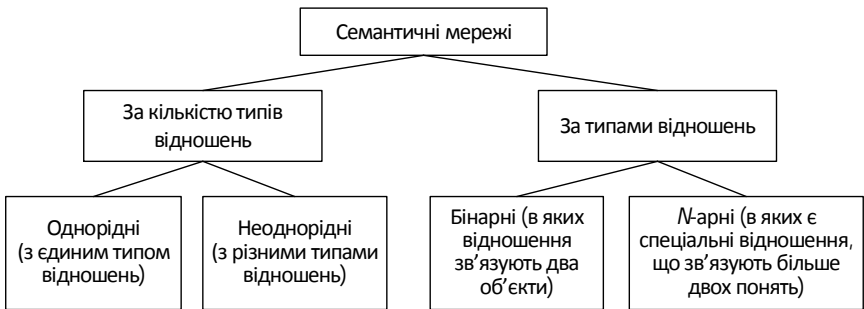


Рис. 5.7. Класифікація семантичних мереж, пов'язана з типами відношень між поняттями

Найчастіше в семантичних мережах використовують наступні відношення:

- зв'язок типу «частина – ціле» («клас – підклас», «елемент – множина» і т.ін.);

- *функціональні зв'язки* (визначаються, як правило, дієсловами «впливає», «створює» та ін.);
- *кількісні зв'язки* (більше, менше, дорівнює та ін.);
- *просторові зв'язки* (далеко, близько, за, під, над та ін.);
- *часові зв'язки* (раніше, пізніше, на протязі та ін.);
- *атрибутивні зв'язки* (мати властивість, мати значення);
- *логічні зв'язки* (І, АБО, НЕ);
- *лінгвістичні зв'язки* та інші.

Проблема пошуку розв'язку в базі знань типу семантичної мережі зводиться до задачі пошуку фрагмента мережі, який відповідає деякій підмережі, що відображає поставлений запит до бази. Так, на рис. 5.6 вершинами виступають поняття «температура», «місце болю», «вид болю», які можуть входити до підмережі «гострий апендицит», якщо мають місце значення «підвищена», «у животі», «сильний», «апендицит».

Семантична модель запропонована американським психологом Квінлліаном. Перевагою даної моделі є те, що вона краще ніж інші відповідає сучасним уявленням про організацію довгострокової пам'яті людини. Недоліком моделі є складність організації процедури пошуку виводу на семантичній мережі.

Для реалізації семантичних мереж створено спеціальні мови: NET, SIMER+MIR та інші. Широко відомі експертні системи, які використовують семантичні мережі як мову представлення знань – PROSPECTOR, CASNET, TORUS.

### 5.3.4. Фрейми

Термін *фрейм* (від англ. *frame* – каркас, рамка) був запропонований в 70-х роках ХХ-го століття для позначення структури знань, зв'язаною з просторовими сценами.

Так само як і семантична мережа, ця модель має психологічне обґрунтування. Фрейм – це абстрактний образ для представлення деякого стереотипу мислення. Фреймом називають, також, формалізовану модель для відображення образу.

Поняття абстрактного образу відоме в психології і філософії. Наприклад, коли промовляють вголос слово «кімната», воно породжує образ кімнати – «приміщення з чотирма стінами, підлогою, стелею, вікнами та дверми, певної площі. З цього опису не можна нічого викинути. Так, якщо викинути вікна, то вже буде не кімната, а комора. Однак, в цьому описі є «отвори» (або «слоти» – *slots*) – це незаповнені значення деяких атрибутів, наприклад, число вікон, колір стін, висота стелі, покриття підлоги, площа приміщення та інші. В теорії фреймів такий образ кімнати називають фреймом кімнати.



Розрізняють *фрейми-зразки* або прототипи, які зберігаються в базі знань, і *фрейми-екземпляри*, які створюються для відображення реальних ситуацій на основі фактичних даних. Модель фрейму є досить універсальною, оскільки вона дає можливість відобразити все розмаїття знань про світ через:

- *фрейми-структури*, що використовуються для позначення об'єктів та понять (вексель, позика, застава);
- *фрейми-ролі* (менеджер, касир, клієнт);
- *фрейми-сценарії* (банкротство, збори акціонерів, святкування іменин);
- *фрейми-ситуації* (тривога, аварія, робочий режим машини) та інші.

Традиційно структура фрейму може бути представленою у вигляді переліку властивостей наступним чином:

(ІМ'Я ФРЕЙМУ:

(ім'я 1-го слоту: значення 1-го слоту),

(ім'я 2-го слоту: значення 2-го слоту),

...

(ім'я N-го слоту: значення N-го слоту)).

Таку ж структуру можна представити у вигляді таблиці з двома додатковими стовпчиками (рис. 5.8).

		Ім'я фрейму	
Ім'я слоту	Значення слоту	Спосіб отримання значення	Приєднана процедура

Рис. 5.8. Структура фрейму

Додаткові стовпчики таблиці призначені для опису способу отримання слотом його значення та можливого приєднання до слота спеціальних процедур, що допускається теорією фреймів. Значенням слоту може бути ім'я іншого фрейму – так утворюються мережі фреймів.

Є кілька способів отримання слотом значень у *фреймі-екземплярі*:

- стандартне значення (default);
- через успадкування властивостей від фрейму, вказаного в слоті ЦЕ (a kind of = АКО = ЦЕ);
- за формулою, вказаною у слоті;
- через приєднану процедуру;
- явно через діалог з користувачем;
- з бази даних.

Важливою властивістю фреймів є запозичення з теорії семантичних мереж так званого успадкування властивостей. В фреймах і в семантичних мережах успадкування реалізується через зв'язки типу АКО. Слот

АКО вказує на фрейм більш високого рівня ієрархії, звідки неявно успадковуються, тобто переносяться, значення аналогічних слотів.

### 5.3.5. Формальні логічні моделі

Традиційно в представленні знань виділяють формальні логічні моделі, які ґрунтуються на класичному численні предикатів 1-го порядку, коли предметна область або задача описується у вигляді аксіом. Однак, числення предикатів 1-го порядку на практиці застосовується надзвичайно рідко внаслідок того, що воно висуває занадто високі вимоги до формалізації предметної області і накладає на неї сильні обмеження.

### 5.3.6. Процедурні моделі

Процедурні моделі знань – це *алгоритми, функції, формули та алгебраїчні вирази*, які використовуються в процесі побудови математичних моделей, визначення адекватності, обчислення прогнозів та критеріїв, задавання обмежень різного типу і т.ін. Наприклад, база знань може містити десятки різних алгоритмів обчислення параметрів моделей, які використовуються в залежності від конкретного запиту користувача.

### 5.3.7. Нечітка логіка

Для створення дійсно інтелектуальних систем, що перетворюють невизначені і неоднозначні твердження багатьох сфер сучасної діяльності, зокрема економічної, у мову чітких і формальних математичних формул, необхідний новий математичний апарат. Адже традиційні моделі представлення знань, що дозволяли легко осилювати певні задачі прийняття рішень, зокрема за допомогою експертних систем, вже стали безпорадними перед навіть найпростішими з вказаних тверджень.

Одним з перших серйозних кроків у цьому напрямку з'явилася теорія нечіткої логіки, основи якої були закладені у працях відомого американського математика Латфі Заде. Його стаття «Fuzzy Sets», опублікована 1965 року в журналі «Information and Control», заклала основи моделювання інтелектуальної діяльності людини і явилася початковим поштовхом до розвитку нової математичної теорії. Л. Заде ж дав і назву для нової області науки – «*fuzzy logic*» (*fuzzy* – нечіткий, розмитий, м'який).

Моделі обробки знань, представлених на основі нечіткої логіки, знайшли застосування в багатьох сферах, що характеризуються високим рівнем складності задач та значної неоднозначності інформації про предметну область рис. 5.9).

На відміну від булевої алгебри, у котрій існує лише дві величини (0 та 1, істина чи хибна), у нечіткій логіці існують також перехідні величини

(стани), які зазвичай характеризуються ймовірностями. Одним з основних понять нечіткої логіки є нечіткі множини.

Найбільш важливим застосуванням теорії нечітких множин є контролери нечіткої логіки. В них для опису системи замість традиційних диференціальних рівнянь використовуються знання експертів. Ці знання можуть мати вираз лінгвістичними змінними, які описані нечіткими множинами.

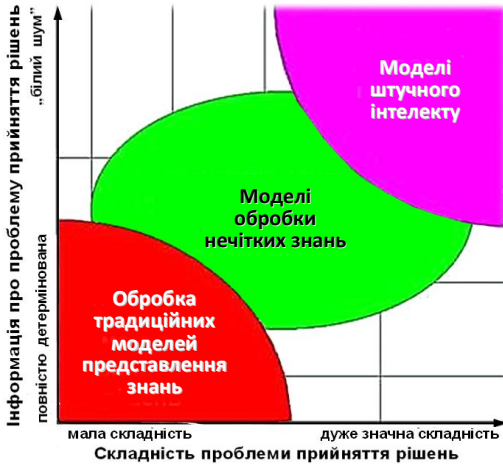


Рис. 5.9. Використання нечітких знань в ІСППР

Нечітка множина може розглядатися як значення деякої лінгвістичної змінної. Наприклад, лінгвістична змінна «температура» може мати значення «низка», «нуль», «комфортна», «велика», тощо.

Незважаючи на те, що апарат теорії нечітких множин виявився надмірно складним для втілення, зараз, завдяки високому рівню технологій, він знаходить широке застосування. Так, наприклад, японський уряд фінансував 5-річну програму по нечіткій логіці, що включає низку різних проєктів – від систем оцінки глобального забруднення атмосфери і передбачення землетрусів до систем управління заводськими цехами і складами, а зацікавлені японські компанії у свою чергу утворили спільну лабораторію LIFE (Laboratory for International Fuzzy Engineering).



### Контрольні запитання та завдання

1. Які класи моделей представлення знань використовуються в ІСППР?



2. Які переваги має продукційна модель знань?
3. Що є характерною особливістю семантичних мереж? Наведіть приклади.
4. У чому полягає універсальність моделі фрейму? Наведіть приклади.
5. У чому полягає різниця між фреймами-прототипами і фреймами-екземплярами?
6. Які існують способи отримання значень слотом у фреймі?
7. Що представляють собою процедурні знання?
8. В яких сферах знайшли застосування моделі обробки знань, представлених на основі нечіткої логіки?



Для системи прийняття рішення, яку ви вибрали для проектування та реалізації, опишіть:

- 1) яке інформаційне середовище оточує ОНР (динамічне, статичне)?
- 2) які типи даних та знань необхідні в ІСППР?
- 3) які методи управління даними ви вибираєте?
- 4) які проблеми менеджменту інформації існують у системі?
- 5) яку СКБД ви пропонуєте для ІСППР?
- 6) Яку модель (моделі) представлення знань ви плануєте використовувати в ІСППР?

## 5.4. ВЕБ- ТА ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІСППР

*Веб-технології як платформа для систем підтримки прийняття рішень.*

*Інтернет та веб-технології як СППР-генератори.*

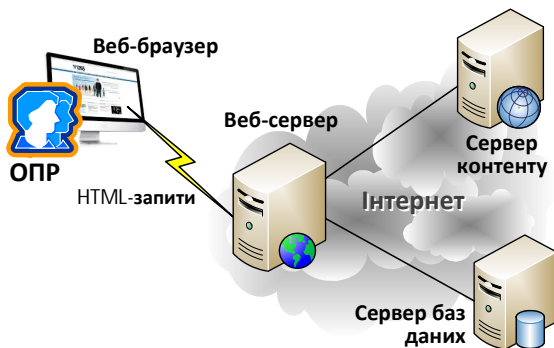
*Хмарні технології для підтримки прийняття рішень.*

*Концепція інтелектуальної СППР у хмарах*

### 5.4.1. Веб-технології для підтримки прийняття рішень

З початку 90-х років багатьма розробниками програмного забезпечення та вченими технології World Wide Web (WWW) були визнані в якості серйозної платформи для систем підтримки прийняття рішень. З тих пір

можливості Інтернету та веб-технології швидко перетворили дизайн, розробку і процес впровадження усіх типів СППР, утворивши новий напрямок – DSS/WWW, або Web-Based DSS (веб-СППР). Цьому сприяв й розвиток браузерів, що забезпечили ефективний веб-інтерфейс та перетворення робочих місць ОПР у «тонких клієнтів». Водночас з початку 2000-х провайдери прикладних послуг (ASP) почали впроваджувати прикладне ПЗ та технічну інфраструктуру для забезпечення можливостей віддаленої підтримки прийняття рішень. Реалізація Web-Based DSS показана на рис. 5.10.



*Рис. 5.10. Реалізація веб-СППР*

У веб-СППР комп'ютер ОПР має сучасний браузер, що зв'язується з відповідним веб-сервером в Інтернеті шляхом HTML-запитів. Веб-сервер обробляє ці запити, використовуючи загальний інтерфейс шлюзу (CGI скрипти), які перетворюють їх у SQL-запити, у інше форматування, та потім відправляють запити до сервера баз даних або програм моделювання, потрібного контенту, тощо. Сучасні технологічні вдосконалення, наприклад, такі інструменти, як Java і JavaScript, прискорюють інтерактивну обробку запитів та поліпшують відображення результатів на комп'ютері користувача.

Реалізація веб-СППР з цими новими інструментами є складним завданням. Веб-DSS є доступними сім днів на тиждень і 24 години на добу і повинні реагувати на різні потреби користувачів. Тому архітектура веб-СППР має передбачати обробку великої кількості одночасних запитів з підтримкою часу відгуку відповідно до числа користувачів і обсягу даних.

На цей час склалися три категорії використання інтернет/інтранет технологій для розробників та користувачів СППР:

- 1) демонстрація програмних продуктів для СППР;
- 2) попередній он-лайн перегляд програмних продуктів для СППР;
- 3) використання веб-систем підтримки прийняття рішень за допомогою інтерактивних прикладів.

Перші дві категорії дозволяють розробникам DSS рекламувати покупцям свої потенціальні можливості. Онлайн демонстрації можуть бути доставлені у вигляді анімованих мультимедійних документів (наприклад, QuickTime фільмів, або Shockwave анімація), які не вимагають великих втручань користувача. Наступний крок – інтерактивні приклади – дозволяють користувачам взаємодіяти (наприклад, шляхом установки значень параметрів, або вибрати, яку команду виконати наступною, або проектувати формат звіту) з інструментами DSS в контексті конкретного прикладу. Також ці рішення дозволять забезпечити розвиток систем підтримки прийняття рішень, що поєднують компоненти та специфічні прикладні пакети з різних джерел, з можливістю отримання їх «на льоту». Фактично ресурси Інтернету перетворюються у своєрідні (віртуальні) СППР-генератори, які забезпечують інструменти, моделі та алгоритми для побудови та функціонування конкретних спеціалізованих СППР (рис. 5.11).

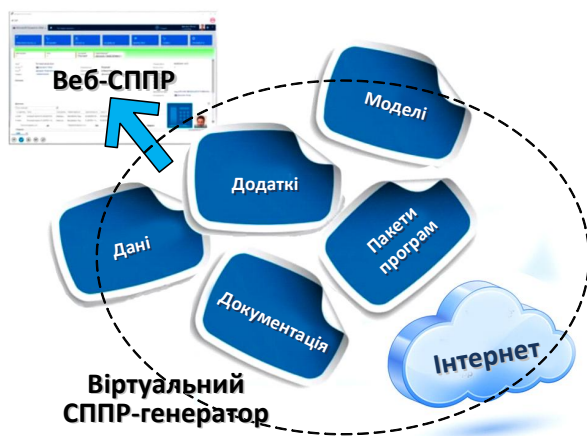


Рис. 5.11. Інтернет та веб-технології як СППР-генератори

Таким чином концепція Web-Based DSS передбачає створення електронного ринку технологій підтримки рішень, який має надавати послуги як споживачам, так і постачальникам рішень. Переваги використання веб-технологій для різних категорій СППР показані на рис. 5.12. Порівняння

веб-СППР та традиційних СППР, що працюють окремо або в локальних мережах наведено у табл. 5.1.



Рис. 5.12. Переваги використання веб-технологій для СППР

Таблиця 5.1.

**Порівняння веб-СППР та традиційних СППР, що працюють окремо або в локальних мережах**

Типи СППР	Технології	
	Традиційні	Веб
Комунікаційні та групові	Вузкий масштаб взаємодії ОПР	Глобальний масштаб взаємодії ОПР
Орієнтовані на дані	Товстий клієнт	Тонкий клієнт
Орієнтовані на документи	Обмеження форм документів (.doc, .xls)	Також HTML, пошукові системи
Орієнтовані на знання	Окремі локальні ПК	Загальний доступ
На основі моделей	Один користувач	Багато користувачів
Інтелектуальні	Повільні обчислення	Швидкі обчислювання

Кількість веб-сайтів з інформацією щодо СППР та веб-СППР зокрема постійно зростає. Наприклад, ресурс <http://dssresources.com/> містить статті про DSS, глосарій та посилання на компанії, які є учасниками ринку DSS- продукції. Інформаційний центр <http://www.dwinfocenter.org/> має

великий список інструментів і постачальників інструментальних засобів сховищ даних для СППР. Компанія Microsoft Carpoint за адресою <http://carpoint.msn.com> демонструє DSS через веб-інтерфейс. Чудовим прикладом веб-DSS, орієнтованою на моделі, яка використовує фінансову модель і велику базу даних є <http://www.quicken.com>. Модель фінансовій оцінці розраховує гіпотетичне значення внутрішньої вартості на акцію, в залежності від доходів компанії. Нарешті, інтелектуальний калькулятор на <http://drkoop.com> дозволяє переконатися, що ліки, які людина передбачає придбати, не взаємодіють один з одним або з їжею щоб викликати негативну реакцію.

Незважаючи на значну кількість таких прикладів, дослідження у сфері веб-СППР мають застій в останні роки. Хоча у веб можна знайти безліч інноваційних DSS, але не усі з них ефективні, ніж інші, і деякі потребують кращої підтримки користувачів.

#### **5.4.2. Хмарні технології для підтримки прийняття рішень**

Відповіддю на існуючі проблеми веб-СППР, такі як неоднорідність архітектур, складність платформ управління розподіленими обчисленнями і технологій розробки прикладних додатків вважається перехід у «хмару». Хмарні обчислення – це сучасний стиль розробки і використання комп'ютерних технологій, при якому динамічно-масштабовані ресурси (апаратні, програмні, інформаційні) надаються через Інтернет на вимогу як сервіси (*service-of-demand*). За визначенням NIST хмарні обчислення – це модель надання користувачеві зручного доступу на вимогу до масиву комп'ютерних ресурсів, що набудовуються, які можуть бути швидко зарезервовані і вивільнені з мінімальними діями з боку їх провайдера.

Хмарні можливості задовольняють природні бажання ОПР – мати доступ до всього і зрозумілого у використанні інструментарію, не турбуватися про технічну сторону його функціонування, а також мати універсальний «робочий простір» для реалізації «життєвого циклу» прийняття рішення.

Зазначена модель складається з п'яти основних характеристик (*Essential Characteristics*) хмари (рис. 5.13).

Така характеристика, як «сервіс/послуга самообслуговування на вимогу» означає, що користувач може отримувати обчислювальні можливості – час сервера, мережеве зберігання даних, тощо – автоматично, не вимагаючи взаємодії з кожним окремим постачальником послуг. При цьому «широкий доступ до мережі» надає такі можливості, які через стан-



дартні механізми сприяють використанню гетерогенних платформ тонкого або товстого клієнта (наприклад, мобільних телефонів, планшетів, ноутбуків, робочих станцій).

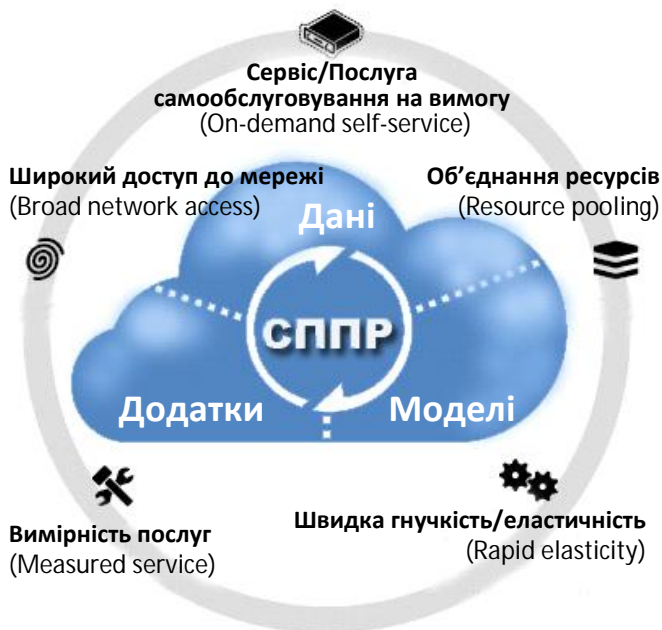


Рис. 5.13. Основні характеристики хмари, істотні для СППР

Характеристика «об'єднання ресурсів» створює відчуття, що ресурси розміщені в одному місці, хоча користувач взагалі не має ніякого контролю або знань про точне місце розташування ресурсів, що надаються. З іншого боку, користувач має можливість вказати місцезнаходження ресурсу на більш високому рівні абстракції (наприклад, країна, держава, або центр обробки даних). Такий механізм забезпечується об'єднанням обчислювальних ресурсів провайдера хмари для обслуговування багатьох споживачів, використовуючи багатокористувацькі моделі (*multi-tenant model*), з різними фізичними та віртуальними ресурсами, що динамічно призначаються відповідно до попиту користувача.

Завдяки характеристиці «швидка гнучкість/еластичність» сервіси та дані можуть бути швидко надані та звільнені, а в деяких випадках автоматично та швидко масштабуватися назовні і всередину пропорційно до попиту. Для користувачів надані можливості часто здаються необмеженими і можуть бути отримані в будь-яких кількостях і в будь-який час. При цьо-

му хмарні системи автоматично контролюють та оптимізують використання ресурсів за рахунок використання властивості вимірювань (зазвичай це робиться на основі «оплата-за-використання» або «збір-за-використання») на деякому рівні абстракції відповідно до виду послуг (наприклад, зберігання, обробка, пропускну здатність та активність облікових записів користувачів). Вимірність послуг забезпечує контроль, управління та інформованість щодо використання ресурсів, завдяки чому забезпечується прозорість як для постачальника, так і споживача послуг.

Хмарні сервіси стають центральним елементом пропозицій усе більшого числа вендорів – постачальників інфраструктур-як-послуг (*Infrastructure as a Service, IaaS*), ПЗ-як-послуги (*Software as a Service, SaaS*), галузевих загальнодоступних платформ-як-послуги (*Platform as a Service, PaaS*) (рис. 5.14), орієнтованих на розробників та користувачів СППР.

Такі концепції передбачають абстрагування всіх компонентів СППР, що робить реальним надання на вимогу абсолютно будь-яких ІТ-ресурсів для підтримки рішень як послуг, що налаштовуються (*anything as a Service, XaaS* – усе що завгодно як послуга).



Рис. 5.14. СППР у хмарах

Особливе значення хмарні технології мають для розвитку ІСППР. Концепцію інтелектуальної СППР у хмарах показано на рис. 5.15.


У світі розробляється чимало засобів і додатків для ІСППР різної спрямованості, достатньо складних та ресурсоємних. Хмари роблять їх доступними у будь який час, і тепер вже не треба займатися «винаходом велосипеда» – навіщо витрачати час і сили на те, що вже зроблено іншими.


Завдяки хмарним сервісам вирішуються такі проблеми, як застосування складних процедур моделювання на основі композиції часткових моделей, вдосконалення методів і алгоритмів, що забезпечується високопродуктивними обчислювальними засобами, використання технологій



Рис. 5.15. Концепція інтелектуальної СППР у хмарах

якісної візуалізації і віртуальної реальності як засобів інтерпретації результатів аналітичних обчислень.

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Які можливості Інтернету та веб-технології якісно перетворили дизайн, розробку і процес впровадження ІСППР?</li> <li>2. Які переваги має концепція Web-Based DSS у порівнянні з традиційними СППР?</li> <li>3. Що є характерною особливістю веб-СППР?</li> <li>4. У чому полягає універсальність застосування хмарних технологій?</li> <li>5. У чому полягає значення концепції інтелектуальної СППР у хмарах для подальшого розвитку ІСППР?</li> </ol>
---	--

	<p>Завітайте на веб-сайти з інформацією щодо веб-СППР, адреси яких наведені у цьому параграфі, та ознайомтесь з функціональними можливостями веб-СППР, що пропонуються.</p>
---	---



Завітайте також на веб-сайти відомих компаній, які надають хмарні послуги (Azure, De Novo, Google Apps, Flickr, Amazon та ін.) та ознайомтеся з сервісами, орієнтованими на розробників та користувачів СППР. З'ясуйте, як ці сервіси дозволяють користувачам приймати ефективні, компетентні рішення.

## 5.5. ХАРАКТЕРИСТИКИ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА ТА ПРИНЦИПИ ЙОГО ФОРМУВАННЯ

*Адаптивний інтерфейс користувача (AI). Розробка природно-мовного інтерфейсу в складі ІСППР.*

*Загальна схема потоків даних природно-мовного інтерфейсу.*

*Загальні принципи побудови адаптивних інтерфейсів.*

*Загальні принципи людського фактору*

### 5.5.1. Принципи формування інтерфейсу користувача

Як вже вказувалося, основними етапами діяльності користувача в ІСППР як особи, що приймає рішення, є сприйняття інформації, пов'язане з виявленням об'єкту сприйняття, виділенням в об'єкті окремих ознак, ознайомленням з виділеними ознаками і розпізнаванням об'єкта сприйняття, а також оцінка інформації, її аналіз і узагальнення на основі раніше сформованих критеріїв оцінки. Оцінка виробляється на основі співставлення і аналізу сформованої у ОПР інформаційної моделі з внутрішньою образно-концептуальною моделлю об'єкта управління (предметної області).

Вирішити ці питання допомагає *інтерфейс взаємодії*, під яким розуміють сукупність домовленостей про форми, способи, процеси, правила взаємодії користувача з комп'ютером. Одним із перспективних напрямків створення інтерфейсів користувача вважаються *адаптивні інтерфейси*.



*Адаптивний інтерфейс користувача (AI) – це сукупність програмних та технічних засобів, які дозволяють користувачу ефективно використовувати всі можливості, які надає система, та задавати конкретні налаштування під кожного користувача*

Для того, щоб адаптивний інтерфейс міг бути коректно вбудованим в процес діалогу для кожного користувача, він повинен враховувати апріорну інформацію про психофізичні, професійні, особисті характеристики користувача. Ця інформація здобувається шляхом попереднього початкового тестування користувача. Але цієї інформації для коректної роботи АІ явно недостатньо. Додаткова інформація про користувача, який взаємодіє в даний момент з системою, повинна отримуватися з аналізу дій користувача безпосередньо в процесі роботи. Цей спосіб отримання знань про користувача і є основою динамічної адаптації.

Адаптивний інтерфейс повинен забезпечувати користувачу полегшений режим взаємодії. Адаптивна система повинна комбінувати в собі особливості адаптивних і адаптованих компонентів. Це буде давати користувачам засоби, які надають можливість проводити власні зміни в настройках інтерфейсу, виходячи з їх потреб.



**Адаптовані системи** – які дозволяють користувачу змінювати певні системні параметри і відповідно змінювати їх поведінку.  
**Адаптивні системи** – які адаптуються до користувача автоматично, ґрунтуючись на припущеннях системи

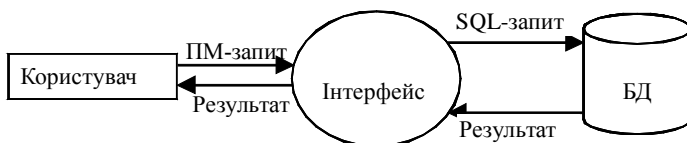
Не дивлячись на те, що на сьогодні вже досягнуто певний прогрес в побудові інтерфейсів користувача, питання взаємної адаптації функціонування програмних систем і їх користувача досі залишаються відкритими. Більше того, актуальність їх зростає у зв'язку з розвитком Інтернету, появою повністю графічних інтерфейсів, розвитком засобів мультимедіа, широким застосуванням гіпертекстових документів, розширенням сфер використання та масовістю застосування не лише персональних комп'ютерів, а й інших засобів – планшетів, смартфонів, тощо.

Забезпечити виконання запиту ОПР до бази даних (знань) у складі ІСППР дозволяє розробка *природно-мовного інтерфейсу (ПМІ)*.



Можливість адаптації ІСППР до рівня професіоналізму користувача здійснюється за рахунок здатності сприймати і виконувати його запити на внутрішній формальній мові, що забезпечує більш швидкий доступ до інформації

ПМІ є посередником між людиною і БД. Він переводить запити, що надходять від користувача природною мовою у формальне представлення, звертається з ним до БД, і подає результат, використовуючи алгоритми і технології, що реалізовані в ІСППР, у вигляді, придатному для перегляду і аналізу (рис. 5.16).



*Рис. 5.16. Загальна схема потоків даних з використанням природно-мовного інтерфейсу*

Користувачами ПМІ можуть бути не лише ОПР, а й інші співробітники підприємства – менеджери різних рівнів, а також і клієнти, тобто усі, кому потрібна можливість швидкого і прямого доступу до актуальної довідкової інформації. Це можуть бути каталог товарів і електронний магазин, календарне планування, відомості про кадри, склад, аналіз продаж, тощо.

Використання ПМІ найвигідніше у випадку масового користувача (наприклад, відвідувача сайту), а також як інтегровану з інформаційною системою організації можливість прийняття рішення, при якому доступ до даних є штатною можливістю інформаційної системи організації і, таким чином, є універсальним і, можливо, основним способом пошуку й одержання інформації.

У ситуації, коли успіх ОПР визначає його здатність адекватно реагувати на зміну зовнішніх і внутрішніх умов, прямий і швидкий доступ до достовірної актуальної інформації, використання ПМІ надає можливість значно скоротити витрати часу для прийняття рішень на різних рівнях за рахунок можливості формулювати потреби в інформації найбільш простим і разом з тим найдоступнішим чином, розвантажування ОПР від рутини створення форм і звітів за кожним розрізом інформаційного простору в базі даних.

При розробці ПМІ використовуються найсучасніші методи інженерії знань, що дозволяє використовувати технологію розуміння на більш високому рівні абстракції даних, ніж реляційна модель зі збереженням записів у зв'язаних таблицях. Це серйозний крок на шляху управління не просто інформацією, але й корпоративними знаннями.



Найбільшої ефективності можна досягти, якщо використовувати комбінацію традиційних засобів доступу до даних, і доступу природною мовою

Якщо на етапі проектування ІСППР в неї буде вбудовано ПМІ, це одночасно підвищить надійність і корисність системи, а також суттєво збільшить її інтелектуальність і дружність в цілому.

Розглянемо конкретний випадок використання ПМІ. Нехай підприємство використовує БД для збереження внутрішньої бізнес-інформації. На основі БД працюють різноманітні додатки – складська програма, бухгалтерія, кадри, планування, прогнозування стану ринку, закупівлі, часто об'єднані в єдину комплексну систему. Усі ці додатки, як правило, представляють інформацію у виді таблиць і звітів у визначених розрізах з можливістю фільтрації.

Але часто для забезпечення прийняття рішення «тут і зараз» ОПР необхідно мати такий розріз інформації, таку комбінацію умов, які неможливо задати стандартними засобами, особливо якщо ця інформація – на стику різних підсистем (додатків). Наприклад:

- втрати, викликані дефіцитом товару А на складі з початку місяця;
- коли очікується партія товарів фірми Х, що в ній буде;
- кількість проданих товарів Y за артикулами;
- прибуток від продажу товарів А, Х, Y у залежності від їхньої ціни;
- наявність на складі 10 товарів, що найбільш продані за минулий місяць.

Як правило, уся необхідна інформація для одержання цих показників є в корпоративній БД. Але ані влаштування бази, ані мови запитів до неї користувач не знає – цим володіють розробники БД й користувачі окремих додатків, побудованих на її основі. Можна, звичайно, попросити їх обчислити ці показники. Це робиться просто, якщо розробники системи і БД працюють на даному підприємстві. Складніше, якщо розроблювачі – це стороння організація, або користувачі додатків розпорошені. Таким чином виникає проблема – є потреба в оперативному одержанні інформації в різноманітних розрізах для аналізу і прийняття рішень, є сама вихідна інформація, але доступ до неї вимагає знання особливостей побудови БД і досвіду розроблювача. Вирішення проблеми полягає в побудові ПМІ до БД і (у більш загальному випадку) – до загальної корпоративної інформаційної системи.

Це дає можливість:

- мати прямий доступ до будь-яких аналітичних розрізів інформації, що зберігається в базі;
- швидко отримувати необхідну інформацію, що потрібна в поточний момент;
- зосереджуватися на тому, що треба одержати з БД, а не на тому, як це зробити;
- вчасно контролювати правильність занесення інформації в БД;
- доповнити інформаційну систему інтелектуальною технологією, що дозволить в остаточному підсумку скоротити витрати на її експлуатацію і підвищити ефективність роботи з нею в цілому.

У загальному вигляді вимоги до ПМІ повинні визначати зміст і форми інформації, що надається, а також регламент взаємодії користувача і системи. Ці вимоги повинні впливати з функцій користувачів, що знаходяться на різних рівнях ієрархії, а також стандартних вимог законодавчих і виконавчих органів до форм обліку і звітності, регламентам діяльності об'єкта, що визначає в сукупності зовнішній і внутрішній документообіг.

Базовою формою опису технологічних і бізнес-процесів повинна бути сама схема процесу, представлена на різних рівнях ієрархії з різним ступенем деталізації, на якій повинні бути відображені взаємозалежні технологічні і функціональні компоненти процесу разом з показниками функціонування, що дозволяють судити про факти і якість виконання функцій.

Сервісними формами представлення інформації можуть бути тексти, таблиці, графіки, гістограми, а також абстрактні образи, що у сполученні з базовими формами представляють повний спектр типів інформування користувача про стан об'єкта діяльності.

Таким чином, програмне забезпечення інтерфейсного модуля повинне забезпечити наступні можливості:

- введення запитів до БЗД на внутрішній формальній мові системи;
- редагування запитів користувача;
- виконання запитів до БЗД і виведення результатів на екран комп'ютера в зручному для користувача вигляді;
- перегляд проміжних результатів роботи;
- поповнення і коректування БЗД у режимі діалогу;
- верифікацію відповідей на запити.

На основі загальних принципів створення інформаційних систем і врахування особливостей адаптивного інтерфейсу можна сформулювати загальні принципи побудови адаптивних інтерфейсів ІСППР (рис. 5.17). Розглянемо їх більш докладно.

1. *Принцип відповідності призначення і структури інтерфейсу поставленим цілям і задачам.* Побудувати універсальний багатофункціональний інтерфейс, придатний для використання у різних системах, як, наприклад, економічних, екологічних, або керування літаками, неможливо. Типізація і універсальність можлива тільки в рамках визначених класів систем.

2. *Принцип максимальної концентрації користувача на задачі, що розв'язується.* Ніщо в інтерфейсі не повинне відволікати ОПР від процесу дослідження проблеми та прийняття рішення. Зайві повідомлення, мигання, насичення кольором у допоміжних зонах екрану можуть спричинити зниженню уваги користувача до головної задачі, яка в даний момент розв'язується.





Рис. 5.17. Загальні принципи побудови адаптивних інтерфейсів ІСППР

3. *Принцип мінімізації затрат ресурсів користувача.* ОПР має виконувати тільки ту роботу за комп'ютером, яка не може бути виконаною безпосередньо системою, а також не повинна бути повторенням уже виконаної роботи. У протилежному разі це впливає на його можливості приймати оперативні та ефективні рішення, особливо в екстремальних випадках.

4. *Принцип максимального взаєморозуміння та не протиріч.* Робота користувача з системою повинна бути простою, не викликати у додаткових ускладнень в пошуках необхідних елементів інтерфейсу. Інформація, що отримується за допомогою інтерфейсу, не повинна вимагати перекодування або додаткової інтерпретації користувачем. Якщо в процесі роботи були використані деякі прийоми, то й і в інших випадках прийоми роботи повинні бути ідентичними.

5. *Принцип не надмірності.* Користувач має вводити з клавіатури та запам'ятовувати якомога меншу кількість інформації. Недопустимим є введення вже введеної раніше і отриманої системою інформації. Водночас неприйнятним є й виведення на екран значної кількості інформації, що важко оглянути.

6. *Принцип безпосереднього доступу до системи підказок та Принцип локалізації повідомлень про помилки.* Система повинна забезпечувати користувача необхідними підказками та інструкціями. При цьому ці можливості мають задовольняти трьом критеріям: 1) стислість, якість і повнота інформації; 2) вичерпний характер повідомлень про помилки; 3) наявність повідомлень про стан системи.

7. *Принцип гнучкості та Принцип урахування професійних навичок конкретного користувача.* При роботі з системою «людський фактор» тісно вплітається в особливості функціонування всієї системи. Тому адаптивний інтерфейс повинен забезпечити спілкування з системою користувачам різного рівня підготовки. Наприклад, для недосвідчених користувачів інтерфейс може бути організованим як ієрархічна структура меню, а для досвідчених – більш скороченим: з команд, комбінацій натиснень клавіш, введення параметрів тощо.

8. *Принцип легкості користування і простоти навчання.* Адаптивний інтерфейс не повинен приводити користувача до роздратування, примушувати до необдуманих дій. Адаптивний інтерфейс враховує, що користувач отримує досвід роботи з системою, цілі користувача змінюються в процесі роботи з системою. Адаптивний інтерфейс характеризується простотою виправлення помилок. Керуванню роботи з системою можна легко навчитись, а система забезпечує навчання в процесі роботи;

10. *Принцип надійності.* Система повинна бути надійною з точки зору роботи користувача. Вона готова до роботи завжди, коли в цьому виникає необхідність, збої трапляються рідко, час відповідей системи не повинен перевищувати встановлених меж. В системі реалізуються можливості захисту інформації та забезпечення необхідного ступеню секретності, різних рівнів доступу до наявної інформації.

11. *Принцип захисту інформації та забезпечення різних рівнів доступу.* Інтерфейс має будуватись таким чином, щоб унеможливити доступ до інформації особам, які не мають на це відповідних прав. Особливо це важливе у випадку багатокористувачевих систем. Водночас можливості інтерфейсу мають обмежувати введення некоректної інформації, або навмисно спотвореної інформації.

### **5.5.2. Проектування інтерфейсу на принципах людського фактору**

Предметом вивчення «людського фактору» є дослідження факторів, явищ, подій, які впливають на продуктивність праці, ефективність та якість життя всіх тих, хто працює, а також проектування машин та обладнання, що використовується в процесі виконання роботи. Власне, наука про людський фактор займається розробкою інженерних принципів проектування (дизайну) в усіх технічних галузях, використанням антропометричних таблиць вимірів людського тіла в процесі дизайну, психологічними принципами навчання, аналізом процесів запам'ятовування візуальної та аудіо інформації, аналізом впливу на людину таких соціальних факторів,

як шум навколишнього середовища, скупчення значної кількості людей, якість засобів зв'язку, тощо.



Фактично, будь-яка продукція, яка з'являється на ринку сьогодні і буде з'являтися у майбутньому, стає вигіршною і конкурентоздатною завдяки застосуванню при її створенні принципів людського фактору

Фахівці з людського фактору використовують всю наявну інформацію із психології, математики та технічних наук з метою вдосконалення дизайну обчислювальних систем і підвищення таким чином ефективності роботи людини за комп'ютером. Набагато ефективніше та дешевше розробити і впровадити елементи «людського фактору» в процес проектування системи, ніж переробляти її у відповідності до скарг користувачів.



**Людський фактор** – це метод проектування, дослідження та пояснювання інтерфейсу в широкому смислі (тобто, як проміжного середовища) між людиною та машиною або знаряддями, які створюються людиною основні визначення

Вимоги та рекомендації науки про людський фактор є надзвичайно важливими з точки зору організації взаємодії користувач-комп'ютер особливо для використання в ІСППР. Всіх користувачів (ОПР) ІСППР можна розділити на дві основні групи – *фахівці* (постійно користуються комп'ютером і мають достатній досвід та знання) та *початківці* (користуються комп'ютером не тривалий час, як правило це керівники різних рівнів).

Фахівці, що проводять за комп'ютером значний час та користуються програмними системами для розв'язку своїх задач, відчувають себе впевнено, не мають проблем з користуванням клавіатурою та екраном, незалежно від типу програмного продукту. Початківці можуть ніколи не почуватись повністю комфортно з комп'ютером та програмою. Зважаючи на те, що на сьогодні кількість таких користувачів є ще значною, інтерфейс системи повинен бути максимально дружнім, щоб забезпечити комфорт та якість результатів взаємодії.

При проектуванні інтерфейсу з урахуванням людського фактору необхідно враховувати низку чинників, які є важливими з точки зору інженерії людини (рис. 5.18). Розглянемо їх докладніше.

1. *Користувач повинен завжди знати, що робити далі та що система чекає від нього.* Система повинна надавати користувачу інструкції щодо того, як продовжити роботу після отримання проміжних резуль-

татів, вибрати параметри моделі, зберегти результати сеансу, вийти із системи і т.ін. Взагалі існує чимало ситуацій, які вимагають зворотного зв'язку від системи (надання пояснень користувачу): користувач повинен знати, що дані введено коректно або не коректно, що має місце затримка з обчисленнями, що система завершила (не завершила) виконання завдання та ін. Більш докладні рекомендації щодо можливих дій можна надати за допомогою функції HELP (допомога).

2. *Раціональне форматування екрану монітора.* Це необхідно робити таким чином, щоб різні типи інформації, команди, повідомлення завжди з'являлись в одній і тій же області. При такому підході до форматування екрану користувач завжди буде хоча б приблизно знати, де шукати необхідну інформацію.



Рис. 5.18. Чинники, які є важливими з точки зору інженерії людини при побудові інтерфейсу ІСППР

Наприклад, екран можна розділити на такі зони (області):

- назва (титул) сторінки на екрані (*title window*);
- віконце прапорців (*flag window*), що містить вказівники на інші конкретні вікна екрану з метою показати, що виникла помилка чи проблема з виконанням завдання;

- вікно повідомлень (*message window*), у яке система посилає повідомлення для користувача, наприклад, про помилки або пропозиції щодо продовження обчислень, ведення діалогу;
- вікно виходу (*escape window*), призначене для того, щоб користувач міг завершити поточний сеанс роботи з системою (або підсистемою);
- операційне вікно (*body window*), що використовується для вводу даних, виводу результатів роботи, виводу пояснюючих повідомлень з допомогою, ведення діалогу з системою, висвітлення опцій меню та ін. Тобто операційне вікно є найбільшим вікном інтерфейсу.

Зони не обов'язково повинні мати візуальні границі, але, якщо вони є, то покращують сприйняття інформації. Для економії місця на екрані деякі зони можна тимчасово анулювати і замінювати їх іншими, які необхідні в конкретній ситуації.

Зараз стандартом де-факто є розділення екрану на зони у відповідності до веб-інтерфейсу (рис. 5.19). В ІСППР зазвичай необхідно подавати значну кількість інформації у різному представленні, тому розділення екрану може бути дещо іншим, але з дотриманням загального підходу (рис. 5.20).

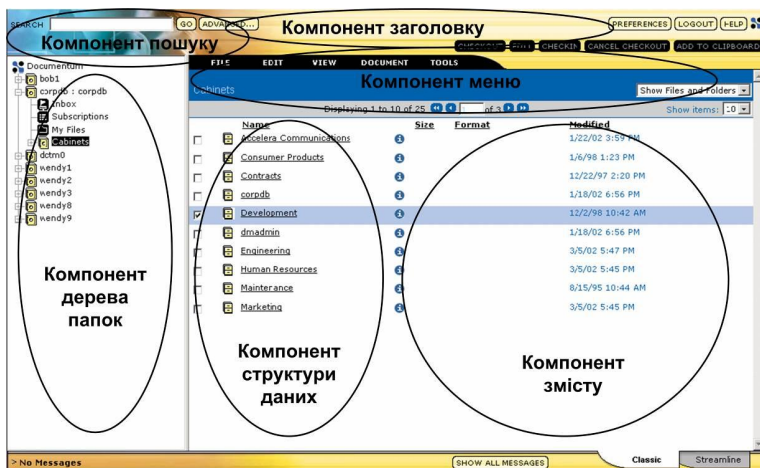


Рис. 5.19. Розділення екрану терміналу на зони (веб-інтерфейс)

3. Ефективне використання функцій пейджингу чи скролінгу. Вибір між пейджингом та скролінгом в зоні операційного вікна залежить від типу інформації, яку необхідно висвітлити. Якщо інформація є неперервною за своєю природою (наприклад, текстова інформація щодо отримання

них результатів), то використовують скролінг. Перегляд рядків тексту виконують за допомогою курсору. Пейджинг використовують у випадках, коли інформація висвітлюється у вигляді окремих записів за один раз.

4. Повідомлення, команди або інформація щодо результатів повинні утримуватись на екрані достатньо довго. Це робиться для того, щоб користувач зміг прочитати і сприйняти їх. Наприклад, результати обчислень не повинні швидко зникати з екрану, тобто, до того, поки користувач їх прочитає.



Рис. 5.20. Приклад розділення екрану терміналу на зони, коли необхідно подати значну кількість інформації у різному представленні

5. Ресурси монітора мають використовуватись економно. Такі атрибути монітора як мигання, збільшення яскравості, інверсія при надмірному використанні можуть призводити до зворотного ефекту, тобто ускладнення або погіршення характеристик діалогу (надмірне витрачання часу, відволікання уваги від головного). Коректним є використання додаткових ресурсів монітора для притягнення уваги до важливих моментів, наприклад, до поля для вводу даних, екстрених повідомлень або до команд.

6. Спрощуйте складні функції і скорочуйте об'єм уведення даних. Зазвичай це забезпечується за рахунок активного використання функціональних клавіш або комбінацій клавіш. Цей підхід є ефективним для досвідчених фахівців. При цьому треба дотримуватись загальноприйнятого

розподілу функціональних клавіш за видами функцій (наприклад, F1 – це зазвичай виклик допомоги).

7. *Створюйте специфікації значень або повідомлень «за замовчуванням».* Це значно спрощує введення даних користувача в процесі діалогу, наприклад, при введенні дат, назв підприємств або місцевостей та ін.

8. *Передбачайте помилки, які можуть мати місце з боку користувача.* Як правило, користувачі роблять помилки навіть при виконанні найпростіших і очевидних операцій. Якщо дії користувача можуть спричинити потенційно небезпечну ситуацію, він повинен знати про це. Наприклад, при спробі створити таку ситуацію, він має отримати відповідне повідомлення з застереженням. Навіть такі прості заходи відіграють значну роль в попередженні потенційно небезпечних дій користувача.

9. *Дружня тональність діалогу та термінологія.* Ще однією важливою характеристикою діалогу з точки зору людського фактору є загальна тональність діалогу та термінологія, яка використовується при цьому. Діалог повинен бути дружнім по відношенню до користувача, а тональність діалогу повинна базуватись на загальноприйнятих рекомендаціях щодо спілкування між людьми, а саме:

- використовувати прості, граматично правильні речення;
- не вживати жартів або «гострих» фраз;
- не повчати, лаяти або хвалити користувача;
- команди і пояснення користувачу повинні бути продумані і коректно сформульовані з правильним вживанням дієслів.

Що стосується спеціальної термінології, то рекомендується дотримуватись наступних правил:

- не використовувати комп'ютерний жаргон;
- уникати абревіатур, зокрема таких, що не є загальноновизнаними;
- уникати символів, які можуть бути невідомими для користувача;
- використовувати просту і зрозумілу технічну термінологію;
- використовувати одні й ті ж самі терміни для виконання однакових операцій.

Таким чином, при проектуванні інтерфейсу потрібно описати наступне:

- 1) чи передбачається розробка природно-мовного інтерфейсу;
- 2) які загальні принципи побудови адаптивного інтерфейсу будуть застосовані;
- 3) проектування інтерфейсу на принципах людського фактору;
- 4) розділення екрану терміналу на зони;
- 5) використання функціональних клавіш;
- 6) використання можливостей монітору (кольори, мигання та ін.);
- 7) тональність діалогу та термінологія.



У якості прикладу наведемо типовий підхід до проектування інтерфейсу користувача ІСППР для прогнозування часових рядів. Як зазначалося, інтерфейс користувача ІСППР повинен забезпечити простоту експлуатації системи, достатню гнучкість і мати розгалужену систему підказок та надавати можливість створення запитів, які необхідні для організації діалогу користувач – система. В ІСППР для прогнозування часових рядів можливі такі запити:

- 1) запити на модифікацію та доповнення бази даних і знань;
- 2) ведення нових алгоритмів оцінювання параметрів моделей;
- 3) розширення системи за рахунок нових алгоритмів;
- 4) запити на формування конкретних процедур обробки даних та прогнозування (формулювання вимог);
- 5) запити на вибір та формулювання критеріїв розв'язку задачі;
- 6) запити на виконання задач моделювання і прогнозування;
- 7) запити на форму представлення результатів;
- 8) запит на ретроспективний аналіз розв'язування подібних задач;
- 9) перевірка запитів на коректність та генерація підказок користувачу;
- 10) запит щодо поточного стану системи.

Інтерфейс користувача побудований як багаторівнева віконна діалогова система, що дозволяє організувати простий і наглядний спосіб уведення вхідної інформації, виведення результатів прогнозування на екран, в файл, та отримання твердої копії. Головне вікно інтерфейсу користувача представлено на рис. 5.21.

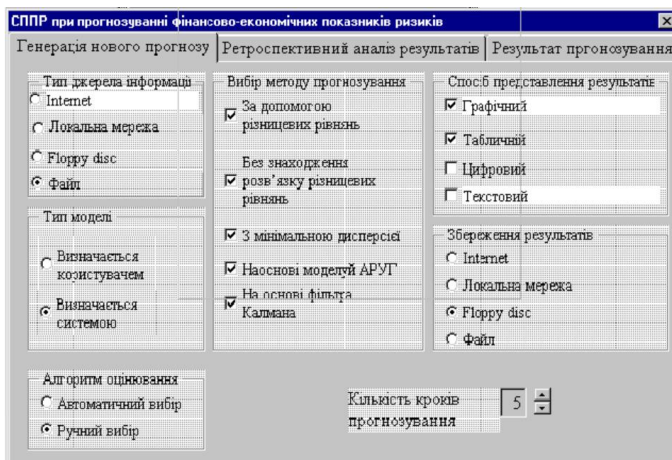


Рис. 5.21. Головне вікно інтерфейсу користувача



Користувач обирає тип джерела інформації та за допомогою стандартних вікон діалогу назначає файл, де зберігається часовий ряд. Тип моделі, яка описує вхідний ряд користувач може обрати самостійно за допомогою вікна, зображеного на рис. 5.22, або довірити цю роботу системі. Якщо обраний конкретний тип моделі, з'являється вікно, яке уточнює параметри моделі (рис. 5.23). Автоматичний вибір моделі здійснюється за допомогою дерева рішень. Алгоритм оцінювання параметрів моделі може бути уточнений за допомогою вікна діалогу (рис. 5.24), або алгоритмічно на основі типу обраної моделі.

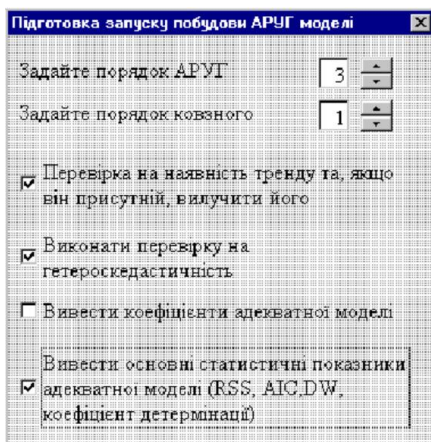


Рис. 5.22. Типи моделей, представлених в системі



Рис. 5.23. Вікно уточнення параметрів моделі

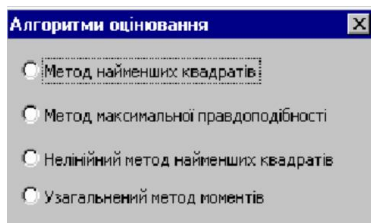


Рис.5 .24. Вікно вибору методу оцінювання параметрів моделі

З методів прогнозування можна обрати або один конкретний, або декілька, або всі одразу, що дасть можливість порівняти якість отриманих

різними способами прогнозів. На головному вікні інтерфейсу встановлюється також кількість кроків прогнозування спосіб представлення результатів та адреса розміщення файлу з прогнозованими значеннями ряду.

Ретроспективний аналіз надає змогу переглянути результати прогнозування на кількість кроків визначених на головному вікні інтерфейсу користувача, причому задана кількість спостережень з часового ряду виключається з процесу моделювання для того щоб порівняти отриманий прогноз з дійсними значеннями ряду.

На основі ретроспективного аналізу обирається метод прогнозування результати роботи якого відображаються на закладці результати прогнозування (рис. 5.25, 5.26) та в файлі з адресою вказаною в головному вікні інтерфейсу користувача.

В разі необхідності користувач має змогу зберегти в базі даних адресу, звідки отримано ряд, та параметри адекватної моделі, яка описує даний часовий ряд, а також метод прогнозування. Це дає можливість виконувати ретроспективний аналіз результатів, якості збудованих моделей та згенерованого прогнозу шляхом порівняння з істинними значеннями ряду, отриманими через певний період часу. Крім того, документовані таким чином результати математичного моделювання та прогнозування використовуються для виконання порівняльного аналізу результатів отриманих за допомогою запропонованої та інших подібних систем.

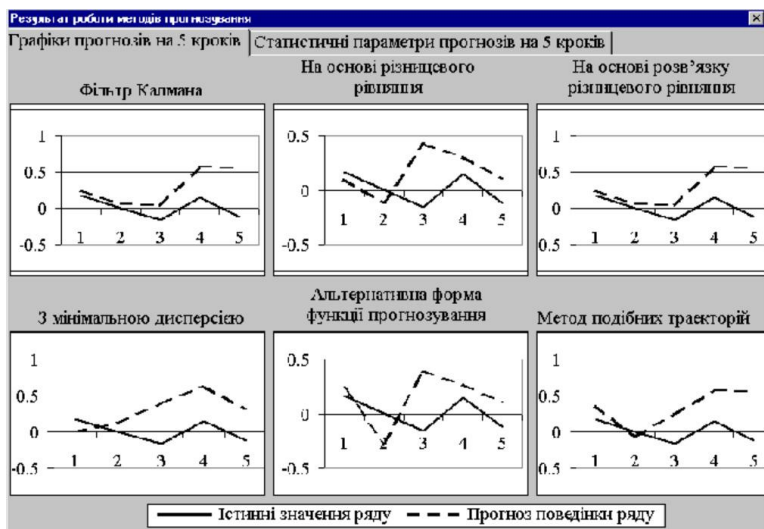



Рис. 5.25. Вікно графічних результатів побудови прогнозу


Результат роботи методів прогнозування						
Графіки прогнозів на 5 кроків			Статистичні параметри прогнозів на 5 кроків			
Методи прогнозування	Мінімальне відхилення		Максимальне відхилення		Середньо квадратична похибка	Модуль відносної похибки
	Абсолютне	%	Абсолютне	%		
Фільтр Калмана	0,1418	19,69	0,2869	26,16	3,4467	2,0183
На основі різни-цевого рівняння	0,0315	8,53	0,4372	30,17	4,2863	2,3218
На основі роз-в'язку різни-цевого рівняння	0,0284	7,28	0,6127	52,49	6,5473	3,7815
З мінімальною дисперсією Альтернативна форма функцій прогнозування	0,0541	9,98	0,5473	44,36	3,2816	1,9023
	0,0078	10,02	0,4739	34,26	7,2315	4,1516
Метод подібних траєкторій	0,0016	2,46	0,6239	57,12	6,5617	3,8914

*Рис. 5.26. Вікно статистичних параметрів результатів побудови прогнозу*



**Контрольні запитання та завдання**

1. У чому полягає перспективність напрямку створення адаптивних інтерфейсів користувача ІСППР? Сформулюйте загальні принципи побудови адаптивних інтерфейсів.
2. У чому особливості природно-мовного інтерфейсу?
3. Які можливості повинне забезпечити програмне забезпечення інтерфейсного модуля?
4. Наведіть основні фактори, які є важливими з точки зору інженерії людини при проектуванні інтерфейсу «система – користувач».
5. Що можна зазначити щодо загальної тональності діалогу інтерфейсу та термінології, яка використовується при цьому?



Для системи прийняття рішення, яку ви вибрали для проектування та реалізації, опишіть, який інтерфейс до системи ви плануєте реалізувати? В описі необхідно навести наступне:

- 1) розробка природно-мовного інтерфейсу (ПМІ);
- 2) загальні принципи побудови адаптивного інтерфейсу;



- 3) проектування інтерфейсу на принципах людського фактору;
- 4) розділення екрану терміналу на зони;
- 5) функціональні клавіші, кольори, мигання та ін.;
- 6) тональність діалогу та термінологія.

Опис супроводжується конструюванням екранних форм. Доцільно описати дію кожного з елементів управління із застосованих на формах, та запити, що формуються внаслідок вибору того або іншого стану елементів управління.



## 6. ПРОЦЕС РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### 6.1. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ІСППР

*Практичні поради, яких корисно притримуватись при створенні проекту ІСППР.  
Організаційно-розпорядницькі документи до виконання проекту*

Взаємини між суб'єктами розробки ІСППР (аналітики, експерти, фахівці, керівники) – від постановки проблеми і ухвалення рішення про початок робіт до введення системи в промислову експлуатацію – розрізняються на кожному окремо взятому підприємстві, і їхній опис потребує окремого обговорення. Від ґрунтовності організації та ретельності проведення розробки ІСППР залежить успіх проекту, який полягає у ефективності використання системи та прийнятих рішень за її допомогою. Тому доцільно навести деякі практичні поради, яких корисно притримуватись при створенні проекту ІСППР.

1. Задача, яку передбачається розв'язувати за допомогою ІСППР, що проектується, повинна бути під силу людині-експерту (ОПР) в даній галузі за допомогою доступних засобів і методів.

2. Процес прийняття рішення, який планується для реалізації за допомогою ІСППР, повинен бути узгодженим з процесом прийняття рішень, який застосовується людьми, тобто процесом мислення людини.

3. Формулювання задачі проектування повинно бути структурованим, тобто має бути максимально чітким і зрозумілим питання яку конкретно підтримку необхідно отримати від ІСППР;

4. Необхідно з самого початку визначити, чого система *не зможе робити*; краще створити систему, яка зможе надійно розв'язувати простішу, обмежену задачу, ніж систему, що претендує на розв'язування відносно широкого класу задач, але вона не завжди даватиме вірне рішення.

5. Необхідно відпрацювати (тестувати) поведінку системи на наборі представницьких (репрезентативних) окремих випадків та сформулювати і описати бібліотеку таких випадків для проектованої системи.

6. Визначте конкретні знання (*теорія, алгоритми, критерії, числова та текстова інформація*), які необхідні для розв'язку задачі у вибраній предметній області; це дозволить встановити можливість успішної реалізації системи.

7. З самого початку необхідно або самостійно розробити окремі модулі програмного забезпечення системи або (при можливості) *скористатись вже розробленим програмним забезпеченням*, і тестувати за його допомогою проектні концепції на вибраних представницьких (контрольних) прикладах.

8. Потрібно *описувати контрольні приклади* і результати їх застосування, а також дані, які при цьому використовуються; такий підхід дозволяє уникнути грубих помилок при програмуванні і повторювання однієї й тієї ж роботи.

9. При програмуванні необхідно дотримуватись правила: *«короткі програми (модулі) скорочують шлях до успіху і підвищують надійність системи»*; доцільно реалізовувати подібні функції подібними методами в усіх компонентах програмного коду і оформляти їх в одному стилі.

10. Приносить у жертву продуктивність програми, якщо це робить її зрозумілішою і прозорою (у тому числі і в смислі читання програмного коду), а також спрощує її супроводження.

При розробці систем існують декілька апробованих підходів, а саме:

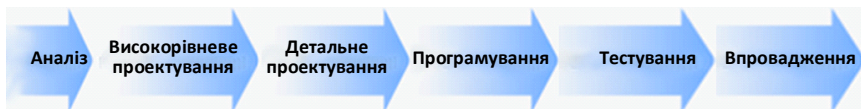
1) підхід на основі розроблення життєвого циклу системи (SDLS – Systems Development Life Cycle). Інколи його називають одностадійним (завершеною системою);

2) швидке прототипування (Rapid Prototyping). Цей підхід ще називають методом швидкого успіху (Quick-Hit Method) або стрімким розробленням додатку (rapid application development – RAD). Він передбачає широке застосування різних технологій, зокрема СППР-генераторів;

3) розроблення кінцевим користувачем (End-User Development), тобто менеджери самі розробляють для себе ІСППР, використовуючи технологічні засоби типу СППР-інструментарія і СППР-генератора.

Останній підхід зазвичай використовується для створення локальних невеликих СППР. Перші два підходи мають місце при створенні більш складних промислових систем.

Відмінність традиційного підходу (SDLS) до створення системи та підходу швидкого прототипування (RAD) показано на рис. 5.27.



а)



б)

Рис. 5.27. Відмінність традиційного підходу (SDLS) до створення системи а) та підходу швидкого прототипування (RAD) б)

Доцільніше віддавати перевагу методу створення системи, починаючи з розробки прототипу, який може постійно розширюватись і модифікуватись. Прототип гарний тим, що він:

- є не занадто складним і дозволяє рекламувати ІСППР до її завершення;
- дозволяє за короткі строки тестувати окремі функції;
- поступово трансформується в завершену систему – від створення найпростіших варіантів системи, що своєчасно виявляє хибність вибраного шляху, дозволяє перейти до створення іншого прототипу та запобігти марнуванню часу і фінансів.

Нарешті, необхідно запам'ятати таке правило: чим більше під час проектування буде проведено експериментів з окремими модулями системи та з системою в цілому, тим надійнішою та функціонально повнішою вона буде.

Організаційні питання необхідно фіксувати в організаційно-розпорядничих документах до виконання проекту. Зазвичай організаційно-розпорядничі документи готуються на різних етапах. До їх складу входять такі документи, як накази, план-графіки, протоколи та акти. Пік створення документів припадає на етап впровадження в дію розробленої системи. До таких документів відносяться наступні

**Наказ про склад приймальної комісії.** Він обов'язково містить найменування прийнятої системи в цілому або її частин; відомості про склад комісії; підставу для організації комісії; найменування організації-замовника; найменування організації-розроблювача, організації-співвиконавців; призначення й мета роботи комісії; строки початку й завершення роботи комісії; вказівку про форму завершення роботи комісії.

**План-графік робіт.** Документ встановлює перелік робіт, строки виконання й виконавців робіт, пов'язаних із впровадженням у дію системи.

Для кожної роботи вказується найменування роботи; дата початку й закінчення роботи; найменування підрозділу-учасника роботи; прізвище й посада відповідального виконавця; форма подання результатів роботи.

**Накази про проведення робіт.** До цих наказів відносяться наказ про готовність об'єкта до проведення будівельно-монтажних робіт; наказ про готовність об'єкта до проведення налагоджувальних робіт; наказ про початок дослідної експлуатації системи; наказ про введення в промислову експлуатацію системи.

Важливе значення на етапі впровадження мають випробування системи. За ними складаються **Протоколи випробувань**. Вони зазвичай містять найменування об'єкта випробувань; список посадових осіб, що проводила випробування; мету випробувань; відомості про тривалість випробувань; перелік пунктів ТЗ на створення системи, на відповідність яким проведені випробування; відомості про результати спостережень за правильністю функціонування системи; відомості про відмови, збої й аварійні ситуації, що виникають при випробуваннях; відомості про коректування параметрів об'єкта випробування.

Завершальними документами є акти – **Акт завершення робіт, Акт приймання в дослідну експлуатацію, Акт приймання в промислову експлуатацію**. Ці документи в основному містять найменування завершеної роботи; дату завершення робіт; найменування документа(ів), на підставі якого(их) проводилася робота; основні результати завершеної роботи; висновок про результати завершеної роботи та оцінку відповідності прийнятої системи технічному завданню на її створення. Також можуть зазначатися склад приймальної комісії, найменування організації-розроблювача, організації-співвиконавця та організації-замовника, склад функцій системи, прийнятої в експлуатацію, рекомендації комісії з подальшого розвитку системи.

До актів додаються протоколи випробувань, протоколи засідання комісії, акти приймання в промислову експлуатацію прийнятих раніше частин системи, перелік технічних засобів, які використала комісія при прийманні системи, і т.ін.



### **Контрольні запитання та завдання**

1. Які підходи використовуються до процесу створення ІСППР?
2. У чому особливості підходу прототипування?
3. Які організаційно-розпорядницькі документи готуються на різних етапах створення ІСППР?





Здійсніть пошук джерел Інтернету з текстами державних стандартів щодо інформаційних технологій. Зробіть огляд цих стандартів та з'ясуйте, які з них Найбільш підходять до процесу створення ІСППР.

## 6.2. ФОРМУЛЮВАННЯ ВИМОГ ДО ІСППР

*Формулювання вимог користувача на прикладі ІСППР при прогнозуванні динаміки часових рядів.*

*Функціональні вимоги для ІСППР при прогнозуванні часових рядів*

### 6.2.1. Важливість вимог

Розробка інформаційної системи зазвичай починається з формулювання вимог до майбутньої системи.



**Вимога** – це умова або можливість, якій повинна відповідати майбутня система

Цей етап є дуже важливим для процесу створення системи, адже від прийнятих рішень залежить проведення наступних етапів створення системи. Тому він має бути досить ретельно опрацьованим. Достатньо вказати, що імовірність закладання помилок на цьому етапі значно вища, ніж на наступних етапах (рис. 5.28). А вартість виправлення помилок навпаки суттєво зростає саме на наступних етапах (рис. 5.29).

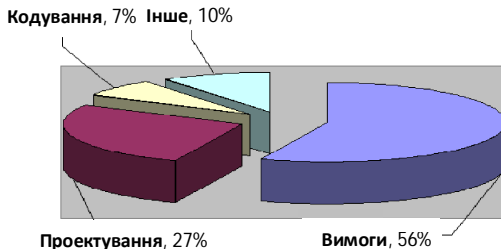
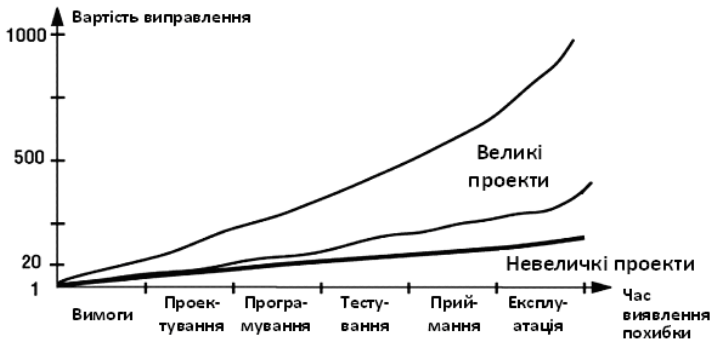


Рис. 5.28. Імовірність закладання помилок на різних етапах створення систем

Вимоги поділяються на вимоги користувача (або нефункціональні вимоги) та на функціональні вимоги.



*Вимоги користувача* визначають набір завдань користувача, яким повинна задовольняти система, а також сценарії їхнього вирішення в системі. Вони описують лише атрибути системи або середовища.



*Рис. 5.29. Вартість виправлення помилок на різних етапах створення систем*



**Функціональні вимоги** визначають дії, які має бути здатною виконати система. Вони визначають зовнішню поведінку системи. Функціональні вимоги використовуються для виразу поведінки системи шляхом встановлення передумов і можливостей, очікуваних як результат її функціонування

Виходячи з важливості вимог, вони повинні гарно документуватися. Документування може здійснюватись в текстовому або графічному вигляді. Текстові вимоги – це стислий та розгорнутий описи. Для графічного представлення використовують спеціальні нотації, а саме: ER (IDEF1FX), IDEF0, IDEF3, DFD, UML, OCL, SysML, ARIS (eEPC, VAD).

## 6.2.2. Формулювання вимог користувача

ІСППР створюються, як правило, для використання певною особою, що приймає рішення.



Вимоги, які висуває ОПР як постійний користувач системи, є «відправною точкою» для проектувальника ІСППР

Розглянемо формулювання вимог користувача на прикладі ІСППР при прогнозуванні динаміки часових рядів. Вимоги користувача, як правило, стосуються наступного:

1) можливість використання двох форматів зображення інтерфейсу на екрані: розширеного (на весь екран) і зменшеного (приблизно на  $\frac{1}{2}$  екрану);

2) тип комп'ютера і операційна система, для якої створюється ІСППР;

3) введення даних з клавіатури, жорсткого диска, гнучкого диска та оптичного;

4) перегляд введених даних у цифровому та графічному вигляді або у вигляді діаграми;

5) одночасний перегляд кількох рядів на одному графіку;

6) можливість використання різних форматів даних: ASCII, XLS та інші;

7) можливість вибору методу оцінювання параметрів моделі;

8) можливість вибирати метод прогнозування та комбінувати обчислені прогнози;

9) задавати точність отримуваних прогнозів при прогнозуванні на задане число кроків;

10) вибирати тип представлення результатів;

11) можливість доповнювати та редагувати дані;

12) можливість доповнювати систему алгоритмами оцінювання параметрів моделей і критеріями оцінювання якості прогнозу.

Вимоги користувача є основою для формування проектного документу «Технічна пропозиція».

### 6.2.3. Функціональні вимоги до системи

Функціональні вимоги стосуються безпосередньо тих функцій, які буде виконувати система. Вони також висуваються користувачем і спільно опрацьовуються з проектувальником.


Так, для ІСППР при прогнозуванні часових рядів можна сформулювати наступні функціональні вимоги:


1) застосування кількох методів попередньої обробки даних (логарифмування та нормування);

2) оцінювання параметрів лінійних та нелінійних математичних моделей;

- 3) автоматичне тестування часових рядів на нестационарність щодо тренду та дисперсії з видачею відповідних повідомлень користувачу;
- 4) автоматичне оцінювання якості моделі та рекомендація щодо вибору кращої з множини кандидатів;
- 5) застосування кількох критеріїв для оцінювання якості прогнозу;
- 6) автоматичне оцінювання (за умовчанням) якості прогнозу;
- 7) генерування рекомендацій щодо вибору методу оцінювання параметрів моделі і методу прогнозування.

Функціональні вимоги є основою для формування наступних проєктних документів, зокрема такого, як «Технічне завдання».

	<p><b>Контрольні запитання та завдання</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. З чого починається процес створення ІСППР?</li> <li>2. У чому особливості вимог користувача?</li> <li>3. Для чого і як документуються вимоги до ІСППР?</li> </ol>
---	--

	<p>За темою вашого дипломного (курсового) проєкту або у вибраній вами (при виконанні попередніх завдань) довільній сфері визначте вимоги до системи, що проєктується.</p>
---	---

### 6.3. ЕТАПИ ВПРОВАДЖЕННЯ І НАЛАГОДЖЕННЯ ІСППР

*План розробки.*

*План впровадження і налаштування системи.*

*План супроводу і подальшого розвитку системи*

Побудова і впровадження ІСППР, особливо великої – це якісний стрибок у розвитку підприємства, де відбувається впровадження. Однак для здійснення подібного стрибка необхідно вкласти деяку критичну масу грошей і витрат часу, після чого можлива віддача. Бар'єром для впровадження багатьох готових комплексів стає вартість. Найчастіше для налаштування під конкретну систему потрібно витратити стільки ж зусиль, скільки вистачило б на побудову своєї власної системи, що задовольняє сучасному розвитку технологій. Досвід показує, що термін уведення готової системи складає від шести місяців до одного року.

Зауважимо, що створювати систему краще власними силами (якщо вони є), використовуючи передові розробки в області ПЗ – це найбільш дешевий варіант системи. Причому принципово необхідно відразу формувати інформаційне поле, орієнтоване на аналітичну обробку – як за структурою, так і за змістом.

Розвиток системи являє собою введення нових модулів, що відповідають за окремі задачі і нерозривно пов'язані з іншими компонентами системи. У цьому випадку термін впровадження системи явно збільшиться, однак система буде включати більшу розмаїтість у засобах аналітичної обробки.

Таким чином, створення ІСППР відбувається у вигляді послідовності необхідних етапів. Зазвичай на підприємстві розробка починається з заявки на виконання робіт, яку складає відповідальна особа (менеджер проекту), та формування вимог. У подальшому розробка і впровадження ІСППР зазвичай проходить відповідно до наступних планів.

#### **План розробки:**

1. Визначити потреби й описати основних користувачів системи.
2. Визначити бажані результати функціонування системи.
3. Визначитися з джерелами даних.
4. Розробити інформаційну модель системи.
5. Вибрати спосіб збереження даних і тип сховища.
6. Вибрати систему візуалізації й аналізу даних.
7. Розробити технологічну модель системи.
8. Підготувати графік упровадження системи і відповідальних виконавців.

#### **План впровадження і налаштування системи:**

1. Покупка й установка програмного забезпечення.
2. Розмежування користувацьких прав доступу до системи.
3. Підготовка структури бази для заповнення даними і встановлення взаємозв'язків.
4. Наповнення сховища даними.
5. Пробна реалізація однієї з задач ІСППР.
6. Демонстрація й оцінка реалізованих можливостей системи.
7. Коректування подальших планів з розвитку системи.
8. Реалізація задач, що залишилися.

#### **План супроводу і подальшого розвитку системи:**

1. Поточне адміністрування системи.
2. Навчання користувачів.
3. Подальша робота з модернізації системи.



### Контрольні запитання

1. Які плани доцільно складати для регулювання розробки і впровадження ІСППР?
2. Яким планом передбачається навчання користувачів щодо роботи з системою?
3. На якому етапі передбачається розробка технологічної моделі системи?

## 6.4. СКЛАД ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ДО ІСППР

### *Основні види технічних документів при проектуванні ІСППР*

Зазвичай при проектуванні інформаційних систем складаються наступні види технічних документів:

- 1) Технічна пропозиція
- 2) Технічне завдання
- 3) Технічний проект
- 4) Експлуатаційна документація (Відомість експлуатаційних документів, Інструкція для експлуатації комплексу технічних засобів, Наставна користувача);
- 5) Формуляр;
- 6) Паспорт системи;
- 7) Організаційно-розпорядницька документація.

Переважна більшість документів регламентується відповідними державними стандартами ДСТУ та стандартами і регламентними документами колишнього СРСР, які прийняті в Україні (в основному серії ГОСТ 34, ГОСТ 24, ГОСТ 19, РД).

Особливе значення має документ «Технічне завдання» (ТЗ), основні положення розробки якого передбачені ГОСТ 34.602-89. Відповідно до цього стандарту ТЗ є основним документом, що визначає вимоги й порядок створення системи, відповідно до якого проводиться розробка системи і її прийняття при впровадженні в дію.. Проект ТЗ розробляє організація-розроблювач системи за участю замовника на підставі вимог замовника. Зауваження по проекту ТЗ повинні бути представлені з технічним обґрунтуванням. Рішення по зауваженнях повинні бути прийняті розроблювачем проекту ТЗ і замовником до затвердження ТЗ.

Затвердження ТЗ здійснюють керівники організації розроблювача й замовника. Зміни до ТЗ оформляють доповненням або підписаним замовником і розроблювачем протоколом.



Якщо конкретні значення показників, норм і вимог не можуть бути встановлені в процесі розробки ТЗ, у ньому варто зробити запис про порядок встановлення й узгодження цих показників: «Остаточна вимога (значення) уточнюється в процесі ... і погоджується протоколом з ... на стадії ...». При цьому в текст ТЗ змін не вносять.

Якщо в ТЗ визначається «що треба зробити», то те, «що зроблено», фіксується у подальших проектних документах. Строго кажучи, повний процес розробки включає підготовку Ескізного проекту, Технічного проекту й Робочої документації. Але стандарт (ГОСТ 34.601-90) допускає об'єднання цих документів в один, що зазвичай отримує назву технологічного проекту.

У загальному випадку, документація проекту містить загальносистемні рішення; рішення з видів забезпечень (організаційному, технічному, інформаційному, програмному, математичному тощо).

Перелік найменувань розроблювальних документів і їхня комплектність повинні бути визначені в Технічному завданні.

Для забезпечення поточної роботи над проектом і зберігання розроблених документів менеджером проекту з самого початку робіт має бути передбачено зберігання електронних версій документів у окремому каталозі. Назви документів, що зберігаються в цьому каталозі, повинні бути очевидні й відповідати змісту документа. При цьому обов'язково має вестись специфікація на внесення змін в документи.

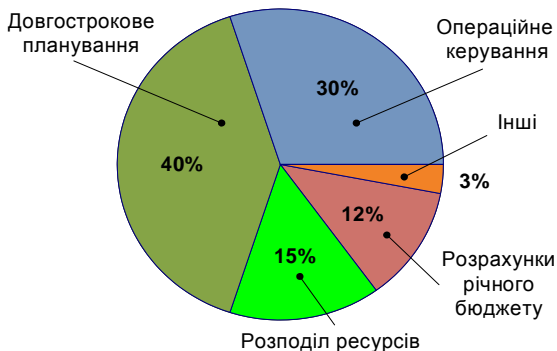
	<p><b>Контрольні завдання</b></p> <p>Здійсніть пошук джерел Інтернету з текстами державних стандартів щодо інформаційних технологій. Зробіть огляд цих стандартів та з'ясуйте, яким має бути зміст технічних документів, що супроводжують процес створення ІСППР.</p>
	<p>Для системи прийняття рішення, яку ви вибрали для проектування та реалізації, сформулюйте основні положення технічних документів «Технічна пропозиція» та «Технічне завдання».</p>

## 6.5. ОГЛЯД СППР, ЩО ПРОПОНУЮТЬСЯ НА РИНКУ

*Застосування СППР в різних сферах діяльності.  
Короткий опис деяких популярних СППР*

Перед тим, як приймати рішення про створення системи, доцільно ознайомитись із досвідом створення подібних систем. Тим більш, що системи підтримки прийняття рішень, у тому числі й з різним ступенем інтелектуалізації, набули широкого застосування в економіках передових країн світу, причому їхня кількість постійно зростає. На рівні стратегічного управління використовується ряд СППР, зокрема для довго-, середньо- і короткострокового, а також для фінансового планування, включаючи систему для розподілу капіталовкладень. Орієнтовані на операційне управління СППР застосовуються в галузях маркетингу (прогнозування та аналіз збуту, дослідження ринку і цін), науково-дослідних та конструкторських робіт, в управлінні кадрами. Операційно-інформаційні застосування пов'язані з виробництвом, придбанням та обліком товарно-матеріальних запасів, їх фізичним розподілом та бухгалтерським обліком. Узагальнені СППР можуть поєднувати дві чи більше з перелічених функцій.

У США було проаналізовано 131 тип СППР і завдяки цьому виявлено пріоритетні галузі використання систем. До них належать такі: виробничий сектор; гірничорудна справа; будівництво; транспорт; фінанси; урядова діяльність, де СППР використовуються для довгострокового планування, операційного управління, розподілу ресурсів та ін. (рис. 6.1).



*Рис. 6.1. Розподіл підтримки прийняття рішень за допомогою СППР в різних сферах діяльності (на прикладі США)*



Перелік найвідоміших «комерційних» СППР містить сотні назв. Найбільш типові СППР, які стосуються проблем мікро – та макроекономіки, наведено в табл. 6.1.

З ілюстративною метою нижче подано короткий опис деяких із систем.



### Система «Симплан»

СППР «Симплан» (SIMPLAN) було створено ще в середині 70-х років ХХ ст. американською компанією Social Systems, Inc з метою надання допомоги керівникам у подоланні невизначеності, притаманній корпоративному плануванню. Її призначення полягає у вивченні складних взаємозалежностей, що існують між діяльністю корпорації в галузях фінансів, маркетингу й виробництва та сукупністю математичних і логічних співвідношень, уведених до комп'ютера.

Ця система містить три центральні компоненти – фінансові моделі, моделі маркетингу та моделі виробництва.

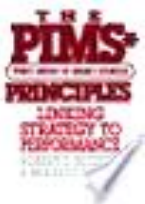
*Таблиця 6.1.*

### Типові СППР, які стосуються проблем мікро- та макроекономіки

№ з/п	Назва СППР	Призначення
1.	“Симплан”	Корпоративне планування в галузях фінансів, маркетингу й виробництва
2.	“Прожектор”	Фінансове планування
3.	“Джі-план”	Загальне планування
4.	“Експрес”	Маркетинг, фінанси
5.	PMS	Управління цінними паперами
6.	CIS	Планування виробів
7.	PIMS	Маркетинг (поділ ринків збуту, розподіл капіталовкладень, структура управління тощо)
8.	BIS	Управління бюджетом
9.	IFPS	Інтерактивне фінансове планування
10.	FOCUS	Фінансове моделювання
11.	ISDS	Формування “портфелю замовлень” на наукові дослідження, розробку, випробовування й оцінювання дослідних зразків
12.	MAUD	Багатокритеріальна оцінка альтернативних варіантів індивідуального вибору
13.	"Darwin"	Дозволяє будувати моделі на основі нейромереж і дерев рішень, а також використовувати методи візуалізації й класифікації даних (розроблена компанією Thinking Machines, Бедфорд, шт. Массачусетс)
14.	"PowerPlay"	Багатомірний аналіз даних у масштабі корпоративного підприємства
15.	"Pablo for Windows"	СППР фірми Andyne Computing (Кінгстон, Канада), що дозволяє переглядати узагальнені вибірки на основі даних з реляційних баз даних і маніпулювати ними
16.	"Statistica Neural Networks"	Одержання ефективних рішень слабкоструктурованих завдань на основі нейронних мереж
17.	"PolyAnalyst"	Інструментарій для автоматичного витягу з даних вирішуючих правил, залежностей й інших знань

Призначення фінансових моделей полягає в тому, щоб показати ефективність різних варіантів фінансового стану фірми; моделі маркетингу використовуються для оцінювання майбутнього обсягу ринку в тій частині, якою має намір заволодіти компанія; моделі виробництва застосовуються для визначення питань, пов'язаних із витратами і плануванням, політикою в галузі щодо товарно-матеріальних запасів, вимогами до робочої сили, вартістю та наявністю сировини, змінами в потужності обладнання і підприємства в цілому.

Система «Симплан» складається з підсистем управління даними; моделювання; одержання звітів; контроль безпеки; графічне відображення результатів; прогнозування (реалізовані методи лінійного прогнозування, експоненціального згладжування, адаптивного прогнозування); економетричний і статистичний аналіз.



### Система PIMS

Розробка системи PIMS (Profit Impact of Marketing Strategy – вплив на прибуток ринкової стратегії) стартувала у 1960-х за підтримки компанії General Electric, яка потребувала проведення серйозних досліджень для виявлення, на основі точних математичних даних, «генеруючих причин» того, що деякі її підприємства були більш прибутковим в порівнянні з іншими, незалежно від розміру та сфери діяльності. Основою методу є прагнення знайти прогнозну модель майбутніх переваг на основі наявних. У ній було узагальнено досвід торговельних операцій і ринкової діяльності сотень фірм, а також ураховані різні чинники (поділ ринків збуту, розподіл капіталовкладень, структура управління тощо).

Модель PIMS ідентифікує 37 факторів, що можуть впливати на рентабельність сектору. Найістотніші з них наступні: капітаємність, відносна якість продукції, продуктивність, конкурентна позиція бізнесу, низькі витрати на одиницю продукції, вертикальна інтеграція, інновації. У реальній господарській практиці стратегічні фактори, як правило, взаємопов'язані, тому в проекті велика увага приділяється побудові емпіричної залежності, що відображає ці взаємозв'язки. У проекті PIMS ці взаємозв'язки подані у вигляді двомірних матриць, по осях яких відображені 3-5 рівнів (якісних характеристик) факторів, що розглядаються.

Зараз компанії, що є членами клубу PIMS (їх більше 3 тис. з різних секторів індустрії), регулярно отримують звіти з загальної бази даних в режимі он-лайн, які стосуються кожного з аналізованих ринкових продуктів (рис. 6.2). Ці звіти відображають стан справ з конкретним продуктом на фірмі порівняно із середнім світовим рівнем або з фірмами-кон-

курентами, пропонують для розгляду кілька стратегій короткострокового планування з оцінкою ймовірностей тих чи інших наслідків використання стратегій. Крім того, у звітах наводиться оптимальна стратегія, яка вибирається з урахуванням можливих змін кон'юнктури на ринку і досвіду успішної діяльності в подібних ситуаціях. Системою можуть користуватися й представники фірм, які не входять до клубу PIMS. Будь-який користувач за певну плату може підключитися до бази даних PIMS за допомогою віддаленого терміналу через телефонну лінію.

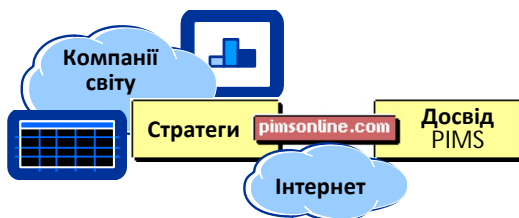


Рис. 6.2. Взаємодія компаній світу з БД PIMS

Сеанс інтерактивної роботи з PIMS, як правило, розпочинається оглядом стану ринку певного продукту і триває у вигляді діалогу типу «Що, якщо». Використовуючи засоби обробки запитів типу «Що, якщо», керівник має можливість звертатися й до бази даних, і до бази моделей мовою фінансового планування, і фактично конструювати свої власні моделі, відтворюючи на них уявні ситуації в інтерактивному режимі.

Запитання типу «Що відбудеться, коли внести певні зміни до даних або моделі?» потребує залучення математичних моделей (йдеться про статистичні моделі, імітаційне моделювання, методи математичного програмування, аналіз дерев розв'язків тощо).

### Система ISDS

Система ISDS (Investment Strategy Decision System) призначена для керівників, які відповідають за формування «портфеля замовлень» на наукові дослідження, розробки, випробовування й оцінювання дослідних зразків у великих організаціях. Головною особливістю цієї задачі є високий ступінь невизначеності кінцевих результатів планування, через що в довгострокових планах доводиться щорічно змінювати майже половину показників.

Система забезпечує виконання таких процедур, як попередній добір пропозицій щодо досліджень, розробок і випробувань; порівняльна оцінка нових пропозицій між собою і з уже розпочатими роботами; об'єднан-

ня дібраних пропозицій і виконуваних робіт в інвестиційні групи, кожна з яких формується згідно з програмними цілями, політикою й бюджетними обмеженнями; порівняльний аналіз розподілу довгострокових капіталовкладень; подання підсумкових даних з різних трендів зміни капіталовкладень; видача статистичної інформації, необхідної для звітності.

Поряд з основними підсистемами, орієнтованими на дані та моделі, до складу ISDS введено підсистему «історичних аналогій», в якій накопичується досвід практичного використання системи. Підсистема допомагає керівникові враховувати колишні успіхи і невдачі при формуванні варіантів планів довгострокових капітальних вкладень, дозволяє перевіряти правильність рішень в історичній перспективі, порівнюючи їх з аналогічними ситуаціями в минулому.

### **Система IFPS**

Система IFPS (Interactive Financial Planning System), що створювалася у 70-х в університеті штату Техас, США, підтримує процеси розв'язування проблем, будуючи зрозумілі ділові ситуації. Створена також мова універсального планування фінансів, що особливо зручна в користуванні. Система IFPS набула надзвичайного поширення. За даними 1982 року вона експлуатувалася майже в 1000 великих фірм. З того часу система під назвою «Visual IFPS/Plus» постійно вдосконалювалася. Пізніше вона була куплена компанією COMSHARE, що її розповсюджувала, і набула поширення як у промисловості, так і в університетах.

Основні моделі IFPS, завдяки яким система стала корисним інструментом для керівників, містять мову моделювання і структуру команд, які дають змогу описувати проблеми звичною для людини мовою і діставати результативні рішення (розв'язки) в табличному вигляді. IFPS здатна виражати співвідношення між комірками таблиці, інтерпретація значень яких цілком перебуває в розпорядженні користувачів (рис. 6.3).

Робота із системою починається з опису потрібної моделі мовою моделювання, який супроводжується введенням послідовності положень, що визначають джерела даних для рядків і стовпців, а також співвідношень для обчислення значень розв'язків. При цьому користувач може викликати різні програми, вносити коментарі, визначати логічні умови, обмеження та сфери використання даних, виконувати процедури, пов'язані з аналізом ризику, і ряд інших функцій.

Система дає змогу розв'язувати досить широкий спектр задач: добір балансових підсумків, розподіл прибутку за статтями доходів, передбачення змін валютних курсів, прогнозування, аналіз ризику розробки стратегії збуту продукції, збір науково-дослідних проектів, стратегічне плану-



мації, що надходить. Після цього інформація вводиться до системи, і на основі концепції багатокритеріальної теорії корисності видаються пріоритети користувача, що дає змогу ранжувати об'єкти вибору (рис. 6.4). Упорядкований таким чином список варіантів супроводжується даними про важливість кожного з критеріїв оцінки.

	COMPUTER SUPPORTED (192 cases)	INTERVIEWER SUPPORTED (96 cases)	UNAIDED PROCESS (96 cases)
(a) TIME NEEDED	28 m.	32 m.	14 m.
(b) NR. ATTRIBUTES	4.7	4.9 *	4.3 *
(c) CONVERGENCE CALCUL.=FINAL PREFERENCE			
1. if init.= calc. (N = 78, 50)	97%	98%	
2. if init.≠ calc. (N = 26, 8)	46%	43%	
3. if no init.pref (N = 88, 37)	81%	71%	
TOTAL	83% (N = 160)	81% (N = 78)	
-----			
(d) SATISFACTION			
with choice	3.8	4.2	4.1
with process	3.2 **	3.4	4.0 **
(e) EXPERIENCED DIFFICULTY	2.7	2.9	2.8
(f) ACCEPTABILITY OF METHOD			
easy	4.0	3.2	
agreeable	3.6	3.3	

*Рис. 6.4. Характеристики альтернатив у системі MAUD (середні значення критеріїв ефективності у трьох умовах)*

Під час роботи із системою можна вносити корективи, включати і виключати об'єкти і критерії, змінювати власні оцінки та пріоритети. Якщо система виявить суперечності в дії користувача, то вона відсилає його до тієї процедури, де ця суперечність виникла. Важливою характерною особливістю системи MAUD є те, що вона дає змогу переривати роботу із системою в будь-якому місці, причому подальше поновлення перерваної роботи можливе в зручний для користувача час без проведення додаткового налаштування.

### **Пакет Cognos Powerplay**

Цей пакет є засобом для багатовимірного аналізу, що входить до складу пакету додатків Cognos BI Series 7. Пакет складається з інтегрованого набору продуктів для реалізації рішень в області бізнесу-аналізу (business intelligence). Він включає інструменти витягання, перетворення, завантаження даних (ETL), інформаційні панелі керівників і панелі збалансованих показників, засоби багатовимірного аналізу, корпоративної звітності і побудови запитів, виявлення виконання зумовлених умов (event detection) і розсилки повідомлень.

Cognos Powerplay реалізований в багаторівневій архітектурі (рис. 6.5) із загальним сервером додатків (Cognos Powerplay Enterprise SERVERS) і трьома клієнтами (Web, Windows і Excel).

Вихідними даними для клієнта Cognos Powerplay є куб OLAP, Powercube або багатовимірне джерело від іншого виробника. Пакет виконує багатомірний аналіз даних, що включають до двох і більше мільйонів записів, у масштабі корпоративного підприємства (понад 2000 користувачів).

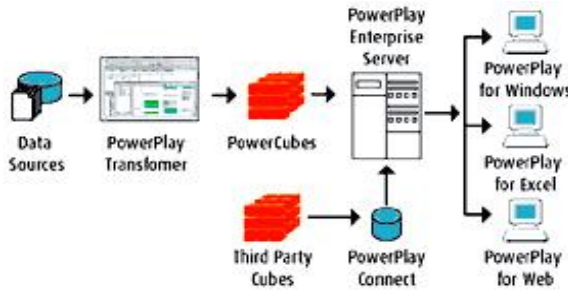


Рис. 6.5. Архітектура Cognos Powerplay

Система дозволяє побудову тривимірних графіків і діаграм, ранжирування даних, негайне повернення до верхнього рівня ієрархії даних і систем меню, повністю обумовлених ОПР. Клієнт Cognos Powerplay Web Explorer пропонує різні способи представлення даних: крестаблиці і діаграмами/графіки. Одночасно в декількох областях робочого столу дані можуть бути відбиті декількома способами (рис. 6.6).



Рис. 6.6. Можливості одночасного відображення декількох представлень звіту в веб-клієнті Cognos Powerplay

При цьому представлення синхронізовані: після внесення зміни в одному з них змінюється вигляд й в інших. Зовнішній вигляд звіту може бути збережений і опублікований на порталі Cognos Upfront для доступу до нього інших користувачів. Забезпечується високоякісний друк (шляхом попереднього експорту у файл PDF). Також дані можуть бути експортовані в текстовий файл з комами-роздільниками і потім імпортовані іншим застосуванням (наприклад, Excel).

### Система MicroStrategy

Компанія MicroStrategy (Віенна, шт. Вірджія) є постачальником рішень Business Intelligence, мобільного програмного забезпечення, а також хмарних послуг (cloud-based services), що дозволяє ефективно аналізувати внутрішні та зовнішні дані для прийняття ділових рішень. Система надає для побудови інформаційних сховищ інтегрований набір інструментів і методів об'єднання даних з різнорідних джерел.

Архітектура системи є веб-орієнтованою. Сервер MicroStrategy Intelligence Server через веб-сервер приймає запити від користувачів та формує запити до бази даних і метаданих (рис. 6.7). Одержуючи відповідь на ці запити, він забезпечує обчислення, формує звіт, а потім через веб-сервер надсилає користувачеві. Інша можливість – формування запиту за розкладом чи умовою на Narrowcast-сервері – з подальшим розсиланням одержаних звітів через поштовий сервер.

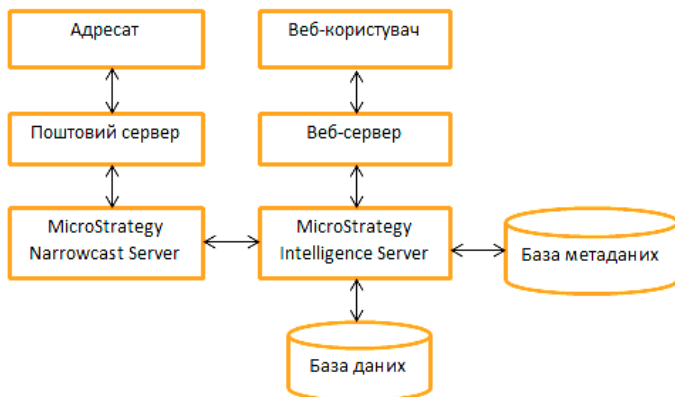
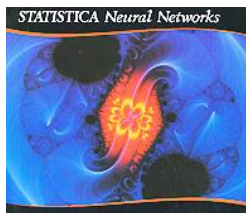


Рис. 6.7. Веб-орієнтована архітектура системи MicroStrategy

Платформа MicroStrategy використовує єдину уніфіковану логічну архітектуру, що дозволяє описати будь-яку область для вирішення завдань будь-якої складності. Метадані містять блоки або об'єкти, необхідні



для опису бізнес-моделі та зберігають об'єкти у базі даних для ефективного управління, повторного використання і кращої продуктивності (рис. 6.8).



## Нейронно-мережевий пакет «STATISTICA Neural Networks»

Цей пакет від компанії StatSoft надає можливість автоматично одержувати ефективні розв'язки слабкоструктурованих задач, для яких використання традиційних статистичних методів є нерациональним.

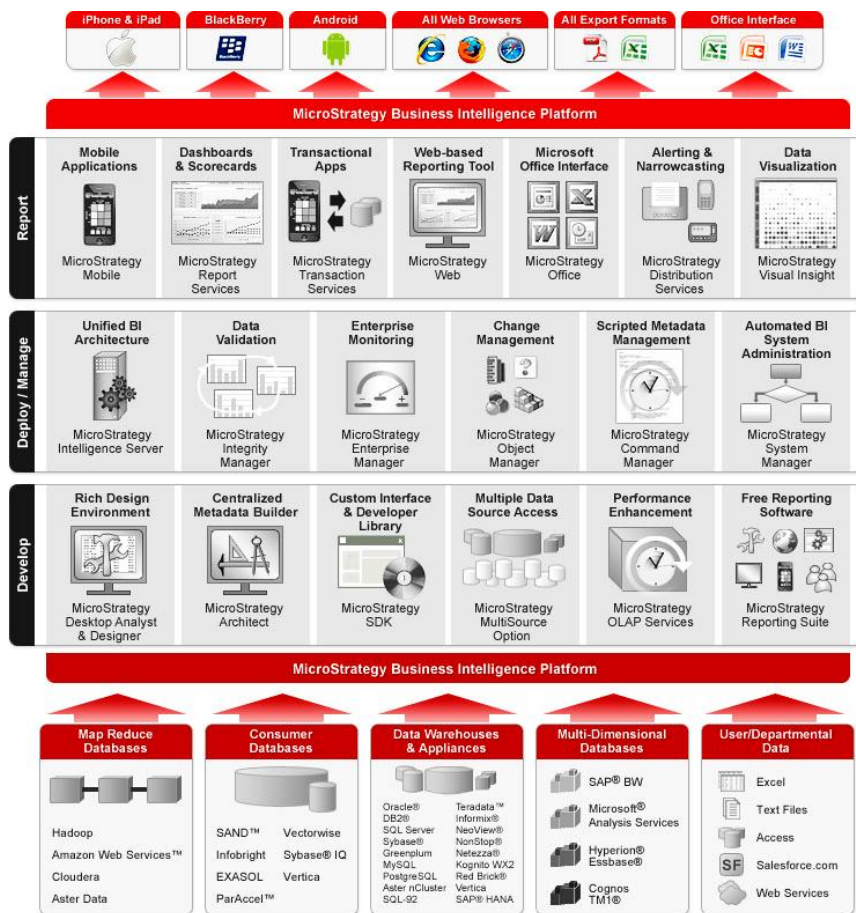


Рис. 6.8. Платформа системи MicroStrategy

У системі реалізований повний набір архітектур нейромереж, алгоритмів навчання (методи зворотного поширення, квазі-ньютонівський, Левенберга-Маркара, Кохонена, квантування навчального вектора й ін.), потужні засоби візуалізації даних, що допомагають оцінювати якість роботи мережі та будувати прогнози.

На рис. 6.9 показані результати прогнозів адаптивних моделей і отриманих нейронних мереж для динаміки курсу акцій банку з використанням STATISTICA Neural Networks.

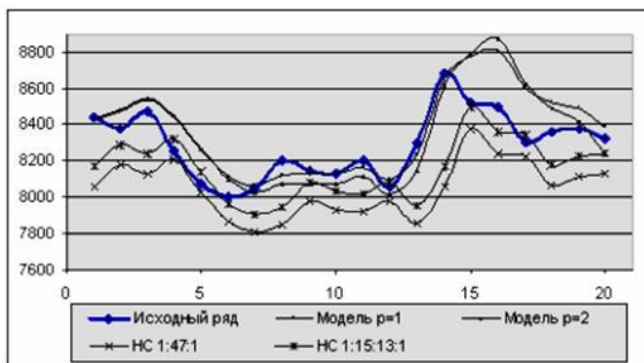


Рис. 6.9. Результати прогнозів адаптивних моделей і отриманих нейронних мереж з використанням STATISTICA Neural Networks

Крім того, у систему закладені генетичні алгоритми відбору вхідних даних, а також повний інтерфейс прикладного програмування (API), що дозволяє включати нейронні мережі в інші додатки. На основі методів штучного інтелекту реалізований «Майстер вирішення завдань», що дозволяє автоматизувати вибір найкращої архітектури й побудови мережі.

Істотною перевагою пакету STATISTICA Neural Networks є те, що він природним чином вбудований в потужний арсенал аналітичних засобів програми STATISTICA. Саме поєднання класичних і нейромережевих методів дає потрібний ефект.

### Система PolyAnalyst

Система представлена російською компанією Megaputer Intelligence як інструментарій Data Mining для автоматичного витягу з даних вирішуваних правил, залежностей і інших знань, на основі яких можуть прийматися керуючі рішення. Система PolyAnalyst дозволяє отримати практично корисні знання з великої кількості текстових та структурованих даних, передає ці знання в доступній розумній формі та у вигляді моделей, що

мають оперативне застосування для прийняття відповідальних бізнес-рішень (рис. 6.10).

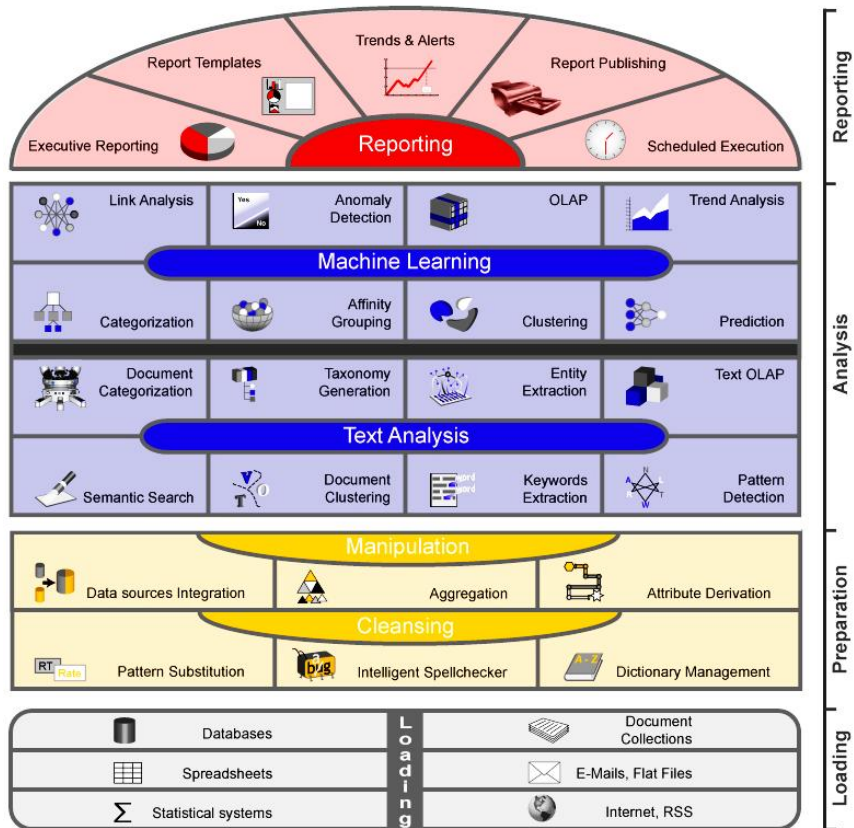


Рис. 6.10. Можливості системи PolyAnalyst

В основі «PolyAnalyst» лежить набір методик і алгоритмів аналізу даних – як традиційних, так і сучасних: метод автоматичного виявлення розмитих нелінійних залежностей і інструментарій побудови довільних нелінійних регресійних моделей методами еволюційного програмування.

Аналіз даних відображається в різних зорових форматах: гістограмах, двовимірних і тривимірних графіках. Автоматично виявлені залежності можуть бути представлені як інтерактивні графіки із слайдерами для зміни значень представлених на них змінних (рис. 6.11). Ця особливість дозволяє користувачеві графічно моделювати результати.

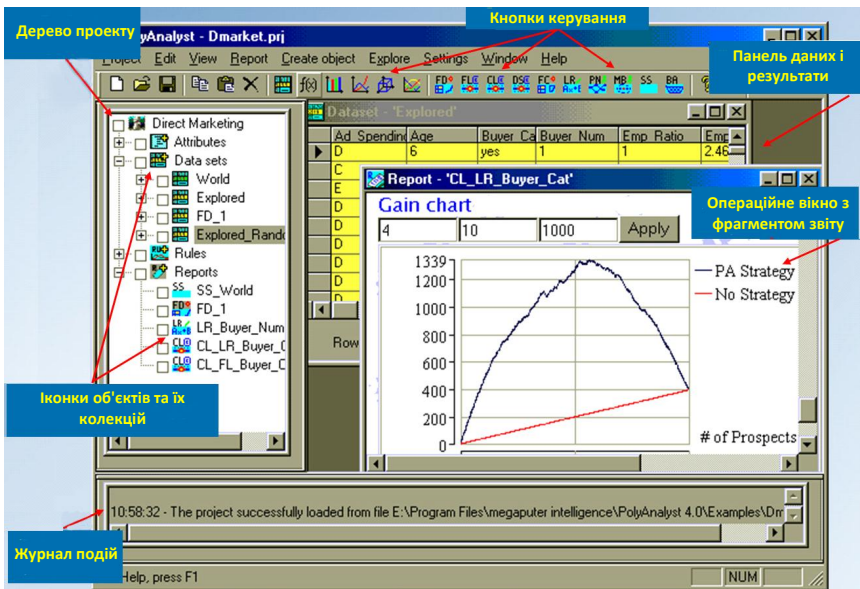


Рис. 6.11. Інтерфейс системи PolyAnalyst

### Контрольні завдання

1. Виберіть з наведеного переліку систему, яка більш схожа на ту систему, що ви проектуєте, проведіть пошук в Інтернеті її опису та вивчіть його. Зробіть виписки, які будуть вам в нагоді при подальшому проектуванні вашої ІСППР.

2. Проведіть пошук в Інтернеті за пошуковим образом «СППР при прогнозуванні динаміки часових рядів» та з отриманих джерел підберіть низку публікацій, які найбільш відповідають темі, а також матеріали щодо систем, що пропонуються. Збережіть їх і поступово переглядайте. Зробіть виписки, які будуть вам в нагоді при проектуванні вашої ІСППР.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Баклан І. В.* Класифікація моделей марковського типу / І.В. Баклан, Г.А. Степанкова / наук. монографія. – К.: Національна академія управління, 2012. – 84 с.
2. *Бідюк П. І.* Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень (навч. посібник) / П.І. Бідюк, Л.О. Коршевич. – К.: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2010. – 340 с.
3. *Волошин О. Ф.* Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Машенко. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с.
4. *Гнатієнко Г. М.* Експертні технології прийняття рішень: монографія / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. – К.: Маклаут, 2008. – 442 с.
5. *Довгий С. О.* Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень : наук.-навч. вид. / С. О. Довгий, П. І. Бідюк, О. М. Трофимчук, О. І. Савенков; НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – К.: Азимут-Україна, 2011. – 607 с.
6. *Зайченко Ю.П.* Основи проектування інтелектуальних систем / Ю.П. Зайченко – К.: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352 с.
7. *Катренко А. В.* Теорія прийняття рішень : підруч. для студ. вузів / А. В. Катренко, В. В. Пасічник, В.П. Пасько. – К.: ВНУ, 2009. – 448 с.
8. *Кігель В. Р.* Математичні методи ринкової економіки / В.Р. Кігель. – К.: Кондор, 2003. – 158 с.
9. *Линьов К. О.* Теорія і практика прийняття управлінських рішень / К. О. Линьов, А.С. Крупник / Навч. посіб. – К.: Видавничий дім «ПРОСТІР, 2007.
10. *Нестеренко О. В.* Основи побудови автоматизованих інформаційно-аналітичних систем органів державної влади / О.В. Нестеренко. – К.: Наук. думка, 2005. – 628 с.
11. *Олексюк О. С.* Системи підтримки прийняття фінансових рішень на макрорівні / О.С. Олексюк. – К.: Наук. думка, 1998. – 508 с.
12. *Петруня Ю. Є.* Прийняття управлінських рішень / Ю. Є. Петруня, В. Б. Говоруха, Б. В. Літовченко та ін. / Навч. посіб. [за ред. Ю. Є. Петруні, 2-ге вид]. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 216 с.
13. *Присенко Г. В.* Прогнозування соціально-економічних процесів / Г. В. Присенко, Є. І. Равікович / Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2005. – 378 с.

14. Системи підтримки прийняття рішень : навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни / [уклад.: С. М. Братушка, С. М. Новак, С. О. Хайлук] ; Державний вищий навчальний заклад «Українська академія банківської справи Національного банку України». – Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2010. – 265 с.

15. *Ситник В. Ф.* Системи підтримки прийняття рішень / В. Ф. Ситник / Навч. посіб. – К. : КНЕУ, 2004. – 614 с.

16. *Сявавко М.* Інформаційна система «Нечіткий експерт» / М. Сявавко. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 318 с.

17. *Ус С.А.* Методи прийняття рішень: навч. посібник / С.А. Ус. – Д. : Національний гірничий університет, 2012. – 212 с.

18. *Ямпольський Л. С.* Нейротехнології та нейросистеми : монографія / Л.С. Ямпольський. – К. : Дорадо-Друк, 2015. 508 с.

19. *Анфилатов В. С.* Системный анализ в управлении / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

20. *Бодянский Е. В.* Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения / Е.В. Бодянский, О.Г. Руденко. – Харьков: Телетех, 2004. – 369 с.

21. *Борисов А. Н.* Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева и др. – М. : Радио и связь, 1989. – 303 с.

22. *Гаврилова Т. А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – С.-Петербург : Питер, 2000. – 384 с.

23. *Герасимов Б. М.* Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, И.Б. Токарев. – К. : Наук. Думка. – 1993. – 184 с.

24. *Глухов В. В.* Математические методы и методы для менеджмента / В.В. Глухов, М.Д. Медников, С.Б. Коробко. – М. : Лань, 2000. – 480 с.

25. *Глушков В. М.* Основы безбумажной информатики / В.М. Глушков. – М. : Наука, 1982. – 552 с.

26. *Деннинг В.* Диалоговые системы «Человек-ЭВМ». Адаптация к требованиям пользователя / В. Деннинг, Г. Эссинг, С. Маас / Пер. с англ. – М. : Мир, 1984. – 112 с.

27. *Джексон П.* Введение в экспертные системы / Питер Джексон / Пер. с англ. – Москва, С.-Петербург, Киев : Вильямс, 2001. – 397с.

28. Искусственный интеллект // Системы общения и экспертные системы. Кн.1. Под ред. проф. Попова Э.В. М : Радио и связь.1990.

29. *Ларичев О.И.* Теория и методы принятия решений / Ларичев О.И. – М. : Логос, 2000. – 296 с.

30. Цисарь И. Ф. Компьютерное моделирование экономики / И.Ф. Цисарь, В.Г. Нейман. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 304 с.
31. Чернооруцкий И. Г. Методы оптимизации и принятия решений / И.Г. Чернооруцкий. – С.-Петербург: Лань, 2001. – 384 с.
32. Эддоус, М. Методы принятия решений / М. Эддоус, Р. Стэнсфилд. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 590 с.
33. Ardissono, L. Dynamic User Modeling and Plan Recognition in Dialogue / L. Ardissono // PhD Thesis, Dipartimento di Informatica, Università di Torino, Italy, 1996.
34. Bonczek, R. H. Foundations of Decision Support Systems / R. H. Bonczek, C. W. Holsapple, A. B. Whinston. – New York: Academic Press, 1981.
35. Holsapple, C.W. Decision Support Systems (a knowledge based approach) / C. W. Holsapple, A. B. Whinston. – New York: West Publishing Company. 1983. – pp. 860.
36. Gupta, Jatinder N.D. Intelligent Decision-making Support Systems: Foundations, Applications and Challenges / Jatinder N.D. Gupta, Guisseppi A. Forgionne, Manuel Mora. – Springer Science & Business Media, 2007. – pp. 527.
37. Steven, A. Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges / Alter Steven. – Addison-Wesley series on decision support. 1979.

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

---

### **А**

автоматизована система, 25  
автоматизована система управління, 25  
адаптивна система, 140  
адаптивний інтерфейс, 139  
адитивна утилітарна функція корисності, 72  
алгоритми СОДГР, 112  
архітектура ІСППР, 96

### **Б**

база даних, 89  
база знань, 90  
база моделей, 89  
Байсові мережі, 81  
бізнес-аналітика, 120

### **В**

веб-технології, 131  
використання клавіатури, 114  
використання кольорів, 114  
вимоги користувача, 161  
врахування протікання часу, 64

### **Г**

гетероскедастичність, 111

### **Д**

дані, 83  
декомпозиція задачі, 40, 44  
довідники, 122  
дорадчі економічні системи, 30

### **Е**

еволюційне моделювання, 81  
еволюціонуюча модель, 90  
електронні таблиці, 101  
етапи прийняття рішення, 15



## **З**

задача класифікації, 74

запит, 90, 109

знання, 84

## **І**

ігрові задачі, 78

інструментальний підхід, 92

інтелектуалізація систем, 11, 26, 31

інтелектуальна система підтримки прийняття рішень, 27

інтерфейс, 89, 139

інформаційна система, 25

інформаційний підхід, 88

інформаційно-аналітична система, 29

інформаційне середовище, 21

інформаційне суспільство, 10

інформаційне поле прийняття рішення, 22

інформаційний менеджмент, 57, 85, 86

інформаційні ресурси, 16

інформаційні технології, 10

інформаційно-комунікаційні технології, 10

інформація, 83

## **К**

когнитивність, 46

критерії вибору альтернатив, 69

## **Л**

логічний висновок, 37, 54, 79, 103, 125

людський інтелект, 74

людський фактор, 145

## **М**

марковська модель, 81

менеджмент даних, 85

метадані, 83

мовна система, 90

моделі представлення знань, 123

моделі процесу прийняття рішення, 62

моделювання процесу, 56

модель Спрага, 89

модель, яка базується на знаннях, 90

моніторинг даних, 117  
мультиатрибутний вибір, 69, 87  
мультиплікативна мультиатрибутна функція корисності, 72

## **Н**

навчання системи, 76  
нейронні мережі, 79  
нечітка логіка, 129

## **О**

обмеження процесу прийняття рішення, 18  
опис ситуації з прийняття рішення, 46  
організаційно-розпорядницькі документи щодо створення ІСППР, 165  
особа, що приймає рішення, 15,

## **П**

первинний процес, 48  
підхід, заснований на знаннях, 90  
планування цілеспрямованих дій, 77  
покоління автоматизованих систем, 25  
правила, 103, 124  
природно-мовний інтерфейс, 140  
приховані марковські моделі, 81  
проблемний процесор, 90  
прогнозування, 63, 81  
продукційні моделі, 124  
процедурні моделі, 129  
процес прийняття рішень, 14

## **Р**

регулярність процесу, 64  
рейтинг-аналіз, 122  
ретроспективний аналіз, 153  
рішення, 14  
ризик, 17, 72  
розпізнавання образів, 75  
розпізнавання мовної інформації, 75  
розуміння текстів, 76

## **С**

семантичні мережі, 125  
система обробки даних та генерації результатів (СОДГР), 96  
система представлення результатів (СПР), 106

системи підтримки прийняття рішень, 11, 26  
слоти, 127

СППР-генератор, 93

СППР-інструментарій, 94

## **Т**

технічна документація зі створення ІСППР, 165

технічне завдання на створення ІСППР, 165

## **У**

управлінське рішення, 14

## **Ф**

формальні логічні моделі, 129

форматування екрану, 148

фрейми, 127

функціональна архітектура ІСППР, 43

функціональні вимоги, 162

## **Х**

хмарні технології, 135

хмарні сервіси, 137

## **Ц**

цифрове суспільство, 23

## **Ч**

часовий ряд, 107

## **Ш**

швидке прототипування, 157

штучний інтелект, 36, 74

*Навчальне видання*

**Нестеренко О.В.  
Савенков О.І.  
Фаловський О.О.**

# **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Навчальний посібник

Відповідальний технічний редактор  
та комп'ютерна верстка *Цаплюк І.В.*

Підп. до друку 14.01.2016. Формат 60x84/<sub>16</sub>  
Папір офс. Гарнітура Times New Roman. Друк офс.  
Ум. друк. арк. 10,27. Обл.-вид. арк. 7,67.  
Тираж 300 прим. Зам. 126.

Національна академія управління  
01011, м. Київ, вул. Вінницька, 10, км. 410.  
тел. 246-24-45, 246-24-44, 280-80-56  
[www.nam.kiev.ua](http://www.nam.kiev.ua), [eco@nam.kiev.ua](mailto:eco@nam.kiev.ua), [NAU-kniga@ukr.net](mailto:NAU-kniga@ukr.net)

Віддруковано в типографії  
ТОВ "Наш формат", 02105,  
м. Київ, пр-т Миру, 7