

Державний вищий навчальний заклад  
“Українська академія банківської справи  
Національного банку України”

# **СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Навчальний посібник  
для самостійного вивчення дисципліни

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів*

Суми  
ДВНЗ “УАБС НБУ”  
2010

УДК 330.47+(075.8)  
С40

Гриф наданий Міністерством освіти і науки України,  
лист № 1/11-219 від 22.01.2010

Укладачі:

кандидат фізико-математичних наук

*С.М. Братушка;*

кандидат технічних наук, доцент

*С.М. Новак;*

кандидат економічних наук

*С.О. Хайлук*

Рецензенти:

доктор технічних та економічних наук, професор,

завідувач кафедри економічної кібернетики

Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля

*С.К. Рамазанов;*

доктор технічних наук, професор кафедри кібернетики та інформатики

Сумського національного аграрного університету

*Є.А. Лавров;*

доктор економічних наук, професор,

завідувачка кафедри економічної кібернетики

Харківського національного економічного університету

*Т.Б. Клебанова*

**Системи** підтримки прийняття рішень [Текст] : 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.

ISBN 978-966-8958-56-4

Навчальний посібник підготовлений відповідно до вимог Болонської декларації з урахуванням змін в освітньо-професійній програмі з підготовки бакалавра за напрямком 0501 – “Економіка і підприємництво” зі спеціальності 6.050100 – “Економічна кібернетика”. Видання містить навчальну програму курсу “Системи підтримки прийняття рішень”, методичні вказівки щодо вивчення теоретичного матеріалу з кожної теми дисципліни та виконання лабораторних робіт, посилання на джерела, завдання для самоконтролю та перевірки знань; теми і питання для самостійного опрацювання, термінологічно-тлумачний словник. Ці матеріали сприятимуть самостійному вивченню дисципліни.

Призначений для студентів спеціальності 6.050100 – “Економічна кібернетика” усіх форм навчання.

**УДК 330.47+(075.8)**

**ISBN 978-966-8958-56-4** © ДВНЗ “Українська академія банківської справи Національного банку України”, 2010

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
I. ТИПОВА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ.....	7
II. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	13
Тема 1. Організаційно-технологічні засади підготовки та прийняття рішень.....	13
Тема 2. Оцінювання та вибір методів підтримки прийняття рішень.....	18
Тема 3. Ретроспективний аналіз еволюції інформаційних технологій та інформаційних систем.....	27
Тема 4. Розвиток методів підтримки прийняття рішень і СППР та їх застосування в Україні.....	36
Тема 5. Базові компоненти систем підтримки прийняття рішень.....	48
Тема 6. Класифікація систем підтримки прийняття рішень.....	63
Тема 7. Системи підтримки прийняття рішень на основі сховищ даних та OLAP-технологій.....	70
Тема 8. Засоби штучного інтелекту в системах підтримки прийняття рішень.....	82
Тема 9. Засоби машинної імітації в системах підтримки прийняття рішень.....	90
Тема 10. Виконавчі інформаційні системи.....	98
Тема 11. Групові системи підтримки прийняття рішень.....	104
Тема 12. Створення, впровадження та оцінювання СППР.....	110
III. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	117
Лабораторна робота № 1 Вивчення етапів процесу прийняття рішень.....	117
Лабораторна робота № 2 Використання нормативних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності.....	126
Лабораторна робота № 3 Система підтримки прийняття рішень PRIME Decisions ...	142
Лабораторна робота № 4 Розвиток методів і систем підтримки прийняття рішень ...	152

Лабораторна робота № 5	
Знайомство з аналітичною платформою DEDUCTOR .....	155
Лабораторна робота № 6	
Отримання багатовимірних і аналітичних звітів	
у пакеті Deductor Studio.....	170
Лабораторна робота № 7	
Створення сценаріїв обробки інформації	
в пакеті Deductor Studio.....	179
Лабораторна робота № 8	
Побудова та навчання штучної нейромережі.....	194
Лабораторна робота № 9	
Нейромережне прогнозування економічних показників.....	206
IV. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ	
ТА ДИСКУСІЙ .....	255
V. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ .....	231
ТЕРМІНОЛОГІЧНО-ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК.....	253
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	262



## ВСТУП

На сьогоднішній день в умовах складного динамічного середовища, що характеризується постійною невизначеністю та мінливістю політичних, економічних і соціальних факторів, основою успішного функціонування господарюючих суб'єктів є ухвалення адекватних управлінських рішень. Сучасні системи підтримки прийняття рішення є системами, максимально пристосованими до вирішення задач повсякденної управлінської діяльності, і є інструментом, покликаним надати допомогу особам, що приймають рішення.

Інтерес до СППР як до перспективного напрямку використання обчислювальної техніки і як до інструментарію підвищення ефективності праці у сфері управління економікою постійно зростає. За допомогою систем підтримки прийняття рішень, в яких сконцентровані потужні методи математичного моделювання, теорії управління, інформаційних технологій, може здійснюватися вибір рішень деяких неструктурованих і слабоструктурованих задач, у тому числі й багатокритеріальних. Тому системи підтримки прийняття рішень, як правило, є результатом міждисциплінарного дослідження, що включає теорії баз даних, штучного інтелекту, інтерактивних комп'ютерних систем, методів імітаційного моделювання тощо.

Навчальний посібник “Системи підтримки прийняття рішень” підготовлений з метою формування бази фундаментальних теоретичних знань щодо суті систем підтримки прийняття рішень, оцінювання та вибору методів підтримки прийняття рішень і забезпечувальних засобів СППР.

Відповідно до зазначеної мети при вивченні даної дисципліни передбачається вирішення таких завдань: вивчення методологічно-організаційних особливостей прийняття управлінських рішень; набуття практичних навичок із проектування, створення та застосування СППР на базі нових інформаційних технологій та обчислювальної техніки. Предметом вивчення є методологічні та організаційно-технологічні засади побудови СППР.

Зміст дисципліни розкривається в темах:

- організаційно-технологічні засади підготовки й прийняття рішень;
- оцінювання та вибір методів підтримки прийняття рішень;
- ретроспективний аналіз еволюції інформаційних технологій та інформаційних систем;

- розвиток методів підтримки прийняття рішень і СППР та їх застосування в Україні;
- базові компоненти систем підтримки прийняття рішень;
- класифікація систем підтримки прийняття рішень;
- системи підтримки прийняття рішень на основі сховищ даних та OLAP-технологій;
- засоби штучного інтелекту в СППР;
- засоби машинної імітації в системах підтримки прийняття рішень;
- виконавчі інформаційні системи;
- групові системи підтримки прийняття рішень;
- створення, впровадження та оцінювання СППР.

# **I. ТИПОВА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ**

## ***Тема 1. Організаційно-технологічні засади підготовки та прийняття рішень***

Сутність поняття “рішення”. Особа, що приймає рішення (ОПР). Особи, що беруть участь у процесі прийняття рішення: власник проблеми, експерти, аналітики та активні групи.

Прийняття управлінських рішень. Умови оптимальності управлінських рішень.

Етапи процесу прийняття рішень. Оформлення “карти проблеми”. Базові положення концепції обмеженої раціональності.

Види рішень. Класифікація рішень на добре структуровані та слабоструктуровані.

## ***Тема 2. Оцінювання та вибір методів підтримки прийняття рішень***

Проблеми, що виникають у процесі розробки управлінських рішень. Теорія прийняття рішень як наукова дисципліна.

Нормативна теорія прийняття рішень. Базові положення концепції максимізації очікуваної корисності. Задача прийняття рішень та її розв’язок. Моделі прийняття рішень. Методи і моделі, які використовуються при прийнятті слабоструктурованих рішень.

Перспективи розвитку методології економіко-математичного моделювання в завданнях прийняття управлінських рішень.

Поняття “невизначеності”. Класифікація ситуацій прийняття рішень залежно від наявності елементів невизначеності та ризику. Моделі прийняття рішень в умовах невизначеності. Критерії Байєса, Вальда та критерій “оптимізму”. Моделі прийняття рішень в умовах багатокритеріальності. Критерій сумарної ефективності. Використання математичних методів оптимізації в умовах неповних даних і неповних знань.

Дескриптивна теорія прийняття рішень. Концепція обмеженої раціональності як протиставлення концепції очікуваної корисності.

## ***Тема 3. Ретроспективний аналіз еволюції інформаційних технологій та інформаційних систем***

Сутність ключових понять: інформація та дані, інформаційні ресурси, інформаційна технологія, інформаційні системи. Основні етапи розвитку комп’ютерних інформаційних технологій.

Типи інформаційних систем: системи обробки операцій, управлінські інформаційні системи, системи інформації для вищого менеджменту, а також системи підтримки прийняття рішень і системи штучного інтелекту. Передумови виникнення СППР. Сфери застосування різних типів інформаційних систем.

Поняття СППР. Загальні характеристики та функції СППР. Основні концепції, що становлять теоретичний базис проектування СППР. Покоління СППР та їх ознаки.

Школи створення СППР: аналіз рішень (Decision Analysis); обчислення рішень (Decision Calculus); дослідження рішень (Decision Resesch); процес впровадження (Implementation Process). Основні положення, на яких базується кожна школа СППР.

#### ***Тема 4. Розвиток методів підтримки прийняття рішень і СППР та їх застосування в Україні***

Технологія Data Mining. Основні типи задач, що вирішуються за допомогою методів Data Mining. Послідовність етапів використання методів Data Mining. Аналітична платформа Deductor Studio.

Використання нейронних мереж для вирішення економічних задач: сутність, переваги та недоліки. Вирішення задач класифікації за допомогою методу дерева рішень. Навчання дерева рішень. Оцінка якості дерева рішень. Підтримка прийняття рішення на основі карт Кохонена, що самоорганізуються (КСО). Алгоритм побудови КСО. Аналіз подій і пошук закономірностей за допомогою методу асоціативних правил. Дерево правил. Моделювання за допомогою аналізу “ЩО – ЯКЩО?”.

Огляд систем аналізу даних на основі алгоритмів Data Mining. Клас систем та їх представники на ринку програмного забезпечення.

#### ***Тема 5. Базові компоненти систем підтримки прийняття рішень***

Поняття архітектури й архітектурного проектування. Три рівні архітектурного проектування: архітектура системи, виконання системи та реалізація системи. Принципи розробки архітектури системи.

Структура СППР. Базові компоненти СППР. Стандарт проектування інтерфейсу “користувач – система”. Альтернативні варіанти інтерфейсу. Підсистема даних СППР. База даних і система управління нею (СУБД). Підсистема моделей СППР. Проектування і програмна реалізація бази моделей і СУБМ. Структурне моделювання.

Типи архітектури СППР. Структура мережної СППР. Структура СППР типу “міст”. Структура типу “сандвіч” (шарова). Структура СППР типу “вежа”. Переваги та недоліки різних структур СППР.

## **Тема 6. Класифікація систем підтримки прийняття рішень**

Основні класифікаційні ознаки СППР. Прикладні СППР. СППР-генератори. СППР-інструментарій. Класифікація СППР на основі ступеня залежності ОПР. Класифікація СППР за ознакою “Міра підтримки прийняття рішень”.

Моделі СППР. Моделі, засновані на інформаційних технологіях. Концептуальна модель Спрата. Структурна схема еволюціонуючої СППР. Особливості СППР, заснованої на знаннях СППР, що побудована відповідно до моделі ієрархії управління.

Функції СППР, орієнтованої на користувача. Фактори, які обумовлюють результати обробки інформації людиною. Особливості інтерфейсу СППР залежно від домінуючого типу сприйняття інформації користувачем. “Лівопівкульні” та “правопівкульні” СППР.

СППР для планування та прогнозування.

СППР для конторської діяльності.

## **Тема 7. Системи підтримки прийняття рішень на основі сховищ даних та OLAP-технологій**

Поняття сховища даних. Склади даних. Багатовимірна модель подання даних. Структури даних у сховищах даних. Основні відмінності між оперативними базами даних і сховищами.

Етапи проведення робіт щодо створення СППР на основі сховищ даних. Вітрини даних. Сховище метаданих.

Типи архітектури створювання СППР. Архітектура функціональної СППР. СППР з незалежними вітринами даних. Архітектура СППР із дворівневим сховищем даних. Архітектура СППР із тривірневим сховищем даних. Порівняльна характеристика типів архітектур СППР (стосовно технологій сховищ і вітрин даних).

Призначення і способи використання аналітичної інформації. Основні методи аналітичної обробки даних у СППР: OLAP; KDD; DM. Застосування OLAP-технологій. OLAP-куби. Реляційні сервери баз даних залежно від типу аналітичної обробки. Виявлення знань у базах даних. Добування даних.

## **Тема 8. Засоби штучного інтелекту в системах підтримки прийняття рішень**

Поняття “штучний інтелект”. Базові засоби штучного інтелекту та їх застосування в системах обробки інформації. Експертні системи. Обробка даних природною мовою. Поняття “знання” у системах підтримки прийняття рішень. Бази знань, орієнтовані на знання СППР.

Генетичні алгоритми: сутність, переваги та недоліки.

Програмні агенти в СППР. Класифікація багатоагентних систем. Розвиток штучних організацій і співтовариств, що складаються з віртуальних агентів.

Евристичні алгоритми при прийнятті рішень. Види евристичних правил. Евристичні модулі СППР.

### **Тема 9. Засоби машинної імітації в системах підтримки прийняття рішень**

Імітаційне моделювання та сценарний підхід у системах підтримки прийняття рішень. Основні напрямки прийняття рішень за результатами моделювання. Багатоваріантний ситуативний аналіз моделюваної системи.

Схема розробки СППР, що підтримують засоби машинної імітації.

Використання нейромережних технологій при створенні систем підтримки прийняття рішень (СППР). Структура нейромережі. Особливості СППР, побудованої на базі нейромережних технологій.

### **Тема 10. Виконавчі інформаційні системи**

Передумови появи виконавчих інформаційних систем (ВІС). Сутність, призначення та визначальні характеристики виконавчих інформаційних систем. Принципи створення виконавчих інформаційних систем.

Виконавці. Виконавські завдання та функції. Виконавська інформація. Організаційно-технологічні засади створення та прийняття виконавчих рішень.

Модель і компоненти ВІС. Особливості побудови ВІС.

Розвиток і впровадження виконавчих інформаційних систем.

### **Тема 11. Групові системи підтримки прийняття рішень**

Поняття колективного рішення. Види участі колективу в процесі розробки рішення. Задача колективного прийняття рішень. Стиль мислення groupthink. Методи підтримки участі колективу в прийнятті рішень.

Системи підтримки прийняття колективних рішень (СППКР). Типи підтримки групової роботи та міжособистісних комунікацій.

Роль і місце фасилітатора в груповій системі підтримки прийняття рішень.

Структура СППКР з функцією імітації та прогнозу рішень.

## **Тема 12. Створення, впровадження та оцінювання СППР**

Фактори, що визначають інженерію СППР. Специфікація системи.

Стратегії проектування СППР. Загальна схема та методологія створення СППР.

Узагальнені фази інженерії СППР. Початкова фаза “Вибір задач прийняття рішення”. Фаза “Проектування і впровадження СППР”. Фаза “Оцінка використання СППР”.

Сутність, мета і стратегія макетування СППР. Адаптивне проектування. Дев’ятиетапна модель макетування.

## ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН АУДИТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ пор.	Назва теми	Розподіл навчального часу за темами				
		лекції	лабораторні заняття	індивідуальні заняття	самостійна робота студентів	усього
1	Організаційно-технологічні засади підготовки та прийняття рішень	2	2	1	6	11
2	Оцінювання та вибір методів підтримки прийняття рішень	2	4	1	8	15
3	Ретроспективний аналіз еволюції інформаційних технологій та інформаційних систем	2	2	2	6	12
4	Розвиток методів підтримки прийняття рішень і СППР та їх застосування в Україні	2	2	–	6	10
5	Базові компоненти систем підтримки прийняття рішень	4	2	2	4	12
6	Класифікація систем підтримки прийняття рішень	2	4	2	6	14
7	Системи підтримки прийняття рішень на основі сховищ даних та OLAP-технологій	4	16	8	16	44
8	Засоби штучного інтелекту в системах підтримки прийняття рішень	2	8	4	8	22
9	Засоби машинної імітації в системах підтримки прийняття рішень	2	4	2	4	12
10	Виконавчі інформаційні системи	2	–	1	6	9
11	Групові системи підтримки прийняття рішень	2	4	1	4	11
12	Створення, впровадження та оцінювання СППР	2	–	–	6	8
<b>Усього</b>		<b>28</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>80</b>	<b>180</b>



## II. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Тема 1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Мета:* ознайомитися з сутністю поняття “рішення”, їх класифікацією за різними ознаками; дослідити специфіку прийняття управлінських рішень; розглянути основні етапи процесу прийняття управлінських рішень.

*Ключові поняття:* рішення; альтернатива; особа, що приймає рішення (ОПР); власник проблеми; експерти; аналітики; активні групи; управлінські рішення; карта проблеми; концепція обмеженої раціональності; слабоструктуровані рішення.

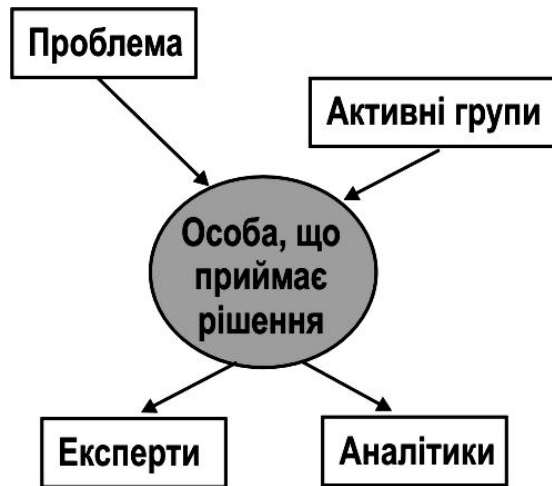
#### **Поняття “рішення”. Управлінські рішення**

На сьогоднішній день найважливішою якістю менеджера є здатність приймати обґрунтовані, чіткі й швидкі рішення.

Поняття “*рішення*”, з одного боку, означає процес вибору, а з іншого – результат вибору, тобто відповідне приписання до дії (план роботи, варіант проекту та ін.). Є ще й третя, прихована, сторона поняття “*рішення*”: рішення – це прояв волі людини. І, як наслідок, рішення – це відповідальність. У цьому смислі не може бути комп’ютерів або роботів, що приймають рішення. Рішення приймає людина: вона усвідомлює мету та засоби, оцінює альтернативи та відповідає за вибір найкращого варіанта дій.

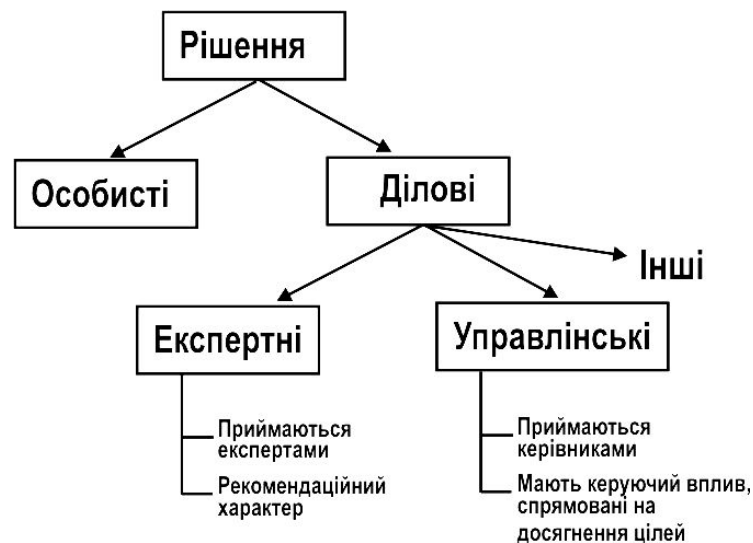
Необхідною умовою здійснення рішення як свідомої вольової дії людини є наявність *цілі* та *множини альтернатив*. Якщо немає хоча б двох альтернатив, то немає вибору, а виходить, немає й рішення. Безальтернативний вибір (тобто коли людині однаково, як діяти) також не розглядається як рішення.

І, звичайно, ще однією необхідною умовою здійснення рішення є наявність самої *особи, що приймає рішення* (ОПР). Крім ОПР, у процесі прийняття рішення беруть участь й інші особи: *власник проблеми, експерти, аналітики та активні групи* (рис. 2.1.1).



**Рис. 2.1.1. Особи, які беруть участь у прийнятті рішень**

Якщо людина, згідно зі своїми посадовими обов'язками, здійснює управління якими-небудь організаційними процесами на підприємстві або в організації, її рішення стосуються долі багатьох людей. Такі рішення внаслідок їхньої значущості виділяють в окремий клас і називають *управлінськими* (рис. 2.1.2).



**Рис. 2.1.2. Специфіка управлінських рішень**

*Прийняття управлінських рішень* слід розглядати не як окремий етап циклу управління, а як спільний процес (рис. 2.1.3), який пронизує:

- всі сфери діяльності організації (виробництво, збут, фінанси, кадри, матеріально-технічне забезпечення тощо).
- всі функції управління (контроль, аналіз, прогнозування, планування тощо).



Рис. 2.1.3. Сфери прийняття управлінських рішень

### **Етапи процесу прийняття рішень**

Рішення як процес характеризується тим, що здійснюється в кількох етапів.

*1-й етап.* Постановка задачі та діагностика проблеми. Здійснити діагностику проблеми – означає виявити елементи проблеми, її межі, причини та наслідки. Результати діагностики проблеми зручно оформляти у вигляді графічної “карти проблеми”.

*2-й етап.* Визначення мети вирішення проблеми. Мета визначає бажаний кінцевий результат і загальну спрямованість діяльності. Від вирішення поставленої мети залежить ефективність рішення, але якщо ви неправильно сформулювали мету, ви будете вирішувати взагалі інші задачі, а ваша проблема залишиться невирішеною.

*3-й етап.* Розробка альтернатив досягнення мети. Оскільки пошук інформації про альтернативи займає багато часу, люди зазвичай розглядають невелику кількість альтернатив (це твердження є одним з базових положень *концепції обмеженої раціональності*).

*4-й етап.* Опис можливих станів зовнішнього середовища. На цьому етапі як зовнішнє середовище розглядаються некеровані фактори, які впливають на результати заходів щодо розв’язання проблеми.

Очевидно, що розподіл факторів на керовані та некеровані багато в чому залежить від рівня управління: чим вище цей рівень, тим більше факторів є керованими і навпаки.

*5-й етап.* Оцінка ймовірностей настання конкретних станів зовнішнього середовища.

*6-й етап.* Виявлення можливих наслідків реалізації кожної з альтернатив. Реалізація будь-якої альтернативи зазвичай спричиняє цілу низку наслідків, які проявляються в різних місцях і в різний час. Вони повинні бути враховані далі при оцінюванні альтернатив.

*7-й етап.* Оцінка результатів реалізації альтернатив у кожному зі станів зовнішнього середовища. На даному етапі конкретизуються результати якісного аналізу, проведеного на попередньому етапі: для кожної альтернативи в кожному з можливих станів зовнішнього середовища оцінюються якісні та кількісні характеристики вектора результатів.

*8-й етап.* Вибір критеріїв оцінки альтернатив у кожному зі станів зовнішнього середовища. На цьому етапі формуються *критерії*, які дозволяють провести порівняльний аналіз альтернатив.

*9-й етап.* Розрахунок значень критеріїв у кожному зі станів зовнішнього середовища.

*10-й етап.* Оцінка очікуваного ефекту реалізації кожної альтернативи. Однак оцінка рівня відповідності наслідків альтернатив поставленим цілям, отримана на етапі № 9, ще не може бути основою для вибору найкращої альтернативи, оскільки на цьому етапі не враховується невизначеність станів зовнішнього середовища. На етапі № 10 цей недолік усувається: тут здійснюється розрахунок очікуваного ефекту реалізації кожної альтернативи з урахуванням ймовірностей настання конкретних станів зовнішнього середовища.

*11-й етап.* Порівняння альтернатив за величиною очікуваного ефекту та вибір найкращої. Якщо проблему було правильно визначено, а альтернативні рішення ретельно зважено й оцінено, то зробити вибір (тобто прийняти рішення) порівняно легко: керівник просто вибирає альтернативу з найбільш сприятливим значенням очікуваного ефекту.

*12-й етап.* Ухвалення рішення, тобто затвердження плану виходу з проблемної ситуації.

На даному етапі здійснюється визначення етапів, термінів і виконавців ухваленого рішення. Кінцевим результатом робіт на даному етапі є одержання відповідей на такі питання: “Що робити?”, “Де робити?”, “Кому робити?”, “Коли робити?”, “Як робити?”

Останнім кроком є доведення завдання до виконавців.

## **Види рішень**

Як вже було сказано, рішення поділяються на побутові та управлінські. Крім цього, існує ще цілий ряд інших класифікацій рішень.

Залежно від рівня керівної інстанції виділяють управлінські рішення вищого, середнього та нижчого рівнів.

Залежно від повноти вихідної інформації виділяють рішення в умовах визначеності та невизначеності.

Залежно від кількості розглянутих альтернатив рішення поділяють на такі групи:

- а) *бінарне рішення* – це вибір, який здійснюється за наявності тільки двох альтернатив (“так” або “ні”);
- б) *стандартне рішення* – це вибір, який здійснюється при невеликій кількості альтернатив;
- в) *багатоальтернативне рішення* – це вибір, який здійснюється при великій, але скінченій кількості альтернатив;
- г) *безперервне рішення* – це вибір, який здійснюється при нескінченній кількості альтернатив.

Залежно від способу обґрунтування вибору рішення поділяються на такі види:

- а) *раціональні рішення* – це вибір, який обґрунтовується за допомогою об’єктивного аналітичного процесу;
- б) *інтуїтивні рішення* – це вибір, який не обґрунтовується, а приймається тільки на основі відчуття того, що він правильний. Особа, яка приймає рішення, свідомо не обираючи його зважуванням “за” чи “проти” по кожній альтернативі;
- в) *рішення, засновані на судженнях*, – це вибір, обумовлений накопиченим досвідом. Людина використовує знання про те, що траплялося в подібних ситуаціях раніше, щоб спрогнозувати результат альтернативних варіантів вибору в існуючій ситуації. Спираючись на здоровий глузд, вона вибирає альтернативу, яка принесла успіх у минулому.

Залежно від того, наскільки чітко визначена процедура вибору, рішення поділяються на *добре структуровані* (їх також називають запрограмованими) і *слабоструктуровані* (інша назва – незапрограмовані).

Проблемні ситуації, в яких приймаються слабоструктуровані рішення, називають слабоструктурованими проблемами. У таких ситуаціях не існує заздалегідь регламентованих адекватних моделей знаходження рішення. Тому основну роль у пошуку рішення відіграє людина (ОПР), яка самостійно розробляє процедуру його прийняття.

На практиці небагато управлінських рішень виявляються добре структурованими або слабоструктурованими в чистому вигляді.

Класифікація рішень на добре і слабоструктуровані має велике значення для автоматизації підтримки прийняття рішень. Дані класи рішень вимагають різних підходів до організації процесу вибору: якщо для добре структурованих рішень можлива розробка стандартних процедур вибору, то у випадку слабоструктурованих рішень потрібен індивідуальний підхід, що ускладнює їхню автоматизацію. Тому саме для підтримки слабоструктурованих рішень був розроблений такий вид інформаційних систем, які називають системами підтримки прийняття рішень (СППР).

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які особливості притаманні управлінським рішенням (порівняно з побутовими)?
2. Яку участь у процесі прийняття рішень беруть активні групи?
3. Дайте визначення поняття “критерій”.
4. З якою метою рішення підрозділяють на добре та слабоструктуровані?
5. Чому в процесі розробки рішення потрібно дотримуватись певної послідовності етапів?
6. Наведіть приклад такої ситуації, в якій можна пропустити який-небудь з етапів процесу прийняття рішень.
7. Наведіть приклад інтуїтивного рішення.

*Література: 3; 4; 7; 8; 19; 22; 27-29; 38.*

### Тема 2. ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИБІР МЕТОДІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Мета:* ознайомитися з основними постулатами дескриптивної та нормативної теорій прийняття рішень; розглянути методи, що використовуються при прийнятті слабоструктурованих рішень, та приклади моделей прийняття рішень в умовах невизначеності та багатокритеріальності.

*Ключові поняття:* теорія прийняття рішень (ТПР); дескриптивна ТПР; нормативна ТПР; концепція максимізації очікуваної корисності; задача прийняття рішень (ЗПР); модель прийняття рішень; ситуації закритих і відкритих рішень; кризові ситуації; концепція обмеженої раціональності.

## **Теорія прийняття рішень**

Цілком очевидно, що управлінські рішення мають серйозні наслідки. Крім того, процес прийняття таких рішень відрізняється високою складністю і в умовах інформатизації та глобалізації, що характеризують сьогоднішній час, ця складність весь час зростає.

Останнім часом найбільш значущими є такі проблеми у процесі розробки управлінських рішень:

- зросла взаємозалежність рішень, що приймаються в різних сферах;
- з'явилися нові, надзвичайно складні об'єкти, які вимагають прийняття відповідальних рішень;
- збільшилася кількість факторів, які необхідно враховувати при оцінюванні наслідків альтернатив;
- збільшилася кількість критеріїв оцінки альтернатив.

Поряд з такими звичними критеріями, як прибуток і витрати, з'явилися нові:

- вплив на навколишнє середовище;
- здоров'я нації, попередження надзвичайних ситуацій;
- конкуренція на світовому ринку;
- соціальна відповідальність.

Відповіддю на труднощі та відповідальність у прийнятті ділових рішень стало виникнення в середині ХХ століття нової наукової дисципліни – *теорії прийняття рішень* (ТПР).

Теорія прийняття рішень вирішує два класи задач. У зв'язку із цим у ній виділяють дві взаємозалежні складові: *дескриптивну* та *нормативну*.

Дескриптивна складова описує реальну поведінку та мислення людей у процесі прийняття рішень. Нормативна складова, навпаки, пропонує правильність прийняття рішення.

Нормативна складова є математичною, тому що вона базується на чітких математичних моделях і розрахунках. Дескриптивна складова є психологічною і ґрунтується на дослідженні психології людини.

### **Нормативна теорія прийняття рішень**

*Нормативна теорія прийняття рішень* – це система методів, які забезпечують підтримку прийняття рішень. Такі методи “організують” мислення людини та пропонують їй спосіб поведінки в процесі прийняття рішень. В основі нормативної теорії прийняття рішень лежить класична *концепція максимізації очікуваної корисності*.

Відповідно до даної концепції людина завжди намагається прийняти оптимальне рішення, якому відповідає максимальна очікувана корисність. При цьому передбачається, що ОПР має досить повну інформацію про середовище, альтернативи та їхні наслідки.

Відповідно до нормативної ТПР будь-яка ситуація вибору може бути представлена у вигляді задачі прийняття рішень. Тобто передбачається, що може бути побудована модель мети, яка оцінює ступінь відповідності обраної альтернативи поставленій меті.

*Задачею прийняття рішень* (ЗПР) називають пару  $\langle A, K \rangle$ , де  $A$  – множина допустимих альтернатив,  $K$  – критерій оптимальності, який задає поняття кращих альтернатив (тобто  $K$  – це модель мети).

*Рішенням* задачі  $\langle A, K \rangle$  є підмножина  $A_{оп} \in A$ , яка визначається за допомогою принципу оптимальності. У тому випадку, якщо принцип оптимальності являє собою множину суперечливих критеріїв, говорять про багатокритеріальну задачу прийняття рішень.

Важливим результатом досліджень, проведених у рамках нормативної ТПР, є розробка математичних моделей, які дозволяють знайти рішення задачі  $\langle A, K \rangle$ .

### **Моделі прийняття рішень**

*Модель* – це аналог об'єкта-оригіналу, який відображає його істотні властивості та замінює його в процесі дослідження. Наприклад, графічною моделлю досліджуваної проблеми є карта проблеми.

*Математична модель об'єкта* – це опис даного об'єкта знаковими математичними засобами у вигляді системи виразів, рівнянь, нерівностей і логічних відносин.

Прикладами економіко-математичних моделей є моделі математичної економії (виробничі функції та міжгалузеві баланси), моделі математичного програмування, теорії ігор, статистичні, імовірнісні та імітаційні моделі.

Методи і моделі, які використовуються при прийнятті слабоструктурованих рішень, наведені на рис. 2.2.1 і рис. 2.2.2.

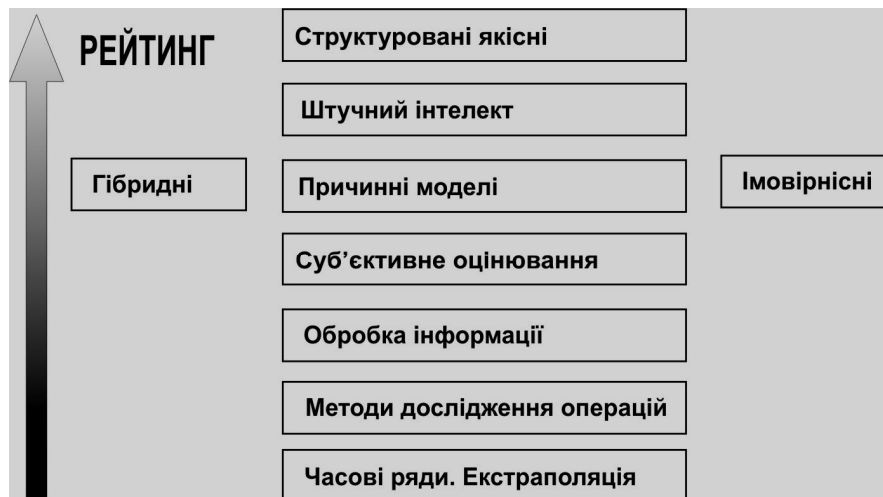
*Нормативна модель прийняття рішень* – це засіб подання правильного процесу прийняття рішення та його результату. Нормативні моделі показують, як слід приймати рішення.

Моделі, розроблені нормативною теорією прийняття рішень, особливо затребувані в тих ситуаціях, коли людині не вистачає інформації для здійснення точного вибору на множині альтернатив. Такі ситуації називають *ситуаціями невизначеності*.





**Рис. 2.2.1. Методи і моделі, які використовуються при прийнятті слабоструктурованих рішень**



**Рис. 2.2.2. Рейтинг методів і моделей з погляду їхньої придатності для розв'язання слабоструктурованих задач [43]**

### ***Поняття невизначеності***

*Невизначеність* – це неповнота та неточність інформації про умови реалізації прийнятого рішення.

Фахівці виділяють три класи невизначеності:

- невизначеність елементів проблеми – неповнота знань про проблему, щодо якої приймається рішення;
- цільова невизначеність – неточне розуміння своїх цілей особою, що приймає рішення (часто пов'язана з наявністю декількох суперечливих критеріїв оцінки альтернатив);

- невизначеність середовища – невідомі наслідки реалізації альтернатив, що пов’язано з неможливістю точного врахування розвитку навколишнього середовища.

Основним джерелом невизначеності є зовнішнє середовище об’єкта управління. Невизначеність середовища призводить до невідомих наслідків реалізації розглянутих альтернатив, що значно ускладнює вибір прийнятних дій, спрямованих на вирішення проблеми.

Залежно від наявності (або відсутності) факторів невизначеності середовища, ситуації прийняття рішень поділяють на три групи:

- ситуації визначеності, які характеризуються повнотою інформації;
- ситуації ризику, при яких відомі ймовірності настання можливих станів зовнішнього середовища;
- ситуації невизначеності, за яких ймовірності настання тих або інших станів середовища визначити неможливо.

Більш докладну класифікацію ситуацій прийняття рішень, залежно від повноти та суперечливості наявної інформації, подано в табл. 2.2.1.

*Таблиця 2.2.1*

**Класифікація ситуацій прийняття рішень залежно від наявності елементів невизначеності та ризику [43]**

Клас ситуації	Категорії ситуацій	Характерні особливості
Ситуації закритих рішень (структуровані проблеми)	Детерміновані ситуації	Правильно визначені цілі. Доступність інформації. Детерміновані фактори
	Ситуації ризику	Добре визначені цілі. Доступність інформації. Змінні та післядії є стохастичними
Ситуації відкритих рішень	Ситуації невизначеності (слабоструктуровані проблеми)	Добре визначені цілі. Невизначеність вхідної інформації
	Ситуації неясних цілей (неструктуровані проблеми)	Неясні цілі. Невизначеність вхідної інформації
Кризові ситуації	Посилені відкриті рішення (неструктуровані проблеми)	Неясні цілі. Невизначеність вхідної інформації. Сильні часові обмеження

***Моделі прийняття рішень в умовах невизначеності***

Вихідна інформація для прийняття рішень у ситуаціях невизначеності та ризику подається у вигляді базової моделі прийняття рішень, яку називають також таблицею виплат (табл. 2.2.2).

У таблиці виплат використані такі позначення:

$A = \{A_i\}$  – множина альтернатив;

$S = \{S_j\}$  – множина можливих станів зовнішнього середовища;

$P_j$  – імовірність настання  $j$ -го стану середовища;

$Y_{ij}$  – наслідки  $i$ -ї альтернативи у випадку настання  $j$ -го стану середовища;

$K_i$  – очікуваний ефект від вибору  $i$ -ї альтернативи, розрахований з урахуванням наслідків даної альтернативи в кожному з імовірних станів зовнішнього середовища.

Таблиця 2.2.2

**Базова модель прийняття рішень в умовах ризику**

Альтернатива	Стан зовнішнього середовища			Очікуваний ефект
	Стан $S_1$ Імовірність $P_1$	Стан $S_j$ Імовірність $P_j$	Стан $S_m$ Імовірність $P_m$	
$A_1$	$Y_{11}$	$Y_{1j}$	$Y_{1m}$	$K_1$
...	...	...	...	...
$A_i$	$Y_{i1}$	$Y_{ij}$	$Y_{im}$	$K_i$
...	...	...	...	...
$A_n$	$Y_{n1}$	$Y_{nj}$	$Y_{nm}$	$K_n$

Як видно з табл. 2.2.2, у задачі з елементами невизначеності або ризику в загальному випадку немає однозначно найкращої альтернативи: при різних варіантах розвитку зовнішнього середовища найкращий результат забезпечується різними альтернативами. У подібних випадках не існує й однозначного підходу до вибору оптимального рішення.

Стандартний набір моделей прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику включає моделі, які базуються на критеріях Байєса, Вальда та “оптимізму”.

Модель прийняття рішень на основі *критерію Байєса* має такий вигляд:

$$A_B = \arg \max_i K_i, \tag{2.2.1}$$

$$K_i = \sum_j Y_{ij} \cdot P_j,$$

де  $A_B$  – альтернатива, оптимальна за критерієм Байєса;

$K_i$  – очікуваний ефект від вибору  $i$ -ї альтернативи, розрахований з урахуванням наслідків даної альтернативи в кожному зі станів зовнішнього середовища;

$Y_{ij}$  – наслідки  $i$ -ї альтернативи у випадку настання  $j$ -го стану зовнішнього середовища;  
 $P_j$  – імовірність настання  $j$ -го стану зовнішнього середовища.

Формула (2.2.1) означає, що оптимальною вважається та альтернатива, яка характеризується найбільшим значенням математичного очікування виграшу.

Модель прийняття рішень на основі максимінного *критерію Вальда* (його часто називають критерієм песимізму) має вигляд:

$$\begin{aligned} A_B &= \arg \max_i K_i, \\ K_i &= \min_j Y_{ij}, \end{aligned} \quad (2.2.2)$$

де  $A_B$  – альтернатива, оптимальна за критерієм песимізму.

Формула (2.2.2) означає, що оптимальною вважається та альтернатива, найгірший результат якої є найкращим серед найгірших результатів альтернатив.

Модель прийняття рішень на основі *критерію оптимізму* має вигляд:

$$\begin{aligned} A_O &= \arg \max_i K_i, \\ K_i &= \max_j Y_{ij}, \end{aligned} \quad (2.2.3)$$

де  $A_O$  – альтернатива, оптимальна за критерієм оптимізму.

Формула (2.2.3) означає, що як оптимальну пропонується вибрати ту альтернативу, найкращий результат якої є найвищим з найкращих результатів усіх альтернатив.

Для відповіді на запитання про те, яку з описаних моделей варто застосовувати в кожному конкретному випадку, фахівці пропонують ряд правил:

- критерій Байєса рекомендується використовувати у випадках багаторазового повторення ситуації вибору з відомими ймовірностями. У таких випадках за рахунок великої кількості реалізацій значення виграшу поступово стабілізується і ризик буде практично виключений;
- критерій крайнього оптимізму варто застосовувати тоді, коли ціна ризику є відносно низькою порівняно з наявними ресурсами;
- критерій песимізму варто застосовувати тоді, коли потрібно проявити крайню обережність. Цей критерій дозволяє вибрати таке рішення, яке дасть гарантований результат.

У рамках нормативної теорії прийняття рішень розроблені різні моделі вибору оптимальної альтернативи в умовах невизначеності. Кожна з цих моделей має свої плюси та мінуси, свої сфери використання. ОПР здійснює вибір придатної моделі залежно від вихідної інформації, свого досвіду, інтуїції та ставлення до ризику.

### **Моделі прийняття рішень в умовах багатокритеріальності**

Вихідна інформація для прийняття рішень у ситуаціях цільової невизначеності, пов'язаної з наявністю декількох суперечливих цілей, подається у вигляді базової моделі, наведеної в табл. 2.2.3.

У таблиці 2.2.3 використані такі позначення:

$A = \{A_i\}$  – множина альтернатив;

$D = \{D_r\}$  – множина критеріїв оцінки альтернатив;

$K_i$  – підсумкова оцінка  $i$ -ї альтернативи, яка враховує її оцінки за кожним з критеріїв;

$V_r$  – оцінка важливості  $r$ -го критерію з погляду досягнення загальної мети ( $\sum_r V_r = 1$ );

$F_{ir}$  – оцінка переваги  $i$ -ї альтернативи за  $r$ -м критерієм ( $\sum_r F_{ir} = 1$ ).

Таблиця 2.2.3

#### **Базова модель прийняття рішень в умовах багатокритеріальності**

Альтернатива	Критерій			Очікуваний ефект
	Критерій $D_1$ Оцінка $V_1$	Критерій $D_r$ Оцінка $V_r$	Критерій $D_g$ Оцінка $V_g$	
$A_1$	$Y_{11}$	$Y_{1r}$	$Y_{1g}$	$K_1$
...	...	...	...	...
$A_i$	$Y_{i1}$	$Y_{ir}$	$Y_{ig}$	$K_i$
...	...	...	...	...
$A_p$	$Y_{p1}$	$Y_{pr}$	$Y_{pg}$	$K_p$

Найпоширенішою нормативною моделлю прийняття рішень в умовах багатокритеріальності є модель, заснована на *критерії сумарної ефективності*:

$$A_{CE} = \arg \max_i K_i,$$

$$K_i = \sum_j F_{ij} \cdot V_j, \quad (2.2.4)$$

де  $A_{CE}$  – альтернатива, оптимальна за критерієм сумарної ефективності.

Формула (2.2.4) означає, що оптимальним рішенням багатокритеріальної задачі обирається та альтернатива, яка характеризується найбільшим значенням критерію сумарної ефективності.

### ***Дескриптивна теорія прийняття рішень***

У рамках *дескриптивної ТПР* здійснюються дослідження:

- загальних закономірностей поведінки людей у ситуації вибору;
- індивідуальних відмінностей у прийнятті рішень.

З метою виявлення цих явищ проводяться численні психологічні експерименти, анкетування та тестування.

Виявлені закономірності людської поведінки (їх називають феноменами, або ефектами) дозволили розробити описові моделі прийняття рішень – концепції, які допомагають зрозуміти та прогнозувати дії людини в ситуації вибору.

Досягнення дескриптивної теорії прийняття рішень дозволяють нам уникнути помилок при здійсненні вибору на множині альтернатив, а також розуміти, прогнозувати та навіть змінювати рішення інших людей.

Однією з основних концепцій, розроблених у рамках дескриптивної ТПР, є *концепція обмеженої раціональності*.

Концепція обмеженої раціональності є протиставленням концепції очікуваної корисності. Відповідно до концепції обмеженої раціональності, в ситуації вибору люди інтуїтивно використовують “стратегії спрощення”, які дозволяють їм уникнути переробки величезних масивів інформації:

- розглядають лише невелику кількість альтернатив та їхніх можливих наслідків;
- спрощують проблему оцінки альтернатив за критеріями – вони встановлюють рівень прийнятних результатів за всіма можливими наслідками реалізації альтернатив;
- вибирають першу альтернативу, яка відповідає всім установленим рівням прийнятних результатів.

На думку О. Кулагіна, “відповідно до концепції обмеженої раціональності Г. Саймона, люди не прагнуть “оптимізувати”, а хочуть відчувати себе “задоволеними”.

Отже, в дійсності люди вибирають не найкращий варіант із всіх можливих, а лише той, який відповідає базовому набору їхніх вимог. Прийняті в такий спосіб рішення не вважаються раціональними або нерациональними – вони трактуються як “обмежено раціональні”.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Розкрийте сутність двох складових теорії прийняття рішень – дескриптивної та нормативної. У чому полягає їх основна відмінність?
2. В основі якої зі складових ТПР лежить концепція максимізації очікуваної корисності? Охарактеризуйте основні положення даної концепції.
3. Які методи і моделі використовуються при прийнятті слабоструктурованих рішень? Які з них вважаються найбільш ефективними?
4. Яким чином можна класифікувати ситуації прийняття рішень залежно від наявності елементів невизначеності та ризику?
5. Наведіть формули, за якими розраховуються альтернативи, оптимальні за критеріями Байєса, Вальда та критерієм оптимізму. В яких випадках кожна з них дає найкращий результат?
6. Розкрийте сутність базової моделі прийняття рішень в умовах багатокритеріальності. У чому полягає критерій сумарної ефективності?
7. У межах якої концепції ОПР інтуїтивно використовують “стратегії спрощення”, які дозволяють їм уникнути переробки величезних масивів інформації?

*Література: 1; 4; 7; 8; 16-18; 20; 29; 30; 33; 35; 39; 40.*

## ТЕМА 3. РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ЕВОЛЮЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*Мета:* дослідити розвиток інформаційних технологій і систем; розглянути передумови виникнення систем підтримки прийняття рішень (СППР); створити образ комп’ютерної СППР; ознайомитися з поколіннями, базовими концепціями та школами створення СППР.

*Ключові поняття:* системи підтримки прийняття рішень (СППР); інформаційні системи (ІС); системи обробки операцій; управлінські ІС; інформаційні системи для керівників; системи штучного інтелекту; експертні системи; штучні нейронні мережі; інтелектуальні СППР; прикладні СППР; СППР-генератори; СППР-інструментарій; функціонально-спеціалізовані СППР; універсальні СППР.

### **Типи інформаційних систем. Передумови виникнення СППР**

Сьогодні важливим компонентом успіху в бізнесі є розумне використання інформаційних систем.

Існують різні типи ІС. Залежно від характеру підтримки, яку ІС надають співробітникам організації, виділяють такі типи інформаційних систем: системи обробки операцій, управлінські інформаційні системи, системи інформації для вищого менеджменту, а також системи

підтримки прийняття рішень і системи штучного інтелекту. Розглянемо їх коротко.

Історично першими – в 1950-ті роки – з'явилися *системи обробки операцій* (Transaction Processing Systems – TPS).

Системи цього типу працюють у режимі реального часу та реалізують технологію OLTP (Online Transaction Processing): кожний запис, що фіксується в такій системі, є образом окремої транзакції, тобто окремої операції. Основна користь від таких систем – це можливість здійснити розрахунок кількості та обсягу операцій за будь-який період часу (наприклад, визначити обсяг продажів за поточний тиждень).

Наступним за системами обробки операцій поколінням ІС є *управлінські ІС* (Management Information System – MIS). З'явилися ці системи в результаті зміни вимог до інформаційних систем: в 60-ті роки ХХ ст. стало зрозуміло, що вони можуть бути незамінними помічниками не тільки в сфері автоматизації окремих рутинних операцій, але й у сфері управління підприємствами та організаціями.

На вхід MIS надходить інформація з TPS-систем, яка підлягає обробці за допомогою засобів генерації звітів, що обчислюють сумарні, середні та інші агреговані показники. Системи MIS іноді називають також звітними інформаційними системами, або менеджерськими ІС, або ІС управління.

Завдяки появі систем MIS інформаційні системи стали застосовуватися для формування періодичної звітності за багатьма параметрами. Однак далі з'ясувалося, що ІС подібного типу не надають адекватної підтримки управлінських функцій. Дійсно, в процесі реалізації управлінських функцій виникають два типи питань:

1. Який стан справ в організації?
2. Що робити при такому стані справ?

Системи класу TPS і MIS надають допомогу при відповіді на питання першого типу, але менеджерів вищої ланки дуже цікавлять питання другого типу. Для відповіді на подібні питання необхідно сформулювати множину альтернатив дій, оцінити їхні наслідки та вибрати найкращий варіант. Подібних послуг системи TPS і MIS не надають, хоча певний досвід зі створення подібних систем на той час вже існував.

Значний внесок у розвиток систем цього класу належить вітчизняним науковцям. Так, зокрема, в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова Національної академії наук України закладені ще в 60-х роках ХХ ст. основи теорії оптимальних рішень привели до створення ефективних математичних методів і засобів вирішення задач оптимального керування та планування. Найбільш важливими з них були методи послідовного аналізу варіантів, схеми методу вектора спаду, узагальнені градієнтні методи випадкового пошуку, методи теорії диференціальних



ігор та ін. Завдяки їх розвитку зроблено суттєвий внесок у теорію та практику керування складними процесами з використанням ЕОМ.

У рамках створення автоматизованих систем різного рівня та призначення у 1967 р. вперше в країні спільно із Львівським телевізійним заводом було розроблено автоматизовану систему управління підприємством (АСУП) “Львів”, яка містила низку принципово нових технічних і планово-економічних рішень. Протягом кількох років її було впроваджено на десятках підприємств країни.

У той же час українськими науковцями було розроблено та широко впроваджено на багатьох металообробних виробництвах країни одну з кращих систем управління технологічними процесами “Гальванік”, яка в реальному масштабі часу розв’язувала великий комплекс задач, пов’язаних із керуванням гальванічним процесом.

Системи “Львів” і “Гальванік” – одні з перших систем, з яких почалося визнання в країні АСУ. Наприкінці 60-х років ХХ ст. було створено типову АСУП “Кунцево” для управління багатономенклатурними підприємствами машино- та приладобудівного профілю. Було широко впроваджено типові програмно-технічні комплекси “Марс”, “Меркурій”, “Барс” тощо

Однак більшість протиріч між потребами менеджерів і можливостями інформаційних систем було розв’язано завдяки появі в 1970-ті роки нового концептуального класу інформаційних систем – *систем підтримки прийняття рішень* (Decision Support Systems – DSS).

СППР близькі до MIS. Обидва ці класи систем генерують звіти, які дозволяють прийняти управлінське рішення. Але СППР мають низку переваг: вони пропонують користувачеві спеціалізований інструментарій проектування та порівняння альтернатив; базуються на положеннях теорії прийняття рішень; а головне, ці системи призначені для підтримки слабоструктурованих рішень.

У той же час (1970-1980 рр.) на ринку інформаційних технологій з’явилися системи, призначені спеціально для підтримки діяльності керівників підприємств і організацій – *системи інформації для вищої ланки управління* (ІС керівників, Executive information systems – EIS).

Інформація в таких системах надається в зручній формі, з виділенням особливо важливих даних, зі звітами про стан проектів по ключових факторах, з відомостями про діяльність конкурентів, з наочними графіками. Тут широко використовується миттєвий доступ до внутрішніх і зовнішніх баз даних. Формат звітів визначається самими “вір-користувачами”.

Нове покоління інформаційних систем, яке набуло розвитку в останні десятиліття, – це *системи штучного інтелекту*: експертні

системи, системи, засновані на нейронних мережах, а також інтелектуальні СППР.

Основною особливістю експертної системи (Expert System – ES) є можливість виводити нові знання з уже відомих, вирішувати на основі цих знань практичні задачі та пояснювати хід отримання рішення. Експертні системи здатні ідентифікувати ситуацію, поставити діагноз, виконати прогноз або дати рекомендацію для вибору дії в деякій предметній галузі.

ES функціонують у режимі відповіді на питання типу “Якщо..., то...?”, “Коли..., тоді...?”. База знань ES містить відомості про те, яким чином поводитися раніше фахівці у відповідній ситуації та що з цього вийшло. Ці знання подані у вигляді конструкцій “якщо..., то...”. Вони дають можливість формалізувати задачу користувача, тобто скласти такий ланцюг з причинно-наслідковими зв’язками, який дасть відповідь на задане користувачем питання або поставлене інше питання, на яке потрібно відповісти користувачеві.

*Штучна нейронна мережа* (Artificial Neural Network – NN) являє собою схему, побудовану з однорідних процесорних елементів, які є спрощеними функціональними моделями нейронів. Внаслідок своєї здатності до самонавчання, штучні нейронні мережі з успіхом використовуються для розпізнавання образів, мови, прогнозування ситуації у фінансовій сфері тощо.

*Інтелектуальні СППР* (Intelligent Decision Support Systems – IDSS) – це СППР, які включають компоненти експертних систем або інших технологій штучного інтелекту.

Приклади галузей застосування описаних типів інформаційних систем наведені в табл. 2.3.1.

Таблиця 2.3.1

### Сфери застосування різних типів інформаційних систем [29]

Тип рішення	Рівень управління			Тип ІС
	Оперативний	Тактичний	Стратегічний	
Структуровані	Ведення рахунків, облік замовлень	Аналіз бюджету, короткострокове прогнозування, звіти по кадрах, “виробляти або закупувати”	Управління фінансами (інвестиції)	MIS, TPS
Слабо-структуровані	Виробниче планування	Оцінка кредитів, підготовка бюджету, розміщення обладнання. Планування проектів. Розробка системи винагород	Створення нового підприємства, злиття та придбання, розробка нової продукції, створення системи оплати праці	DSS (СППР)

Тип рішень	Рівень управління			Тип ІС
	Оперативний	Тактичний	Стратегічний	
Неструктуровані	Вибір обкладинки журналу, закупівля програмного забезпечення, санкціонування позик	Проведення переговорів, прийняття на роботу посадової особи, лобювання	Планування науково-дослідної діяльності, розробка нових технологій, планування соціальної відповідальності	IDSS, ES, NN
Тип ІС	MIS	DSS (СППР), ES, EIS	EIS, ES, NN	–

### Поняття СППР. Загальні характеристики СППР

СППР – це системи, які надають людині підтримку при прийнятті управлінських рішень. СППР не призначені для повної автоматизації процесу розробки рішення. Процедура обробки даних у СППР не задана заздалегідь, а формується ОПР у процесі взаємодії із системою. У СППР технологію обробки даних формує ОПР у процесі взаємодії з системою (рис. 2.3.1).

Для цього СППР надає користувачеві набір даних, програмних модулів і моделей, з яких користувач вибирає саме ті ресурси і технології, які дозволять отримати йому потрібну інформацію.

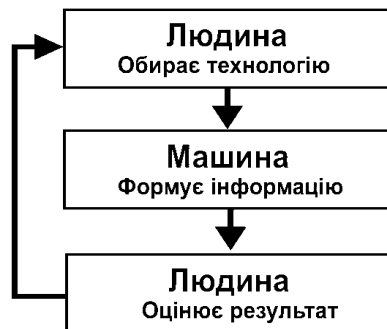
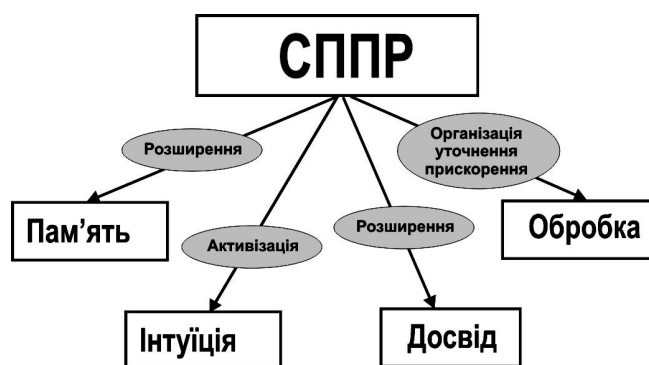


Рис. 2.3.1. Етапи взаємодії СППР та ОПР

У процесі своєї взаємодії СППР та ОПР утворюють єдину систему. У цій системі СППР можна розглядати як високотехнологічне продовження людини, що підсилює його здібності та розширює можливості (рис. 2.3.2).



**Рис. 2.3.2. Орієнтація СППР на набір можливостей**

Таким чином, з метою розширення можливостей людини СППР у підсумку виконує такі функції:

- підтримує інформаційну модель предметної галузі та забезпечує швидкий і асоціативний доступ до її елементів. Це функція розширення пам'яті ОПР;
- підтримує генерування цілей і нестандартних альтернатив. Це функція активізації творчого мислення та інтуїції ОПР;
- зберігає знання про раніше вирішені проблеми та способи їхнього вирішення. Це функція активізації досвіду ОПР та експертів;
- забезпечує створення, збереження та використання формалізованих моделей. Це функція підтримки математичного інструментарію.

Будь-яка СППР, незалежно від її призначення, внутрішньої структури та прийнятих підходів до побудови реалізує ряд концепцій.

Базовим положенням *концепції інтелектуалізації СППР* є інтеграція до складу СППР засобів і систем штучного інтелекту, експертних систем, баз знань. Реалізація даної концепції дозволяє одержувати від експертних систем інформацію з окремих питань ухвалення рішення, послабляти формалізм спілкування користувача зі СППР за рахунок використання в них систем інтерпретації природної мови.

В основі *концепції розвинутих засобів моделювання* лежить положення, відповідно до якого моделі, реалізовані в складі СППР, повинні бути спрямовані на програвання, аналіз і порівняння альтернатив з метою вивчення наслідків альтернативних рішень перед їх здійсненням.

*Концепція інтерактивності* є ключовою і базується на положенні, відповідно до якого на кожному етапі процесу прийняття рішення СППР має забезпечувати ОПР необхідною і достатньою інформацією, поданою в необхідному вигляді.

Зазначені концепції становлять теоретичний базис проектування СППР. Крім того, СППР повинні мати такі характеристики, як інтегрованість СППР; достатня потужність; доступність; гнучкість; надійність; працездатність; керованість.

## **Покоління СППР та їх ознаки**

У теорії СППР на сьогодні виділяють три покоління розвитку цих систем: перше покоління – з 1970 до 1980 р., друге – з 1980 р. до середини 90-х років, третє – з середини 90-х років ХХ ст. і донині (розроблення нових типів триває).

*СППР першого покоління* мають такі основні характеристики:

- управління даними – велика кількість інформації, банки даних;
- управління обчисленнями – моделі розроблялися фахівцями в галузі інформатики для спеціальних проблем;
- користувацький інтерфейс – мови програмування для великих ЕОМ, що використовуються тільки програмістами.

*СППР другого покоління* мають нові властивості:

- управління даними – необхідна і достатня кількість інформації відповідно до сприйняття ОПР;
- управління обчисленнями – гнучкі моделі, що відповідають способів мислення ОПР;
- інтерфейс користувача – дружній користувачеві, безпосередня робота кінцевого користувача.

До основних цілей створення СППР другого покоління належать:

- допомога ОПР у розумінні проблеми, що полягає в її структуризації, генеруванні постановок задач і формування критеріїв;
- допомога у вирішенні задач, суть якої полягає в генеруванні і/або виборі моделей і методів прийняття рішень;
- допомога в аналізі результатів, тобто проведення аналізу типу “Що буде..., якщо...”, пояснення ходу рішення, пошук і видача аналогічних рішень у минулому і їхніх наслідках.

*СППР третього покоління* мають ті самі ознаки, що й другого покоління, але з’явилися додаткові можливості за рахунок упровадження таких нових засобів інформаційних технологій і методів штучного інтелекту:

- а) сховищ і вітрин даних, що дає змогу творцям рішень аналізувати величезні обсяги даних про поточні ділові транзакції з метою вибору раціонального рішення;
- б) OLAP-систем, які уможливають швидке та зручне маніпулювання великими базами даних для дослідження багатьох показників бізнесової діяльності в різних ракурсах.

## **Школи створення СППР**

У процесі розвитку СППР як нового класу інформаційних систем сформувалися декілька “шкіл” створення СППР.

Слід зазначити, що “школа” створення СППР є підґрунтям у процесі проектування СППР. Вона впливає на інженерію системи, її

елементний склад, реалізацію кожного компонента, стратегію проектування та ін.

На сьогоднішній день відомі чотири “школи” створення СППР:

- аналіз рішень (Decision Analysis);
- обчислення рішень (Decision Calculus);
- дослідження рішень (Decision Resesch);
- процес упровадження (Implementation Process).

Школа “Аналіз рішень” нині є найбільш авторитетною і найбільш використовуваною школою створення СППР.

Теоретичним базисом для даної школи є класична теорія прийняття рішень, статистичні теорії їх прийняття в умовах невизначеності та багатокритеріальності.

Представники даної школи вважають, що при створенні СППР особливу увагу необхідно приділяти порівнянню та вибору альтернатив у процесі прийняття рішень, оцінці наслідків реалізації рішень і деякою мірою здійснювати підтримку фаз початкового виявлення та опису проблеми і реалізації прийнятого рішення.

Схема взаємодії ОПР з СППР (школа “Аналіз рішень”) подана на рис. 2.3.3.

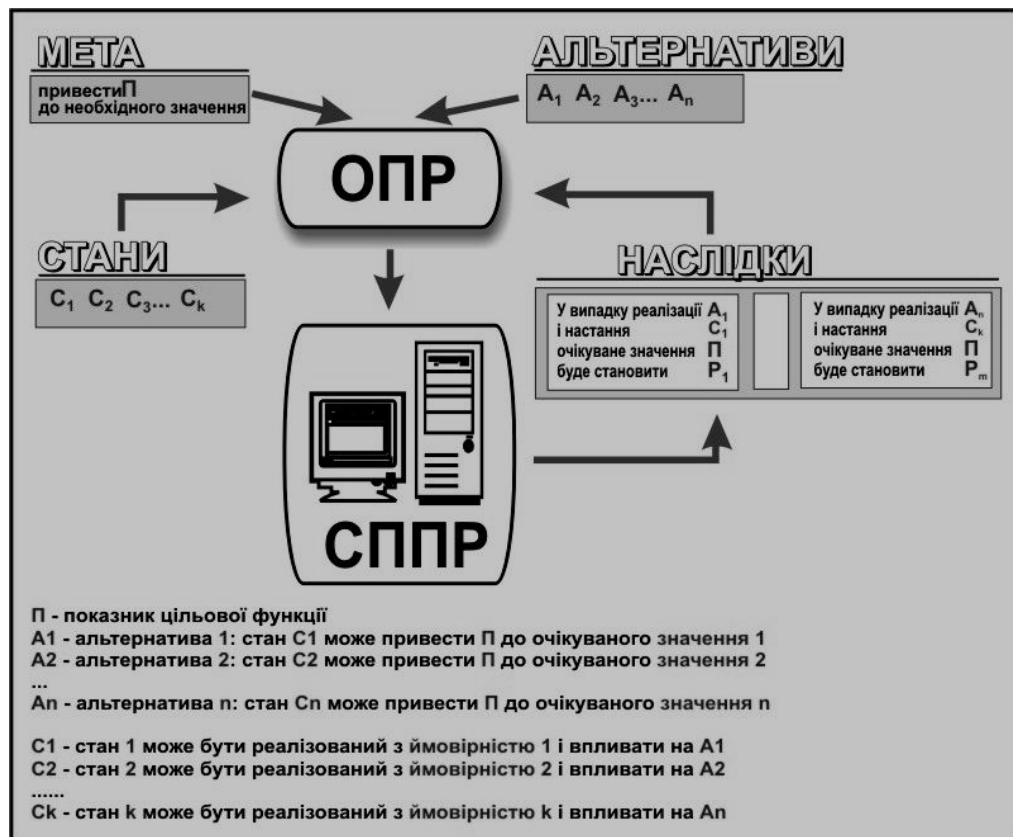


Рис. 2.3.3. Схема взаємодії ОПР з СППР (школа “Аналіз рішень”)

Типовими представниками СППР цієї школи є Decision Explorer, Імператор і Expert Choice.

Представники школи “Обчислення рішень” вважають, що якість рішення, підготовленого СППР, залежить від того, наскільки точно модель, закладена в системі, відповідає об’єктивній реальності та ситуації ухвалення рішення.

Підвищення якості прийняття рішень для представників школи “Обчислення рішень” є перманентним процесом, у ході якого виявляються нові й уточнюються значення та співвідношення між існуючими параметрами моделі прийняття рішення. Ця ідея проілюстрована на рис. 2.3.4.



Рис 2.3.4. Процес створення СППР школою “Обчислення рішень”

Проектування СППР на основі школи “Обчислення рішень” схоже з класичним процесом створення комп’ютеризованої інформаційної системи. Однак зміст компонентів СППР визначається на основі аналізу “потреб” моделі прийняття рішення.

На відміну від попередньої школи, де основна увага сконцентрована на створенні моделі адекватної ситуації прийняття рішення, головна мета представників школи “Дослідження рішень” – відповідність СППР процесу прийняття рішення.

Головним для школи “Дослідження рішень” є точна відповідність СППР процесу (процедурі) прийняття рішення, що використовується в системі (в організації) (рис. 2.3.5).

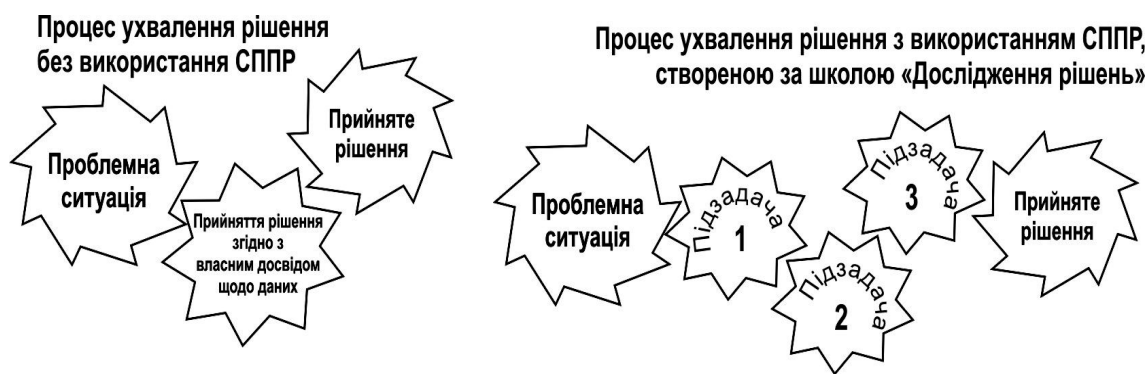


Рис. 2.3.5. Ідея СППР школи “Дослідження рішень”

*Школа “Процес впровадження”* пропонує так званий “маркетинговий” процес створення СППР, оскільки увага її представників сконцентрована не на кінцевому результаті (тобто системі підтримки прийняття рішення), а на процесі її створення, адаптації й удосконалювання, з метою задоволення потреб користувача. Причому, на думку представників даної школи, основним критерієм успіху є використання системи.

Центральна ідея школи “Процес упровадження” полягає в тому, що будь-яка система, що претендує на звання “успішної”, повинна бути адаптована до потреб конкретного користувача, виявити які можна тільки безпосередньо на місці експлуатації в момент взаємодії користувача, системи та розробника.

У загальному випадку не можна сказати, яка зі шкіл є найбільш прийнятною для створення СППР. Тому найбільш доцільним є шлях виділення окремих комбінацій з елементів цих чотирьох шкіл і використання їх як основи для проектування.

### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. Відтворіть хронологію розвитку інформаційних систем від систем обробки операцій до систем підтримки прийняття рішень.
2. Що стало передумовами виникнення СППР?
3. Перелічіть основні характеристики СППР.
4. Які концепції реалізує будь-яка з сучасних СППР?
5. Які покоління СППР виділяють і в чому їх відмінності?
6. Перелічіть основні школи створення СППР.
7. Перелічіть основні положення (принципи), на яких базується школа створення СППР “Аналіз рішення”.
8. Яка ідея є центральною для школи “Обчислення рішень”?
9. Що є критерієм успіху СППР для школи “Процес упровадження”?

*Література:* 2; 3; 8; 11; 13; 19; 22; 23; 25; 26; 28; 29-31; 44; 46.

### **ТЕМА 4. РОЗВИТОК МЕТОДІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І СППР ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В УКРАЇНІ**

*Мета:* ознайомитися з методами використання аналітичних алгоритмів Data Mining для підтримки процесу прийняття рішень.

*Ключові поняття:* нейронні мережі; дерева рішень; карти, що самоорганізуються; асоціативні правила; аналіз “що – якщо?”; попередня обробка; візуалізатор; підтримка; вірогідність; аналітична платформа Deductor Studio.

---

ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”



## Алгоритми аналізу Data Mining і візуалізація результатів

Досить часто сучасним аналітикам необхідно не тільки констатувати основні характеристики досліджуваних об'єктів і процесів, а й розкривати фактори, що впливають на зміни в системі, виявляти тенденційні явища та ін. Тому в даному розділі основну увагу буде приділено аналітичним алгоритмам, основною задачею яких є знаходження нетривіальних знань у великих масивах інформації.

Якщо розглянути СППР з функціональної точки зору, то можна виділити її основні компоненти. Ці компоненти дозволять вирішувати такі питання: накопичення даних та їх моделювання на концептуальному рівні; ефективного завантаження даних з декількох незалежних джерел і питання аналізу даних.

Питання аналізу даних дозволяє вирішувати технологія *Data Mining*, що становить на сьогоднішній день найбільший інтерес у СППР, оскільки за допомогою неї можна провести найбільш глибокий і всебічний аналіз даних і, як результат, отримати найбільш зважені та обґрунтовані рішення.

За допомогою методів *Data Mining* можна вирішувати велику частину задач, які можна поділити на шість основних типів (рис. 2.4.1).

### Основні типи задач, що вирішуються за допомогою методів Data Mining

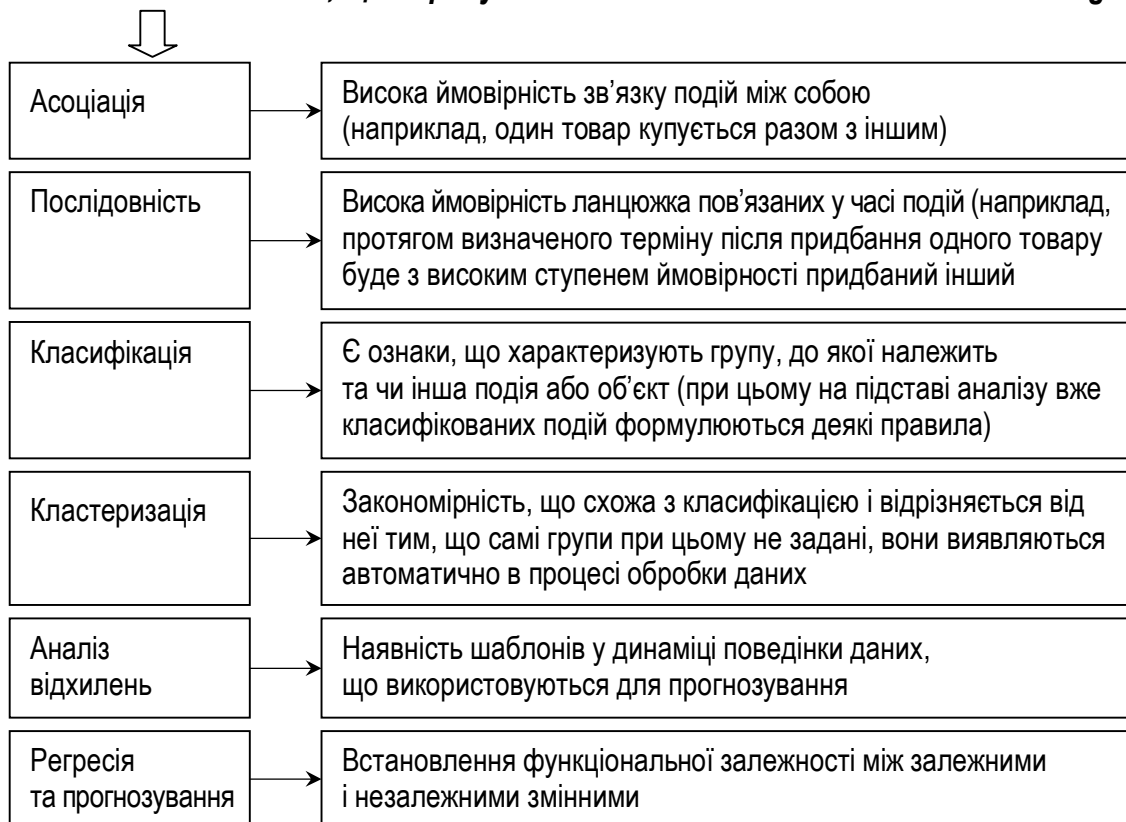
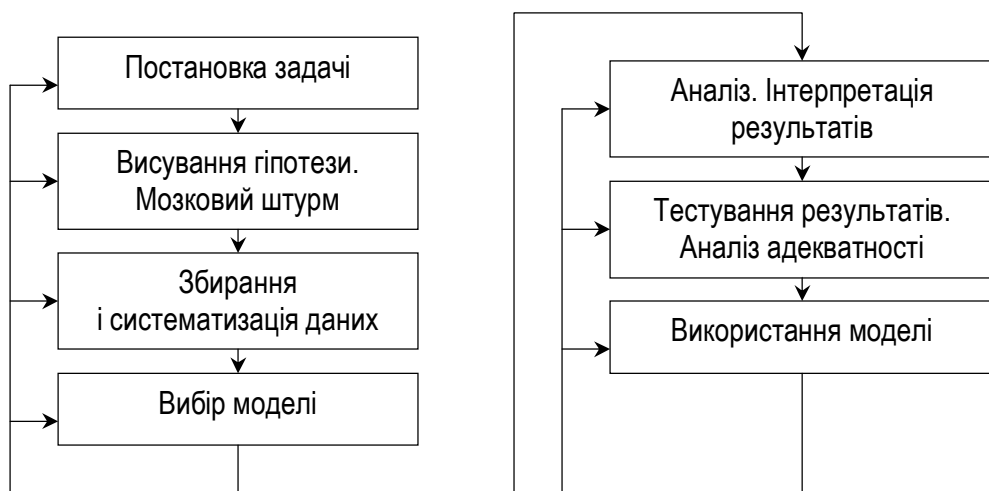


Рис. 2.4.1. Основні типи задач, які можна вирішувати за допомогою методів Data Mining

Проведення аналізу з використанням алгоритмів Data Mining є багатоетапним процесом, що включає у свій склад ланцюг, який починається постановкою задачі і закінчується аналізом адекватності та безпосереднім використанням моделі. На рис. 2.4.2 подано схему, що ілюструє послідовність етапів використання методів Data Mining.

Залежно від характеру задачі та якості масивів вхідної інформації, різні методи DM можуть значною мірою відрізнятися за складністю використання на практиці.

У даному випадку під складністю використання маються на увазі обсяги необхідних масивів вхідної інформації, алгоритми попередньої обробки, необхідність залучення додаткових експертів і ступінь вірогідності результатів, що отримуються.



**Рис. 2.4.2. Послідовність етапів використання методів Data Mining**

Серед аналітичних систем, що підтримують технології Data mining, необхідно виділити аналітичну платформу *Deductor Studio* – розробка компанії BaseGroup Labs. Дана система відрізняється від інших різноманітним доступним алгоритмів для аналізу, широкими можливостями попередньої обробки даних і наявністю власного багатовимірного сховища даних.

Засоби DM мають ряд переваг порівняно з математичною статистикою, що довгий час була основним інструментом аналізу даних, а також порівняно з оперативною аналітичною обробкою даних (OLAP).

На основі OLAP і математичної статистики часто є неможливим вирішення великого кола задач. Це відбувається тому, що обидва засоби засновані на заздалегідь сформульованих гіпотезах. З огляду на неочевидність закономірностей і прихованість тенденцій у вхідній інформації часто формулювання гіпотези є найбільш складною задачею.

Технології Data Mining призначені для пошуку шаблонів, що відбивають закономірності. У процесі пошуку не використовуються ніякі апріорні припущення.

Якщо при статистичному аналізі або при застосуванні OLAP зазвичай формулюються питання типу: “Яка середня кількість несплачених рахунків замовниками даної послуги?”, то застосування Data Mining має на увазі відповіді на питання типу: “Чи існує типова категорія клієнтів, що не сплачує рахунки?” При цьому саме відповідь на друге питання часто забезпечує більш нетривіальний підхід до маркетингової політики та до організації роботи з клієнтами.

Розглянемо більш докладно алгоритми DM, що дозволяють вирішувати задачі підтримки прийняття рішень в економічній галузі та мають середній ступінь складності використання.

### ***Використання нейронних мереж для вирішення економічних задач***

Архітектура систем імітує структуру нервової тканини з нейронів. Такий підхід є високоефективним у задачах розпізнавання образів.

Основний недолік: необхідність мати дуже великий обсяг навчальної вибірки. Інший недолік полягає в тому, що навіть натренована нейронна мережа являє собою “чорну скриньку”. Знання у таких системах не піддаються аналізу й інтерпретації людиною.

Головною відмінністю від інших методів є те, що нейромережі не мають потреби в заздалегідь відомій моделі, а будують її самі тільки на основі запропонованої інформації. Саме тому нейронні мережі та генетичні алгоритми ввійшли в практику всюди, де потрібно вирішувати задачі прогнозування, класифікації, управління, тобто там, де є задачі, що погано алгоритмізуються.

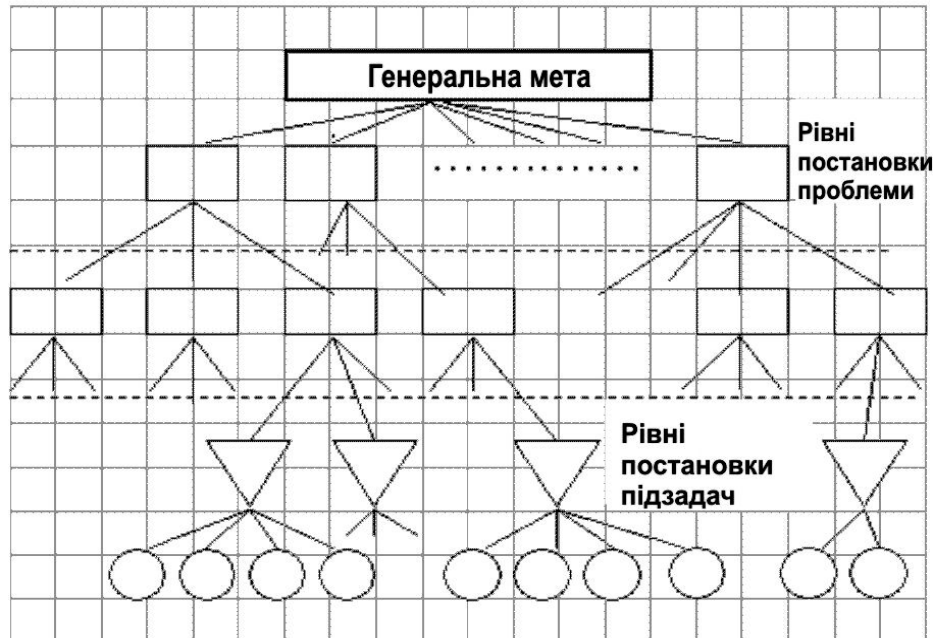
В умовах функціонування сучасних економічних і соціальних систем застосування нейромереж є більш ефективним порівняно з традиційними методами, за допомогою яких не завжди можна створити повну математичну модель. Тому в багатьох складних системах більш ефективним є використання моделей, що імітують поведінку різних економічних і соціальних систем.

### ***Вирішення задач класифікації за допомогою методу дерев рішень***

Розглянутий далі тип дерева рішень є бінарним (розгалуження робиться за двома напрямками – відповідь на питання “Так” або “Ні”). Але існують дерева з декількома відповідями (відповідно і кількість гілок).

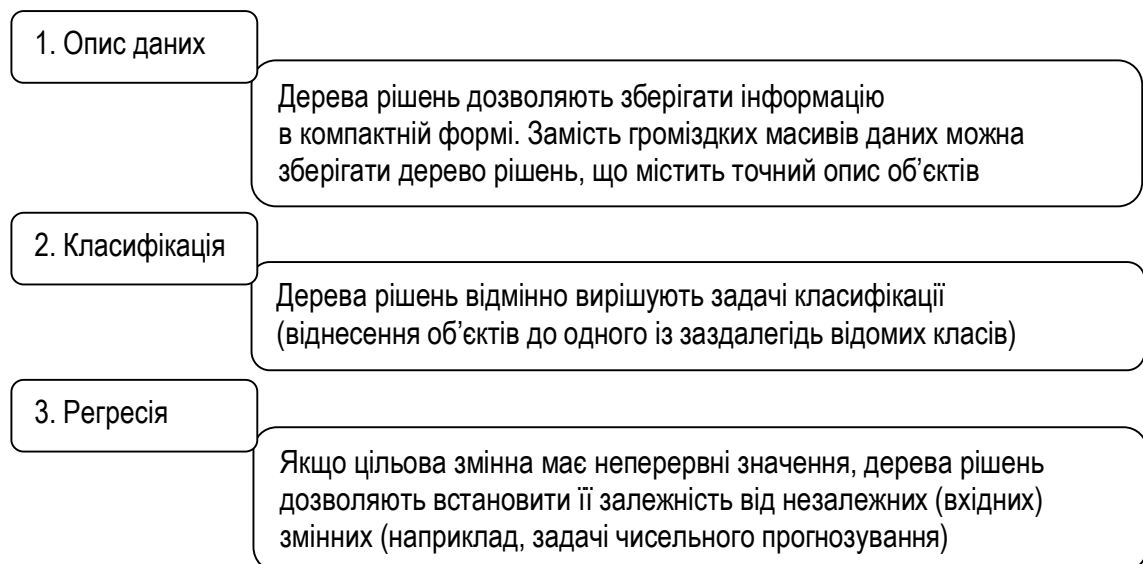
Дерево рішень складається з вузлів – перевірка умови, і листів – кінцевих вузлів дерева, що вказують на клас наслідку (вузлів рішення).

Вигляд дерева рішень, побудованого для прикладу про оцінку кредитоспроможності, подано на рис. 2.4.3.



**Рис. 2.4.3. Структура дерева рішень**

Коло задач, яке можна ефективно вирішувати за допомогою методу дерев рішень, досить широке. Тому різні задачі, для вирішення яких застосовуються дерева рішень, розглянемо як три основні класи (рис. 2.4.4).



**Рис. 2.4.4. Основні класи задач, що можуть бути розв'язані з використанням дерев рішень**

Підготовка і настроювання навчальної вибірки аналогічна алгоритмові нейронної мережі. Відмінність – вихідне поле для дерева рішень тільки одне і може бути тільки дискретним.

Навчання дерева рішень передбачає мінімальну кількість прикладів, відповідно до якої буде створений новий вузол. Якщо прикладів, що відповідають даному вузлу, буде менше заданого, то подальше розгалуження не продовжується, вузол вважається листом. При збільшенні даного параметра дерево буде більш гіллястим.

Побудова дерева з більш достовірними правилами відбувається за рахунок підвищення складності. Ускладнюючи структуру дерева, збільшується ймовірність результатів класифікації. Чим менший рівень довіри, тим більше вузлів буде відсічено при його побудові, тим менш гіллястим буде дерево.

Оцінка якості побудованого дерева проводиться за такими критеріями:

1. Кількість розпізнаних прикладів у навчальному і тестовому наборах даних. Чим вища ця кількість, тим якісніше побудоване дерево.
2. Кількість вузлів у дереві. Дуже велика кількість вузлів означає слабку залежність вихідного поля від вхідних і призводить до того, що дерево стає важким для сприйняття.
3. Кожне отримане правило характеризується підтримкою (загальна кількість прикладів класифікованих даним вузлом дерева) і вірогідністю (кількість правильно класифікованих даним вузлом прикладів).

### ***Підтримка прийняття рішення на основі карт Кохонена, що самоорганізуються***

Алгоритм побудови *карт, що самоорганізуються*, КСО (Self Organizing Maps – SOM) – це проектування зі збереженням топологічної подібності, один із варіантів кластеризації багатовимірних векторів.

Карті, що самоорганізуються, є різновидом нейромереж. Вони були запропоновані Тьюво Кохоненом на початку 80-х років ХХ сторіччя і знайшли широке застосування в інженерній галузі.

Алгоритм КСО являє собою набір аналітичних процедур, що дозволяють подавати традиційний опис множини об'єктів, заданих у багатовимірному ( $n > 3$ ) просторі, у вигляді двовимірної карти. Основною особливістю карти є те, що об'єктам, які близько розташовані в багатовимірному просторі, відповідають умовні позначення (образи об'єктів), що близько розташовані на двовимірній карті. Таким чином, складні для аналізу багатовимірні об'єкти одержують інформативне відображення

на двовимірній карті, що зберігає топологію і розподіл об'єктів, – основні властивості в багатовимірному просторі.

Карті, що самоорганізуються, можуть використовуватися для вирішення таких задач, як моделювання, прогнозування, пошук закономірностей у великих масивах даних, виявлення наборів незалежних ознак, стиснення інформації, розпізнавання образів і мови, у робототехніці та багатьох інших галузях.

Конфігурація сітки (прямокутна або шестикутна) і кількість нейронів у мережі задаються заздалегідь. Рекомендується використовувати максимально можливу кількість нейронів у карті. Великий вплив на здатність узагальнення має початковий радіус навчання (neighborhood). При великих розмірах карти (десятки тисяч нейронів) вирішення практичних задач значно ускладнюється через різке збільшення часу, необхідного для навчання карти.

Відмінність у підготовці навчальної вибірки в цьому алгоритмі полягає в тому, що вихідні поля такої вибірки можуть бути відсутні зовсім. Навіть якщо в навчальній вибірці будуть присутні вихідні поля, вони не будуть брати участь у процесі навчання нейромережі. Однак вони братимуть участь при відображенні карт.

Перед початком навчання карти необхідно провести ініціалізацію вагових коефіцієнтів нейронів. Вдало обраний спосіб ініціалізації може істотно прискорити навчання та привести до одержання більш якісних результатів.

Існують три способи ініціювання початкових ваг:

- ініціалізація випадковими значеннями, коли всім вагам даються малі випадкові величини;
- ініціалізація прикладами, коли як початкові значення задаються значення випадково обраних прикладів з навчальної вибірки;
- лінійна ініціалізація. У цьому випадку ваги ініціюються значеннями векторів, лінійно упорядкованих уздовж лінійного підпростору, що проходить між двома головними власними векторами вихідного набору даних.

Отриману в результаті навчання карту можна подати у вигляді багат шарової структури, кожен шар якої являє собою розфарбування, породжене одним із компонентів вихідних даних. Отриманий набір використовується для аналізу закономірностей, що існують між компонентами. Отримані розфарбування в сукупності утворюють атлас, що відображає розташування компонентів, зв'язок між ними, а також відносне розташування різних значень компонент.

## **Аналіз подій і пошук закономірностей за допомогою методу асоціативних правил**

Алгоритми асоціативних правил дозволяють знаходити закономірності між залежними подіями.

Метою аналізу встановлення залежності вигляду “якщо в транзакції зустрівся набір елементів  $X$ , то можна зробити висновок, що інший набір елементів  $Y$  також повинен з’явитися в цій транзакції”.

*Транзакція* – це множина подій, що відбулися одночасно. Нехай є база даних, що складається з транзакцій щодо придбання. Кожна транзакція – це набір товарів, які придбав покупець за один візит. Таку транзакцію ще називають ринковим кошиком.

Після визначення поняття “транзакція” можна перейти до визначення асоціативного правила. Нехай є список транзакцій. Необхідно знайти закономірності між цими подіями. Як в умові, так і в наслідку правила повинні знаходитися елементи транзакцій.

Нехай  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$  – множина елементів, що входять у транзакції. Асоціативним правилом є пара  $\langle X, Y \rangle$ , в якій  $X \rightarrow Y$  – з  $X$  впливає  $Y$ ;

$D$  – загальна кількість транзакцій;

$S$  – частина транзакцій у % від загальної кількості транзакцій  $D$ .

Основні характеристики правил, що отримуються на основі таких залежностей, – це *підтримка* і *вірогідність*.

Правило “з  $X$  впливає  $Y$ ” має підтримку  $s$ , якщо  $s$  % транзакцій з усього набору  $D$  містять набори елементів  $X$  і  $Y$ .

Вірогідність правила показує, яка імовірність того, що з  $X$  впливає  $Y$ . Правило “з  $X$  впливає  $Y$ ” справедливе з вірогідністю  $C$ , якщо  $C$  % транзакцій із усієї множини  $D$ , що містять набір елементів  $X$ , також містять набір елементів  $Y$ .

Також асоціативні правила характеризуються значеннями мінімальної підтримки та мінімальної вірогідності.

Ці значення є граничними і враховуються при побудові правил. Мінімальні значення цих показників дозволяють обмежити кількість знайдених правил (низьке значення підтримки зумовлює генерування великої кількості правил, що вимагає великої кількості обчислювальних ресурсів і великих часових витрат на подальше доопрацювання).

Але якщо для показника підтримки будуть обрані великі значення, алгоритми пошуку будуть знаходити правила, що вже відомі або очевидні.

Виявлення нетривіальних правил, що будуть становити найбільший інтерес для ОПР, – це одна з головних задач при пошуку асоціативних залежностей. Існує набір нескладних правил, що дозволяють знаходити найбільш цікаві залежності.

Зменшення мінімальної підтримки призводить до збільшення кількості потенційно цікавих правил, при цьому потрібні значні обчислювальні ресурси. Занадто мале значення підтримки робить правило статистично необґрунтованим.

Зменшення порога вірогідності також призводить до збільшення кількості правил. Також не рекомендується задавати занадто мале значення для вірогідності, наприклад, правило з вірогідністю 5 % має малу цінність і фактично не є правилом.

Правило з великим значенням підтримки має велику статистичну цінність, але на практиці може свідчити про те, що воно добре відоме і не викликає інтересу, або про те, що товари, що входять до правила, є очевидними лідерами.

Занадто велика вірогідність правила знижує його практичну цінність, тому що може свідчити про те, що незалежно від розташування товарів й інших зусиль працівників супермаркету, покупці все одно будуть купувати ці товари в одній транзакції.

*Дерево правил* – це дворівневе дерево, що може бути побудоване як за умовою, так і за наслідком. При побудові дерева правил за умовою на першому (верхньому) рівні знаходяться вузли з умовами, а на другому (нижньому) рівні – вузли з наслідком. Отже ОПР може вирішувати задачу, наприклад, “що буде, якщо виконається задана умова”. Побудова дерева за наслідками здійснюється в зворотному порядку. У даному випадку ОПР зможе вирішувати задачу, наприклад – “що значною мірою впливає на виконання даного наслідку”.

### **Моделювання за допомогою аналізу “ЩО – ЯКЩО?”**

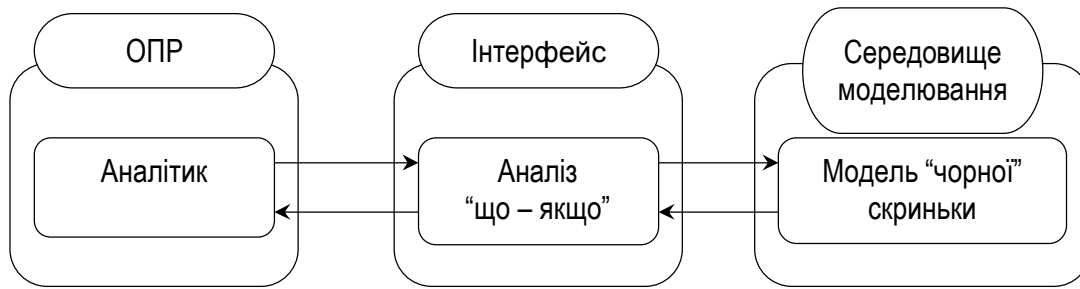
*Аналіз “що – якщо”* дозволяє вирішувати задачу оптимізації на основі зворотної задачі. Даний тип аналізу дозволяє здійснювати пошук значень факторів (вхідних змінних), при яких буде отримане бажане значення залежної величини (вихідних змінних). Зміст аналізу полягає у відповіді на питання: “Що буде отримано, якщо будуть задані дані значення вхідних змінних?”

Аналіз “що – якщо” є інтерфейсом між моделлю і ОПР при моделюванні на основі моделі “чорної скриньки”.

Для здійснення аналізу даних необхідно побудувати модель, що буде імітувати розглянуту залежність. Для побудови такої моделі “чорної скриньки” можуть бути використані різні алгоритми, частина з яких була розглянута в попередніх параграфах цього розділу. Такими алгоритмами можуть бути обрані нейронні мережі, дерева рішень, лінійна регресія та ін.

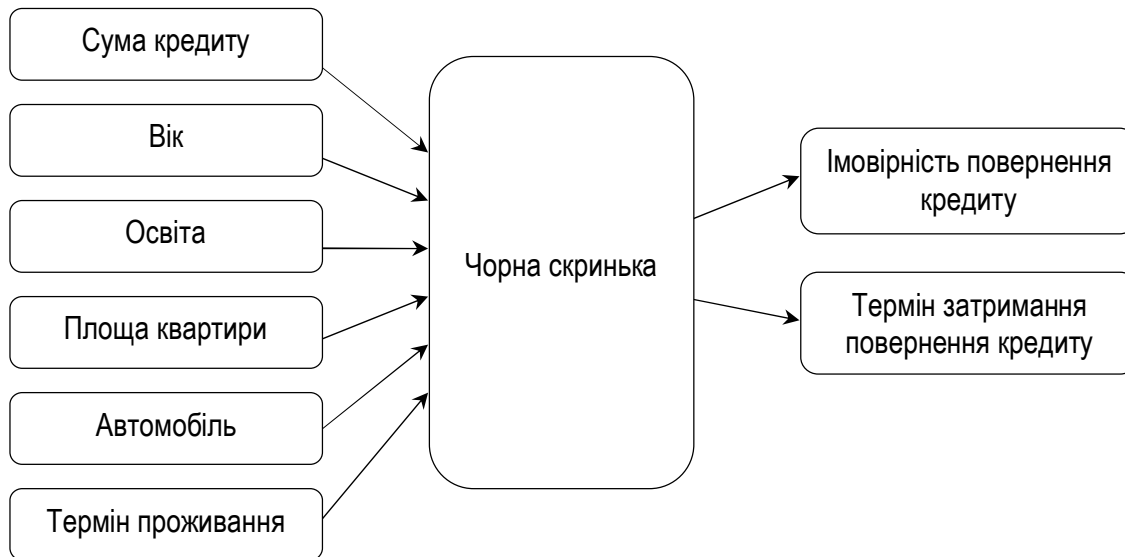
На рис. 2.4.5 подано схему, що ілюструє роботу ОПР з середовищем моделювання при проведенні аналізу “що – якщо”.





**Рис. 2.4.5. Схема, що ілюструє роботу ОПР із середовищем моделювання при проведенні аналізу “що – якщо”**

Скористаємося моделлю “чорної скриньки”, яка побудована на основі залежності між імовірністю повернення кредиту та характеристиками кредитора. Модель “чорної скриньки” подано на рис. 2.4.6.



**Рис. 2.4.6. Модель “чорної скриньки” для аналізу імовірності повернення кредиту**

Для безпосередньої взаємодії з моделлю можна скористатися різними типами інтерфейсів і візуалізаторів. Наприклад, таблиця “що – якщо” являє собою таблицю, рядками якої є назви вхідних і вихідних полів, їхнього значення і додаткових характеристик.

Діаграма “що – якщо” призначена для випадків, коли для одержання бажаного значення вихідного поля необхідно підібрати значення одного з вхідних полів. Відповідь на це питання можна одержати за допомогою діаграми “що – якщо”, яка показує залежність вихідного поля від одного з вхідних при фіксованих значеннях інших вхідних полів.

## **Огляд аналітичних програм**

Системи інтелектуального аналізу даних і Data Mining дозволяють зробити аналіз проблеми і виявити приховані взаємозв'язки.

Враховуючи здатність алгоритмів Data Mining знаходити нестандартні і неочевидні знання та можливості сучасних обчислювальних засобів, на сьогоднішній день створена досить велика кількість спеціальних аналітичних програм, що дозволяють реалізовувати на практиці аналіз на базі всіх основних алгоритмів DM.

У табл. 2.4.1 подано короткий огляд систем аналізу даних на основі алгоритмів Data Mining.

*Таблиця 2.4.1*

### **Огляд систем аналізу даних на основі Data Mining**

<b>Клас систем</b>	<b>Характеристика</b>	<b>Представники на ринку ПЗ</b>
Предметно-орієнтовані аналітичні системи	Використовують нескладний статистичний апарат, але максимально враховують специфіку предметної галузі	MetaStock; Super Charts; Candlestick Forecaster; Wall Street Money
Статистичні пакети	Включають як традиційні статистичні методи (кореляційний, регресійний, факторний аналіз), так і елементи Data Mining.	SAS; SPSS; Statgraphics
Нейронні мережі	Архітектура систем імітує структуру нервової тканини з нейронів. Такий підхід є високоефективним у задачах розпізнавання образів	Deductor Studio BrainMakerPRO; NeuroShpII 2 OWL (HyperLogic); NeuroSolutions; NeuralWorks Professional II/PLUS Virtual Process Advisor
Системи міркувань на основі аналогічних випадків (CBR Case Based Reasoning)	Головним недоліком вважають те, що вони взагалі не створюють яких-небудь моделей або правил, що узагальнюють попередній досвід, у виборі рішення ґрунтуються на всьому масиві доступних історичних даних, тому неможливо сказати, на основі яких конкретно факторів CBR системи будують свої відповіді	KATE tools Pattern Recognition Workbench
Дерева рішень (Decision trees)	Реалізують принцип послідовного перегляду ознак і фіксують окремі складових дійсних закономірностей.  Дерево подрібнює дані на велику кількість окремих випадків. Чим більше таких випадків, тим менше ступінь довіри отриманого дерева	Deductor Studio See5/35.0 Darwin Tree Clementine SIPINA IDIS KnowledgeSeeker AnswerTree (SPSS)

Клас систем	Характеристика	Представники на ринку ПЗ
Генетичні алгоритми	Моделюють механізми спадковості, мінливості та добору в живій природі	GeneHunter; TradingSolutions
Нелінійні регресійні методи	Пошук залежності цільових змінних від інших факторів	NeuroShell (Ward System Group)
Еволюційне програмування	Гіпотези цільової змінної генеруються у вигляді множини програм, процес побудови яких повторює еволюцію у світі програм.  Після створення програми, що виражає шукану залежність, програма починає вносити у код невеликі модифікації і відбирає серед дочірніх ті, котрі підвищують точність. Вирощені генетичні лінії програм конкурують між собою в точності вираження шуканої залежності	PolyAnalys

Більшість з розглянутих програмних продуктів пропонується розробниками як окремий закінчений комерційний продукт. Деякі компанії, що представляють на ринку аналітичні продукти, розглядають перспективи впровадження алгоритмів Data Mining в офісні додатки.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. З якою метою використовуються технології Data Mining?
2. Перелічіть основні типи задач, які можна вирішувати за допомогою методів Data Mining.
3. Перелічіть основні класи задач, що розв'язуються з використанням дерев рішень.
4. Розкрийте сутність основних етапів побудови карт Кохонена, що самоорганізуються.
5. Якими показниками характеризуються асоціативні правила?
6. Що являє собою дерево правил?
7. Що є підставою для проведення аналізу “що – якщо”?
8. Наведіть схему, що ілюструє роботу ОПР із середовищем моделювання при проведенні аналізу “що – якщо”.
9. Назвіть основних представників на ринку програмного забезпечення, що пропонують продукти аналізу даних на основі алгоритмів Data Mining.

*Література: 2; 5; 6; 8; 10; 11; 14; 15; 20-22; 24; 27; 29; 30; 37; 42.*

## Тема 5. БАЗОВІ КОМПОНЕНТИ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Мета:* ознайомитися з поняттям архітектури СППР, визначити її основні компоненти та їх призначення.

*Ключові поняття:* архітектурне проектування; архітектура системи; виконання системи; реалізація системи; базові компоненти СППР; інтерфейс “користувач – система”; підсистеми даних СППР; база даних; система управління базою даних; база моделей; система управління базою моделей; база знань; мережна структура СППР; структура СППР типу “міст”, “шарова”, “вежа”.

### **Поняття архітектури й архітектурного проектування**

Вирішення задач проектування складних систем може вивчатися і розвиватися на різних рівнях узагальнення і деталізації. На найвищому рівні спільності основна увага приділяється розробці принципів організації системи та виробленню загального погляду на майбутню систему. Такі загальні аспекти побудови системи називаються *архітектурою системи*.

Отже, перша задача архітектора (при створенні проекту) – це визначення реальних потреб і побажань користувача.

У проекті СППР виділяють *три характерні рівні*:

- *архітектура системи* – це функціональний прояв системи з погляду користувача;
- *виконання системи* – це логічний опис внутрішньої структури, що робить можливим здійснення функцій, визначених архітектурою;
- *реалізація системи* – це фізичне втілення виконання.

При розробці архітектури системи необхідно дотримуватися загальноприйнятих принципів, до яких належать такі:

- погодженості – даний принцип означає, що гарна архітектура погоджена, коли часткове знання системи дозволяє передбачати й інше;
- ортогональності – цей принцип вимагає, щоб функції були незалежні одна від одної і специфіковані окремо;
- відповідності – означає, що в архітектуру варто включати тільки ті функції, що відповідають істотним вимогам до системи;
- економічності – жодна функція в описі архітектури не повинна в будь-якому вигляді дублювати іншу;
- прозорості – функції, знайдені в процесі виконання, мають бути відомі користувачеві;
- спільності – функція, що знову вводиться, повинна вводитися в такому вигляді, щоб вона відповідала якомога більшій кількості призначень;

- відкритості – користувач повинен мати можливість уточнювати специфікацію й зміст функцій системи в процесі її використання;
- повноти – специфікація функцій повинна відповідати всім вимогам і побажанням користувача.

*Архітектура системи визначається функціями цієї системи та способом їх реалізації.* Важливим моментом є те, що формулювання функції повинне містити відповідь на питання: “Навіщо системі даний елемент (властивість)?”

Розглянемо приклади формулювання вимог (властивостей) і відповідних їм функцій СППР, необхідних для виконання архітектурного проектування (табл. 2.5.1).

Таблиця 2.5.1

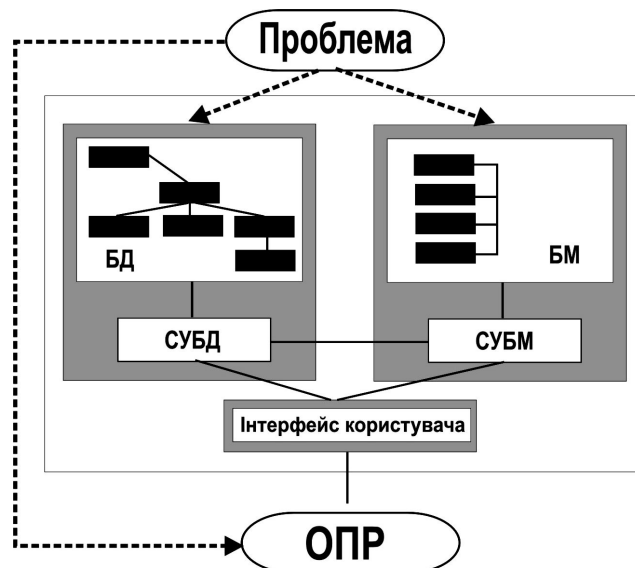
### Властивості СППР і відповідні їм функції

Властивості СППР	Функція
Підтримувати інформаційну модель проблемної сфери й забезпечувати швидкий і асоціативний доступ до її елементів	Розширення пам'яті ОПР
Підтримувати ОПР у процесі генерування цілей і нестандартних альтернатив	Активізація інтуїції ОПР
Указувати можливі напрямки для пошуку й аналізу інформації, що може бути побічно пов'язана з проблемою і враховує фактори людського поведіння та соціальну обумовленість рішення	Підтримки поведінкового аспекту прийняття рішень ОПР
Забезпечувати побудову, збереження і використання формальних моделей, що описують окремі аспекти проблемних ситуацій	Багаторазове обчислення рішень на основі різних моделей прийняття рішень
Зберігати знання про раніше вирішені проблеми та способи їх вирішення, забезпечувати їх активну взаємодію з ОПР	Збереження та активізації досвіду ОПР і експертів у даній проблемній сфері

### Структура СППР. Базові компоненти СППР

Незважаючи на те, що сьогодні існує велика кількість різних видів СППР, всі вони характеризуються однотипною структурою, яка включає три основні базові підсистеми (рис. 2.5.1):

- 1) *інтерфейс користувача*, основною функцією якого є забезпечення можливості ОПР проводити діалог із системою, використовуючи різні способи введення інформації і формати її виведення;
- 2) *підсистему роботи з даними*, головною функцією якої – збереження, управління, вибірка, відображення, аналіз даних;
- 3) *підсистему роботи з моделями*, призначенням якої є збереження, управління та вибір моделей для забезпечення користувача відповідями на безліч його запитів.



**Рис. 2.5.1. Структура СППР**

*Підсистема роботи з даними* об'єднує базу даних (БД) і систему управління базою даних (СУБД). Даними називають окремі факти, які характеризують об'єкти, процеси та явища предметної галузі. Певним чином організований набір даних утворює базу даних, а узагальнені програмні засоби, які забезпечують користувачам можливості зберігання, перетворення, вибору та аналізу даних, називають системою управління базою даних.

*Підсистема роботи з моделями* об'єднує базу моделей (БМ) і систему управління нею (СУБМ). База моделей – це спеціально організований набір формалізованих моделей, насамперед математичних. Кожна математична модель являє собою систему математичних виразів, яка відображає основні властивості та закономірності функціонування відповідного об'єкта. Сукупність програмних засобів, які забезпечують користувачам можливості вибору, застосування та зміни моделей, утворює систему управління базою моделей.

Поняття “*інтерфейс користувача*” означає комплекс програмних засобів, які реалізують діалог користувача з системою на стадії введення інформації та при одержанні результатів.

Ще одним важливим і все частіше використовуваним компонентом СППР є *база знань* (БЗ). Знання – це виявлені людиною закони й закономірності предметної галузі, які дозволяють ставити та вирішувати задачі. Знання, хоча й засновані на емпіричних даних, але являють собою результат розумової діяльності людини, спрямованої на узагальнення її практичного досвіду. У базі знань зберігаються знання про раніше вирішені проблеми та способи їхнього вирішення, а також різні рекомендації, які узагальнюють досвід експертів щодо процесу прийняття рішень.

## **Інтерфейс “користувач – система”**

Користувач сприймає систему (в тому числі СППР) через її інтерфейс. Фактично він ототожнює систему з її інтерфейсом. Незалежно від того, наскільки добре реалізовані інші компоненти СППР, без відповідного інтерфейсу користувача система не зможе повною мірою забезпечувати підтримку прийняття рішення.

До основних факторів, що обумовлюють вимоги до побудови інтерфейсу “користувач – система”, належать:

- 1) облік особливостей мислення, сприйняття та переробки інформації людиною;
- 2) бажання з боку ОПР успішно працювати з СППР, крім довгострокового і дорогого етапу навчання;
- 3) ергономічність інтерфейсу, тобто створення комфортної й ефектively взаємодії користувача з СППР;
- 4) специфічні особливості користувача, задач і ситуацій, пов'язаних з прийняттям рішення.

До основних *принципів*, що обумовлюють визначений *стандарт проектування інтерфейсу “користувач – система”*, належать:

- 1) засоби відображення управління;
- 2) компоненти діалогу між користувачем і системою;
- 3) підтримка сумісності відображуваної інформації та діалогу по всій СППР;
- 4) наявність засобів збереження виконаної роботи (з метою повторного входу в систему) та забезпечення “дружнього” режиму повторного входу;
- 5) наявність спеціалізованих і вмонтованих засобів протоколювання;
- 6) ключовим засобом інтерфейсу є графічне відображення і перетворення табличних даних у графіку;
- 7) наявність у СППР засобів прийому даних із зовнішніх джерел.

На даний момент у практиці створення СППР широко використовуються *чотири альтернативні варіанти інтерфейсу*:

- 1) інтерфейс, заснований на меню;
- 2) адаптивний інтерфейс;
- 3) інтерфейс на основі природної мови;
- 4) графічні засоби для побудови діалогу користувач – система.

*Інтерфейс, заснований на меню.* Меню являє собою список варіантів (режимів, команд та ін.), що виводяться на екран і пропонуються користувачеві для вибору за допомогою однозначних кодових позначок кожного з варіантів. Даний інтерфейс забезпечує координацію дій користувача в складних ситуаціях, створюючи їм умови для прийняття послідовності більш простих рішень.

Найбільш перспективною з погляду використання в СППР є система ZOG – узагальнена система інтерфейсу користувача, що базується на концепції вибору меню на основі бази меню.

*Адаптивний інтерфейс.* В основі лежить концепція створення адаптивних програмних засобів, що здатні пристосовуватися до умов функціонування, непередбачених на етапі розробки системи. Такий інтерфейс дає можливість ОПР вносити в систему зміни, обумовлені особистісними особливостями сприйняття інформаційного середовища.

*Інтерфейс на основі природної мови.* Головна перевага інтерфейсу на основі природної мови полягає в тому, що користувачі, що не мають значної кваліфікації в області інформатики або працюючі за межами своєї сфери знань, можуть спілкуватися із системою так, ніби вони спілкувалися з професіоналом у тій або іншій сфері.

*Графічні засоби для побудови діалогу.* Графічні засоби є одним із найбільш розповсюджених способів забезпечення діалогу в інтерактивних інформаційних системах, якою, безумовно, є СППР.

В основі проектування даного інтерфейсу може бути одна з таких трьох концепцій:

- 1) умонтоване моделювання процесів для контролю стану системи, тобто метод спрямовано на те, щоб дати користувачеві можливість бачити “зверху” всі функції, задачі і підзадачі системи;
- 2) графічні пояснюючі засоби на основі аналогій, що можуть бути реалізовані на основі наборів сценаріїв;
- 3) графічні засоби переміщення (навігації) по системі, одним зі способів реалізації якої є піктограма (спрощене зображення у вигляді рисунків предметів, понять, що замінюють слова).

### **Підсистема даних СППР**

Складається з бази даних і системи управління базою даних (СУБД). Особливості підсистеми даних у СППР:

- необхідність виконання великого обсягу операцій з переструктурування даних;
- необхідно передбачати можливість завантаження і наступної обробки даних із зовнішніх джерел (потреба в зовнішніх даних тим вища, чим більш високий рівень керівництва);
- функціонування СУБД у середовищі СППР вимагає більш широкого набору функцій;
- використання нетрадиційних для ЕІС даних (текстова інформація, матеріали САПР та ін.).



## **Підсистема моделей СППР**

Складається з бази моделей і системи управління базою моделей (СУБМ). Під базою моделей мається на увазі сукупність моделей, спрямованих на дослідження та перевірку безлічі альтернатив.

База моделей може включати:

- 1) оптимізаційні моделі (моделі математичного програмування, розподіл ресурсів, оптимальне планування, аналіз сіткових графіків тощо; моделі нелінійного і динамічного програмування, моделі аналізу цінних паперів для визначення інвестиційної стратегії та ін.);
- 2) неоптимізаційні моделі (статистичні моделі на основі аналізу регресії; моделі прогнозування часових рядів; моделі машинної імітації та ін.);
- 3) моделі на основі понять і методів представлення знань (формальна логіка, моделі продукцій, семантичні мережі, фрейми та гібриди перерахованих способів представлення знань).

Оскільки математичне формулювання завдання ухвалення рішення досить часто еквівалентне завданню пошуку екстремуму функції однієї або багатьох змінних, для вирішення подібних завдань можуть бути використані різні методи та моделі класичного аналізу функцій, зокрема методи пошуку екстремуму. Ці завдання мають загальну назву *задач математичного програмування*.

Серед задач математичного програмування найпростішими і найкраще вивченими є так звані *задачі лінійного програмування (лінійної оптимізації)*. Такі задачі часто зустрічаються на практиці – наприклад, при вирішенні проблем, пов'язаних з розподілом ресурсів, плануванням виробництва, організацією роботи транспорту тощо.

Більш складними для аналізу і чисельного розв'язання є *задачі нелінійного програмування (нелінійної оптимізації)*.

Відзначимо ще два типи задач математичного програмування, що значно поширені в практиці ухвалення управлінських рішень.

*Динамічне програмування* служить для вибору якнайкращого плану виконання багатоетапних дій. Завдання динамічного програмування – визначити оптимальне управління на кожному кроці розрахунків і таким чином забезпечити оптимальне управління операцією в цілому.

Слід зазначити також *задачі стохастичного програмування*. Особливість моделей даного класу завдань полягає в тому, що шукається оптимальне рішення в умовах *неповної визначеності*, коли ряд параметрів, що включені в цільову функцію, і обмеження є випадковими величинами.

Процес розв'язання нелінійних задач значно складніший, ніж розв'язання задач лінійної оптимізації. У зв'язку з цим довгий час у практиці економічного управління моделі лінійної оптимізації успішно застосовувались навіть за наявності нелінійної залежності між чинниками. В одних випадках нелінійність була неістотною і нею можна було нехтувати, в інших – проводилася лінеаризація нелінійних співвідношень або застосовувалися спеціальні прийоми, наприклад будувалися так звані моделі апроксимацій, завдяки чому досягалася необхідна адекватність. Проте досить часто зустрічаються ситуації, для яких нелінійність є істотною, і згадані вище методи апроксимації не ефективні, у зв'язку з чим нелінійність необхідно враховувати в явному вигляді.

Слід мати на увазі, що, на відміну від завдання лінійної оптимізації (лінійного програмування), не існує одного або декількох алгоритмів, ефективних для розв'язання будь-яких нелінійних завдань. У зв'язку з цим розроблені алгоритми для певного класу (типу) завдань. Однак і в цьому випадку навіть програми, орієнтовані на вирішення певного класу завдань, не гарантують правильність вирішення будь-яких завдань з цього класу, і оптимальність рішення слід перевіряти у кожному конкретному випадку.

Назвемо деякі найбільш вживані методи вирішення задач нелінійної оптимізації:

- оптимізація нелінійної функції з обмеженнями на невід'ємність (найбільш широко використовуваними моделями даного класу є моделі квадратичного програмування);
- моделі опуклого програмування: при розв'язанні таких задач використовується метод множників Лагранжа, а також теорема Куна-Таккера;
- сепарабельне програмування: у задачах даного класу цільова функція і функції-обмеження можуть бути подані у вигляді сум окремих компонент. Дані задачі можуть бути зведені до задач лінійного програмування;
- нелінійне для дробу програмування: у таких задачах проводиться максимізація (мінімізація) цільової функції виду  $F_1(x) = F_1(x) / F_2(x)$ . Якщо функції  $F_1, F_2$  лінійні, то задача зводиться до лінійної.

*Неопукле програмування.* Задачі даного типу належать до найменш вивчених і найбільш складних задач нелінійної оптимізації. У даному випадку цільова функція і (або) функції-обмеження не опуклі. Надійних методів вирішення таких задач у даний час не існує.

У таблиці, поданій нижче, наведено найбільш типові класи задач і рекомендовані методи їх розв'язання.

Класи задач	Методи розв'язання
Пошукові	Нелінійне програмування
Розподілені	Лінійне програмування
Управління запасами	Теорія управління запасами
Масове обслуговування	Теорія масового обслуговування
Календарне планування	Теорія розкладу
Змагальні завдання	Теорія ігор

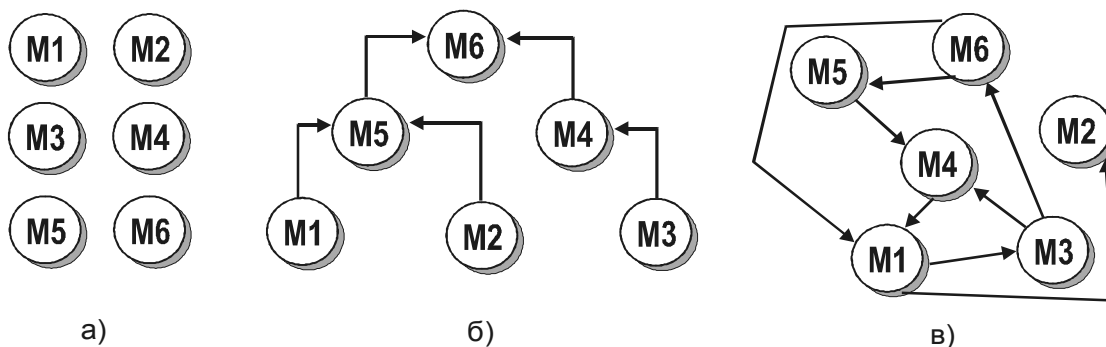
Взаємодію користувача з моделями забезпечує *система управління базою моделей*, що є однією з компонентів архітектури СППР.

До основних функцій СУБМ належать:

- 1) створення нових і редагування існуючих моделей;
- 2) каталогізація широкого діапазону моделей;
- 3) поєднання компонентів моделей у БМ;
- 4) інтеграція складових елементів моделей;
- 5) виконання набору загальних функцій керування БМ;
- 6) забезпечення засобів зв'язку з базою даних.

### **Проектування та програмна реалізація бази моделей і СУБМ**

Основним елементом бази моделей є власне моделі, які можуть бути незалежними одна від одної або утворювати різні структури: ієрархічні або мережні (рис. 2.5.2). Взаємозв'язок між моделями визначається потребами розв'язуваної задачі й особливостями їх реалізації.



**Рис. 2.5.2. Варіанти структури бази моделей:**

- а) моделі M1-M6 не залежать одна від одної;
- б) моделі M1-M6 утворюють ієрархічну структуру;
- в) моделі M1-M6 утворюють мережну структуру.

Програмне забезпечення для СУБМ розроблено значно слабкіше порівняно із СУБД і користувацьким інтерфейсом. Тому, як правило, розробники СППР змушені самостійно проектувати і програмно реалізовувати БМ і СУБМ. На рис. 2.5.3 наведені найбільш розповсюджені способи програмної реалізації БМ і СУБМ.



**Рис. 2.5.3. Способи програмної реалізації СУБМ і БМ**

Розглянемо більш докладно кожен спосіб програмної реалізації бази моделей.

1. *Додатки та їх бібліотеки.* Історично першим способом реалізації бази моделей були додатки і/або їх бібліотеки).

У додатках модель, як правило, являє собою процедуру (функцію). При цьому процес перетворення вихідних даних у вихідну інформацію відбувається всередині самого додатка.

Слід зазначити, що такий спосіб реалізації бази моделей варто використовувати тільки для формалізованих і структурованих задач, з чітким, добре прописаним і апробованим алгоритмом розв'язку. Разом з тим такий варіант програмної реалізації бази моделей не виконує своєї головної функції: створення нових і редагування існуючих моделей.

Частково зазначений недолік може бути усунутий за рахунок включення до складу програми транслятора виразів (другий спосіб реалізації моделі). У цьому випадку модель має бути представлена у вигляді рядка, що складається з операндів (тобто параметрів моделі і набору вбудованих функцій, що “знає” транслятор виразів) та операцій.

У процесі виконання програми транслятор виражень перетворить рядок у вигляд, “зручний” для розрахунків, а потім послідовно виконає всі операції, що мають у моделі доти, поки запис не скоротиться до одного елемента – результату обчислення вираження.

При такому способі реалізації БМ виконання моделі, як і раніше, відбувається всередині програми. Перевагою даного способу реалізації БМ є те, що користувач може коректувати існуючі й створювати нові моделі без залучення розробників.

До недоліків такого підходу варто віднести:

- а) модель може бути записана тільки у вигляді лінійного або умовного виразу, тобто даний спосіб не дає можливості реалізовувати циклічні обчислювальні процеси;
- б) модель може працювати тільки із заздалегідь визначеним набором функцій, зміна якого вимагає залучення розробника програми.

Третій спосіб усуває недоліки перших двох, дозволяючи створювати будь-які моделі засобами власної макромови. При цьому програма повинна бути оснащена інтерпретатором даної мови.

Поряд з очевидними перевагами даний спосіб реалізації моделі в СППР має низку не менш очевидних недоліків:

- а) складність програмної реалізації підсистеми створення моделі, макромови та її інтерпретатора пов'язана з універсальністю системи. Наслідком даного недоліку, як правило, стає висока вартість СППР;
- б) високі вимоги до кваліфікації фахівців, які розробляють моделі прийняття рішення в рамках таких СППР.

2. СУБД. З появою і розвитком концепції бази даних і СУБД з'явилася можливість реалізації моделей у базах даних. Кожна модель може бути реалізована у вигляді окремої збереженої процедури або тригера. При цьому виконання моделі буде відбуватися на сервері, тобто всередині БД і під керуванням СУБД, а користувачеві будуть надані тільки результати роботи процедури. При такому способі програмної реалізації БМ у ролі СУБМ виступає СУБД.

Перевагами такого способу реалізації бази моделей є:

- а) простота програмної реалізації моделі. При програмній реалізації моделі необхідно враховувати тільки ті умови, що передбачені даною моделлю;
- б) можливість додавання, редагування і видалення моделей. Це пов'язано з тим, що всі СУБД мають свої консолі, котрі дозволяють працювати з будь-яким елементом БД, у тому числі збереженою процедурою і тригером;
- в) висока швидкість роботи обумовлена тим, що моделі зберігаються разом з даними на сервері, тому час на "доставку" вихідних даних зведено до мінімуму. Відправлення тільки результатів роботи моделі, а не всього масиву даних, також призводить до економії часу.

До недоліків такого варіанта програмної реалізації бази моделей варто віднести:

- а) додаванням, редагуванням і видаленням моделей має займатися фахівець високої кваліфікації, який достатньо володіє основами алгоритмізації, досконально знає структуру БД, мову запитів SQL і синтаксис внутрішньої мови СУБД;

б) “поганий стиль програмування”. Даний недолік пов’язаний з обмеженнями внутрішньої мови СУБД, яка набагато бідніша порівняно з сучасними мовами програмування високого рівня, такими як C++, Java.

3. *Зовнішні додатки та його бібліотеки*. Основним принципом і методом при побудові СППР у цілому та БМ і СУБМ зокрема є принцип інтегрування прикладних систем.

При цьому під зовнішніми додатками мають на увазі електронні таблиці, САД-системи, текстові процесори та ін.

Суть реалізації БМ у зовнішніх додатках полягає в такому. Модель записується у форматі файла зовнішнього додатка, наприклад, послідовністю формул у книзі Excel. У процесі роботи СППР передає в зовнішній додаток вихідні дані, виконує над ними необхідні операції, результат цих перетворень повертається в СППР. При цьому роль СУБМ виконує зовнішній додаток.

До переваг даного способу варто віднести:

- а) можливість редагування БМ: створення нових, редагування існуючих моделей;
- б) простоту та високу швидкість реалізації моделей;
- в) мінімум спеціальних знань;
- г) можливість використання широкого спектра можливостей, наданих зовнішнім додатком.

Слід зазначити такі недоліки:

- а) значні витрати часу на виконання складних обчислень;
- б) залежність СППР від зовнішніх додатків;
- в) можливість появи помилок у роботі моделі, пов’язаних з помилками користувача.

### **Типи архітектури СППР**

Узагальнюючи різні визначення, можна зробити висновок, що структура СППР як системи складається із п’яти головних компонентів:

- бази даних;
- системи управління базою даних;
- бази моделей;
- системи управління базою моделей;
- користувацького інтерфейсу.

Залежно від характеру і типу зв’язків між цими компонентами в задачах конструювання СППР виділяють чотири базові різновиди структур СППР: мережна, міст, шарова (типу “сандвіч”), вежа.

Незалежно від типу структури кожна з них містить три компоненти: діалог, базу даних і базу моделей.

Структуру *мережної СППР* зображено на рис. 2.5.4.

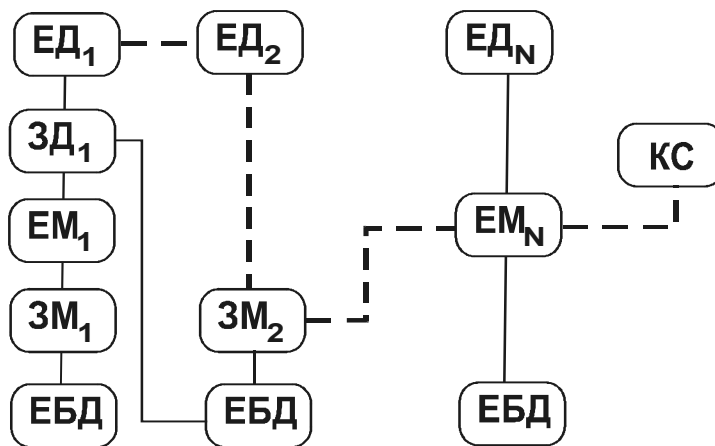


Рис. 2.5.4. Мережна структура СППР

До складу мережної структури СППР входять:

- елементи діалогу користувача й СППР (ЕД);
- елементи моделювання – складові бази моделей (ЕМ);
- елементи бази даних (ЕБД);
- елементи інтерфейсу – “система обслуговування зв’язань” (обслуговування зв’язків з діалогом (ЗД); обслуговування зв’язків з моделюванням – ЗМ);
- координатор системи обслуговування зв’язків (КС).

Переваги структури мережі:

- елементи структури мережі можуть бути неоднорідними, виникати в різний час і проектуватися різними особами;
- додавання нового елемента діалогу або бази моделей зводиться тільки до розвитку “системи обслуговування зв’язань”;
- відрізняється простотою і легкістю в інтегруванні окремих (незалежно побудованих) елементів СППР.

Недоліком мережної структури СППР є велика кількість елементів діалогу. Відповіді на цікавлячі ОПР питання з приводу рішень задач керування формуються в результаті синтезу ланцюжків переходів на елементах структури СППР. У загальному випадку такі ланцюжки можуть формуватися довільним чином за ініціативою ОПР. У той же час для підвищення ефективності системи варто виділити стійкі локальні ланцюжки – підструктури, що реалізують окремі задачі (комплекси задач).

Структуру СППР типу “міст” наведено на рис. 2.5.5.



**Рис. 2.5.5. Структура СППР типу “міст” [43]**

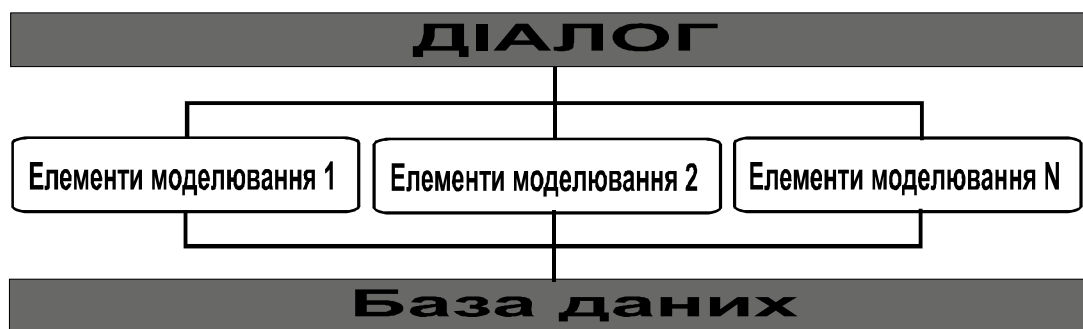
До переваг даної структури СППР варто віднести:

- єдину монолітну систему обслуговування з’єднань;
- низьку вартість включення нових функцій.

Недоліки:

- локальні елементи, недоступні для інших користувачів;
- вимога, щоб усі локальні елементи обслуговувалися тими самими апаратними засобами.

*Структура типу “сандвіч” (шарова)* включає безліч елементів моделювання, кожний з яких користується єдиною базою даних і єдиною системою діалогу. Схему структури типу “сандвіч” наведено на рис. 2.5.6.



**Рис. 2.5.6. Структура СППР типу “сандвіч”**

Переваги структури типу “сандвіч”:

- кожен елемент моделювання користується однією і тією ж базою даних;
- пересилання даних між окремими елементами моделювання відбувається через загальну базу даних;
- доцільно використовувати при великих масивах даних і використанні програм, що перетворюють дані.



Недоліки:

- труднощі інтеграції зовнішніх даних (потрібна їх трансформація);
- всі елементи структури вимагають одного програмного забезпечення.

Структуру СППР типу “вежа” зображено на рис. 2.5.7.

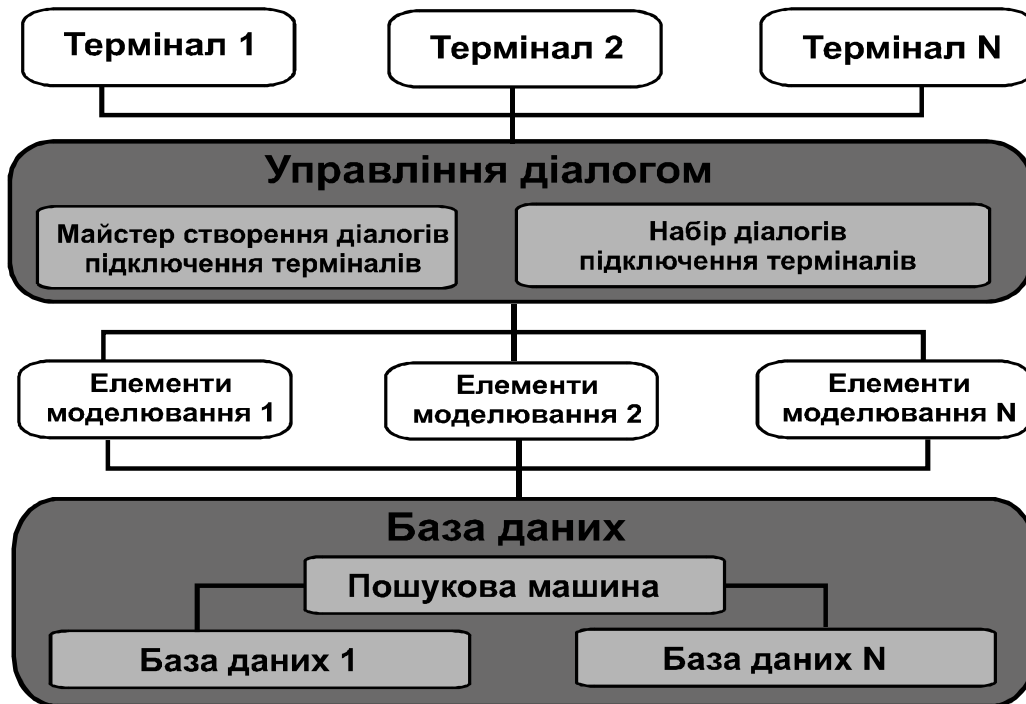


Рис. 2.5.7. Структура СППР типу “вежа” [43]

До основних переваг цієї структури можна віднести:

- можливість поєднувати різне устаткування апаратного забезпечення;
- можливість поєднувати різні бази даних.

Недоліки:

- труднощі при інтеграції всіх елементів системи;
- велика залежність від окремих зв'язків діалогу з базою даних;
- експлуатаційні труднощі у випадку наявності багатьох рівнів в організації.

Вибір однієї з перерахованих структур СППР є досить складною задачею і визначається набором критеріїв. У табл. 2.5.2 наведений порівняльний аналіз чотирьох типів архітектур за десятьма критеріями (найвищий ранг має цифра 1, а найнижчий – 4).

## Порівняння структур СППР

Критерій	Мережа	Міст	Сандвіч	Вежа
Можливість створення монолітного з'єднання з користувачем	4	3	2	1
Вартість включення нових функцій	2	1	4	3
Вартість підключення нових баз	2	3	4	3
Експлуатаційні витрати	4	2	1	3
Можливість реалізації	4	3	1	2
Надійність	4	3	1	2
Адаптивність	1	2	4	3
Ефективність з обсягу інтерпретації даних	4	2	1	3
Незалежність від операційної системи	4	3	1	2
Придатність інструментів для конструювання елементів СППР	4	3	1	2

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняття “архітектурне проектування”.
2. Перелічіть принципи, на основі яких повинна будуватися архітектура системи.
3. Перерахуйте переваги та недоліки різних способів програмної реалізації БМ.
4. Наведіть базові компоненти СППР і визначте їх призначення.
5. Перелічіть фактори, що обумовлюють вимоги до побудови інтерфейсу “користувач – система”.
6. Дайте характеристику механізмів організації взаємодії користувача і СППР.
7. У чому суть інтерфейсу, заснованого на меню, та адаптивного інтерфейсу?
8. У чому основна перевага інтерфейсу на основі природної мови?
9. У чому відмінність підсистеми даних СППР від підсистеми даних традиційної комп'ютеризованої інформаційної системи?
10. Які моделі містить у собі база моделей?
11. Перелічіть основні функції СУБМ.
12. Дайте коротку характеристику основних типів архітектури СППР.
13. У чому схожість і відмінність між СУБД і СУБМ?
14. Що таке проектування бази моделей?

*Література: 2; 6; 9-12; 19; 21; 22; 24; 27; 29; 31; 35; 37; 43; 45; 46.*

## Тема 6. КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Мета:* ознайомитися з класифікацією СППР за різними ознаками; розглянути особливості створення та проектування СППР залежно від типу моделі, до якої вона належить.

*Ключові поняття:* прикладні СППР; СППР-генератори; СППР-інструментарій; системи, орієнтовані на дані; системи, орієнтовані на знання; концептуальна модель Спрата; еволюціонуюча СППР; модель ієрархії управління; СППР для планування та прогнозування; СППР для конторської діяльності.

### Класифікація СППР

Існує велика кількість СППР, що відрізняються одна від одної цілями, призначенням, предметними галузями. Тому для уніфікації розуміння поняття СППР, підходів до розробки СППР та їхнього використання проводяться класифікації СППР.

До основних класифікаційних ознак варто віднести:

- інструментальний підхід до створення СППР;
- ступінь залежності ОПР від СППР;
- міру підтримки ухвалення рішення;
- моделі СППР;
- школи створення СППР (розглянуто в розд. 5).

Розглянемо більш докладно класифікації за визначеними ознаками.

Класифікація на основі інструментального підходу. Дана класифікація пов'язана з розробкою і застосуванням програмних засобів швидкої розробки СППР. Даний клас СППР містить у собі:

- а) *прикладні системи підтримки прийняття рішення*, тобто СППР, призначені для використання кінцевими користувачами. Ці системи орієнтовані на підтримку індивідуального або колективного ОПР при вирішенні проблем у конкретних ситуаціях або для загального користування і відповідно поділяються на функціонально-спеціалізовані та універсальні;
- б) *СППР-генератори* являє собою пакет пов'язаних програмних засобів (пошуку і видачі даних, моделювання), що дозволяє швидко створювати спеціалізовану СППР;
- в) *СППР-інструментарій* відповідає найбільш високому рівневі технологічності, оскільки дозволяє створювати як спеціалізовані СППР, так і СППР-генератори. До складу СППР-інструментарію входять:
  - мови спеціалізованої спрямованості;
  - удосконалені операційні системи;
  - засоби введення-виведення;
  - інструменти відтворення кольорових графічних образів тощо.

Класифікація СППР на *основі ступеня залежності ОПР* у процесі прийняття рішення поділяється на:

- термінальну підтримку, що використовується у випадку, коли ОПР має авторитет і відповідні повноваження і несе відповідальність за ухвалення рішення та забезпечення його реалізації;
- групову підтримку, що застосовується у випадку, коли рішення приймаються в результаті переговорів і взаємодії між декількома ОПР;
- організаційну підтримку, що здійснюється у випадку, коли ОПР приймає тільки частину рішень, що передається наступній ОПР для подальшої роботи.

Класифікація на *основі міри підтримки прийняття рішень* містить у собі два підкласи: “Системи, орієнтовані на дані” і “Системи, орієнтовані на моделі”, кожний з яких поділяється на види (табл. 2.6.1).

Таблиця 2.6.1

**Класифікація СППР за ознакою  
“Міра підтримки прийняття рішень”**

Системи, орієнтовані на дані	Системи накопичення файлів	Забезпечують доступ до елементів даних і містять тільки підсистеми інтерфейсу користувача, БД і СУБД
	Системи аналізу даних	Дозволяють проводити маніпуляцію над даними і одержувати протоколи аналізу з використанням спеціально розроблених і загальних засобів
	Системи аналізу інформації	Забезпечують доступ до декількох баз даних і до невеликих моделей. Ці системи поєднують виходи системи аналізу даних, що орієнтовані на обслуговування запитів користувачів, з даними від зовнішніх джерел інформації
Системи, орієнтовані на моделі	Системи на основі розрахункових моделей	Дозволяють оцінювати наслідки планових дій за допомогою процедур, в основі яких лежать точні, надійні і добре формалізовані моделі
	Системи на основі образних моделей	Генерують оцінки наслідків дій на основі частково визначених імітаційних моделей
	Системи на основі оптимізаційних моделей	Забезпечують вибір напрямків дій шляхом ідентифікації оптимальних рішень, сумісних з набором обмежень
	Системи на основі рекомендаційних моделей	Виробляють конкретні рекомендовані рішення для слабоструктурованих задач. Системи даного класу дають готові рішення задач

Інформація про різні підходи до класифікації СППР наведена в табл. 2.6.2.

**Класифікація СППР**

Класифікаційна ознака	Типи систем
Призначення СППР: інструментальний підхід	Прикладні СППР, СППР-генератори, СППР-інструментарій
Спеціалізація СППР	Функціонально-спеціалізовані СППР, універсальні СППР
Характер вибору	Цілісний вибір, багатокритеріальний вибір
Тип моделі	Об'єктивна модель, суб'єктивна модель
Ступінь залежності ОПР у процесі прийняття рішень	Термінальна підтримка, групова підтримка, організаційна підтримка
Ієрархічний рівень управління	Вища ланка управління, середня ланка управління, нижча ланка управління
Часовий горизонт	Стратегічне управління, тактичне управління, оперативне управління
Професійна сфера	Мікроекономіка, макроекономіка, оцінка та розповсюдження технологій тощо

Однак слід зазначити, що з точки зору створення і проектування СППР доцільно розглядати їх з погляду моделі СППР і школи створення.

**Моделі СППР**

Виділяють шість груп моделей СППР. До них належать:

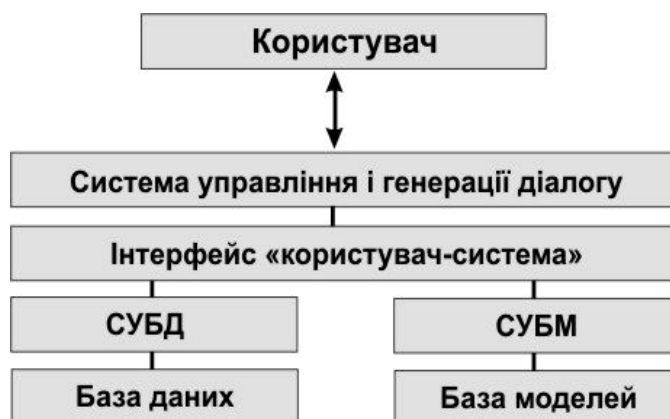
- 1) засновані на інформаційних технологіях;
- 2) засновані на знаннях;
- 3) ієрархії управління;
- 4) орієнтована на особистість ОПР;
- 5) для планування і прогнозування;
- 6) для конторської роботи.

Розглянемо деякі з перерахованих моделей.

Основним призначенням *моделей, заснованих на інформаційних технологіях*, є підвищення якості рішень, прийнятих управлінським персоналом організації за рахунок використання інформаційних технологій.

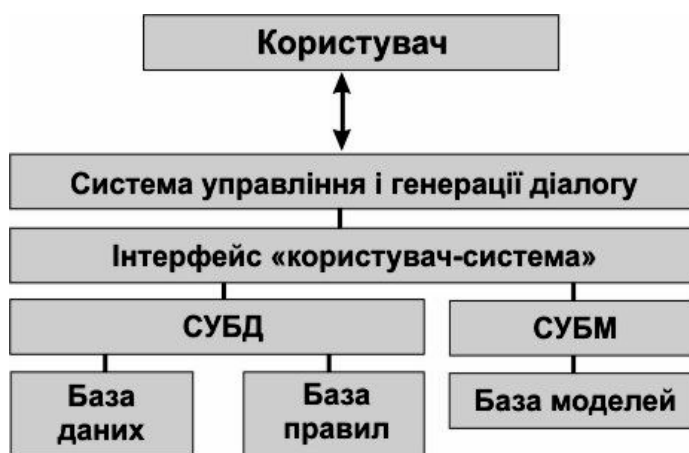
У рамках даного підходу розроблені дві моделі: модель Спрата і її розвиток – модель СППР, що еволюціонує.

*Концептуальна модель Спрата* зображена на рис. 2.6.1 і включає такі компоненти: інтерфейс “користувач – система”, БД і СУБД, БМ і СУБМ.



**Рис. 2.6.1. Структурна схема СППР Спрага**

Структурна схема *еволюціонуючої СППР* (рис. 2.6.2) є подальшим розвитком моделі Спрага. Крім користувацького інтерфейсу, БД і БМ ця система включає базу текстів і базу правил, завдяки чому розширюються її функціональні можливості. Інформаційна база СППР дає змогу використовувати як менш структуровані види інформації (тексти звичайною мовою), так і більш структуровану інформацію (правила подання знань, евристичні процедури).



**Рис. 2.6.2. Структурна схема СППР, що еволюціонує**

Модель *СППР, що базуються на знаннях*, поєднує технології підтримки рішень і технології штучного інтелекту, що є перспективним напрямком розвитку СППР.

Відмінною рисою СППР, заснованої на знаннях, є здатність “розуміти” проблеми, тобто здатність прийняти запит користувача, зібрати відповідну інформацію і підготувати звіт.

Модель СППР, що базується на знаннях, зображена на рис. 2.6.3. Вона складається з трьох взаємодіючих частин:

- мовної системи;
- системи знань (БД, СУБД, база знань (БЗ) і система управління базою знань (СУБЗ));
- системи обробки проблем (проблемний процесор).

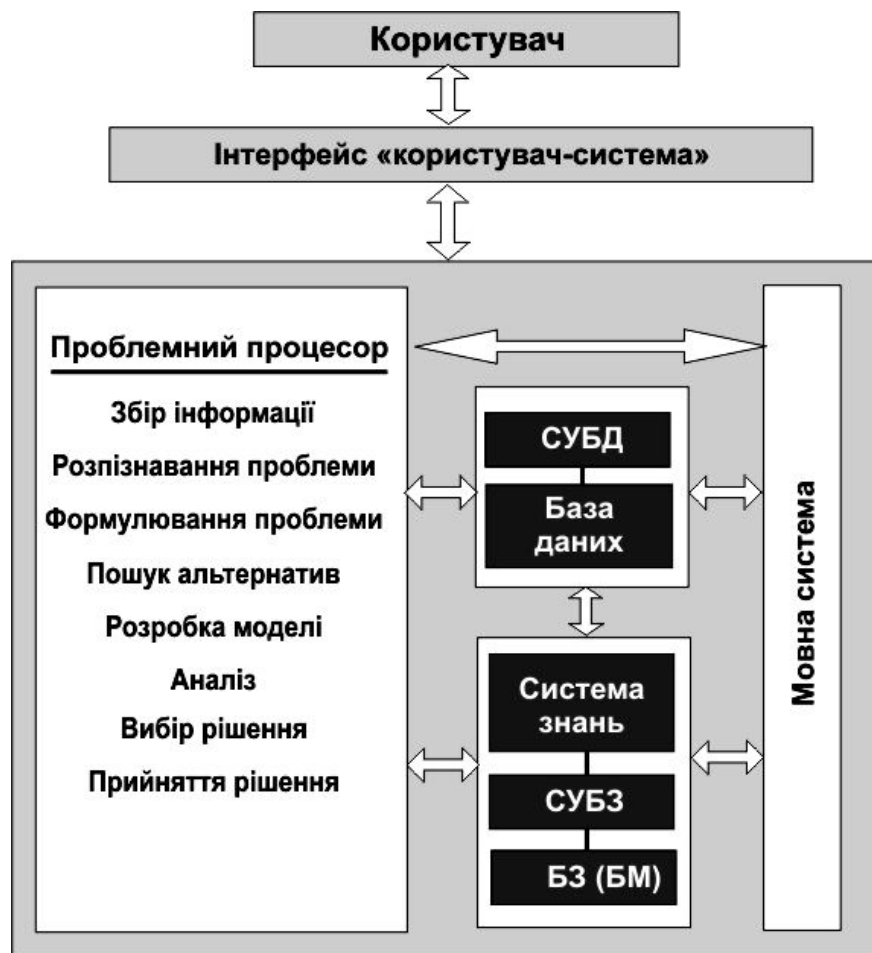


Рис. 2.6.3. Структурна схема СППР, яка базується на знаннях

СППР, побудована відповідно до моделі ієрархії управління, забезпечує підтримку ОПР на всіх рівнях управління. Інформація організується за принципом “зверху вниз”, тобто чим вище рівень ієрархії, тим вище ступінь стиску інформації. При русі вниз по рівнях ієрархії зростає ступінь деталізації інформації.

СППР, орієнтовані на особистість користувача, що приймає рішення, реалізують ідею універсальної підтримки різнобічних процесів прийняття рішень. Для більш повного розуміння контексту проблем підтримки рішень потрібно зіставити деякі аспекти обробки інформації людиною і комп’ютером. Обробка інформації людиною

тісно пов'язана з біологічною спеціалізацією мозку: ліва півкуля виконує раціональні, впорядковані й динамічні функції (кількісний характер дій), права – інтуїтивні, паралельні дії (якісний характер).

У літературі з психологічних аспектів способу дій ОПП при прийнятті рішень виділяють аналітичний і евристичний стилі. ОПП, яка представляє аналітичний стиль, надає перевагу процедурам та аналітичним інструментам, які забезпечують оптимальні рішення. ОПП з евристичним стилем дій, навпаки, виконує процедури типу спроб і помилок або використовує нагромаджений досвід. Перехід від аналізу до евристики зводиться, таким чином, до переходу від математичної точності до процедур наближення, які дають змогу отримувати задовільні рішення, хоча й не обов'язково оптимальні. Останнім часом поширився *квалітативний (якісний)* підхід до створення СППР, коли елементи евристичного й комп'ютерного моделювання включаються в операційні дослідження і комп'ютерне моделювання з тим, щоб охопити всі управлінські процеси, які виконуються людиною, тобто область квалітативної підтримки рішень. Це послужило основою створення *моделей СППР квалітативної орієнтації*, тобто СППР, які реалізують функції правої півкулі мозку людини.

Контрасти між СППР *лівопівкульної (кількісної) і правопівкульної (якісної)* орієнтації – значні. Коли перші мають справу переважно з числовими базами даних, СППР правої півкулі працюють зі словами, фразами й рішеннями. До інших антиномій належать такі: числове порівняння проти якісного аналізу подібності (схожості); статистична обробка даних проти формулювання *таксомонії* (дослідження питань обсягу і взаємного відношення підпорядкованих груп і категорій, питань класифікації); аналіз дисперсії і коваріації проти аналізу змісту.

Екстраполяція, висновок і логічне порівняння відбуваються у межах “лівої півкулі” шляхом простих числових операцій, числового порівняння; в області “правої півкулі” ці процеси проявляються як комбінаторне генерування і переструктурування. Таким способом моделювання викликає евристику, оптимізацію і симуляцію (в типовій СППР “лівої півкулі”) або створення сценаріїв, симуляцію та оцінювання якісних результатів (система СППР “правої півкулі”). Нарешті, концепція закритості й відкритості добре відповідає поняттям “лівої півкулі” і “правої півкулі” відповідно. Очевидно, підхід до відбору інформації, фільтрації й розпізнавання образів, екстраполяції і створення висновків, до моделювання істотно відрізняється при переході від жорсткого “лівопівкульного” простору до якіснішої “правопівкульної” СППР, для якої характерними термінами будуть знання, розум, аналогії, сценарії.



У майбутньому може з'явитись “тотальна” СППР, яка складатиметься з двох модулів для “лівопівкульної” і “правопівкульної” підтримки та деякого сполучення між ними. Така архітектура зі штучним інтелектом може призвести до створення системи, в якій структурована задача автоматично направляє в кількісний модуль, слабоструктурована розв'язується шляхом застосування квалітативних функцій СППР, а задача довгострокового планування викличе найпотрібніші субмодулі двох частин СППР, які шляхом взаємодії дають змогу отримати очікуваний результат.

Планування і прогнозування діяльності підприємств (від малих фірм до великих корпорацій) є однією з найширших сфер застосування СППР. *СППР для планування та прогнозування* підтримують такі аналітичні засоби, як аналіз прикладів, тобто оцінка значень вихідних величин для заданого набору значень вхідних змінних; параметричний аналіз типу “що...якщо...”; аналіз чутливості; аналіз можливостей, що полягає у знаходженні значень вхідної змінної, яка забезпечує бажаний кінцевий результат; аналіз впливу; аналіз даних; порівняння та агрегування; командні послідовності – можливість записувати, здійснювати, зберігати для подальшого використання регулярно виконувани серії команд і повідомлень; аналіз ризику; оптимізація тощо.

*СППР для конторської діяльності.* У сучасному офісі інтелектуальна діяльність працівників спрямована на збирання та аналіз необхідної інформації, генерування, обговорення та розповсюдження нових ідей, прийняття відповідних рішень.

СППР офісу можуть охоплювати різні підсистеми, зокрема за функціональною ознакою можна виділити три групи:

- процесорні пристрої різної продуктивності;
- локальні мережі зв'язку;
- робочі станції.

Процесорні системи, починаючи від персональних ЕОМ і закінчуючи високопродуктивними багатопроцесорними системами, забезпечують обробку й зберігання інформації на різних рівнях ієрархії управління.

Локальні мережі забезпечують обмін діловою інформацією, яка перебуває у різних користувачів, організацію телеконференцій, прийняття колективних рішень.

Робочі станції охоплюють широкий набір пов'язаних із процесорами термінальних пристроїв, пристроїв для обміну інформацією, засобів телекомунікації.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Перелічіть ознаки, на основі яких можна класифікувати СППР.
2. Що таке СППР-генератори?
3. Яке призначення СППР-інструментарію? У чому його відмінність від СППР-генераторів?
4. Перелічіть класи СППР, отримані на основі їхнього розподілу, за ознакою “ступінь залежності ОПР”. Охарактеризуйте їх.
5. На які класи можна розділити СППР за ознакою міри підтримки прийняття рішень?
6. Дайте визначення поняття “модель СППР”. Перелічіть основні моделі СППР.
7. У чому суть концептуальної моделі Спрата?
8. У чому відмінність моделі СППР, що еволюціонує, від моделі Спрата?
9. У чому суть моделі, заснованої на знаннях? Перелічіть її основні компоненти.
10. Який принцип використовується при організації інформації в моделі ієрархії управління?
11. У чому суть орієнтації СППР на особистість ОПР?

*Література: 4; 7; 9; 11; 12; 26; 29; 35; 45; 46.*

## ТЕМА 7. СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ СХОВИЩ ДАНИХ ТА OLAP-ТЕХНОЛОГІЙ

*Мета:* ознайомитися з теоретичними аспектами технології побудови СППР на основі сховищ даних; вивчити основи аналітичної обробки інформації; розглянути основні принципи використання інтелектуального аналізу даних для прийняття рішень.

*Ключові поняття:* сховище даних; склад даних; вітрина даних; куб даних; метадані; репозитарій; вітрина даних; архітектура СППР; аналітична інформація; інтелектуальний аналіз; оперативна аналітична обробка інформації (OLAP), виявлення знань у базах даних (KDD), добування даних (Data Mining); куб даних.

### **Поняття сховища даних. Склади даних**

Один із аспектів класифікації СППР полягає у розподілі їх залежно від даних, з якими вони працюють. За цією ознакою СППР поділяються на оперативні та стратегічні.

СППР типу ІСУ подають користувачеві кінцеві набори звітів, побудованих на основі даних інформаційної системи підприємства.

Ознаки даних СППР подано на рис. 2.7.1.

---

*ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”*

### Ознаки СППР типу ІСУ

- Звіти базуються на невеликій кількості стандартних для підприємства запитів
- ІСУ формує звіти в максимально зручному вигляді - таблиці, ділова графіка, мультимедійні документи
- ІСУ здебільшого орієнтовані на конкретний вертикальний ринок (фінанси, маркетинг, управління)

Рис. 2.7.1. Ознаки СППР типу ІСУ

Стратегічні СППР відрізняються такими властивостями (рис. 2.7.2):

### Ознаки стратегічних СППР

- Припускають глибоке використання даних
- Для визначення правил прийняття рішень використовуються агреговані дані
- Створюються тільки в тому випадку, коли структура бізнесу визначена і є підстави для узагальнення

Рис. 2.7.2. Ознаки стратегічних СППР

Стратегічні СППР необхідно розуміти як механізм розвитку бізнесу.

У процесі побудови та використання стратегічних СППР виникла проблема, сутність якої полягає в тому, що технологія підготовки інтегрованої інформації на основі запитів і звітів стала неефективною. Причиною цього є різке збільшення кількості і різноманітності даних.

Вирішення даної проблеми сформульовано у вигляді *концепції Сховища даних* (СД) (Data Warehouse – DWH).

Сховища даних – це база даних, що містить попередньо оброблені вихідні (“поодинокі”, “операційні” та ін.) дані. Призначення обробки полягає в тому, щоб зробити дані придатними і зручними для аналітичного використання різними класами користувачів, зберігши при цьому інформативність вихідних даних.

Сховище даних може містити дані якогось одного або декількох типів.

Однією з основних властивостей таких інформаційних структур є *багатовимірна модель представлення даних*.

Такі набори даних (багатовимірні куби, гіперкуби, метакуби, OLAP-куби) дозволяють підвищити ефективність роботи з даними, а також дають можливість у реальному часі генерувати складні запити, створювати звіти, виділяти підмножини даних, створювати описові і порівняльні зведення даних. Структури даних у сховищах даних наведено на рис. 2.7.3.



**Рис. 2.7.3. Структури даних у сховищах даних**

Основні функції сховища даних:

- управління та автоматизація роботи з даними;
- пошук і розуміння даних;
- підтримка рішень за рахунок аналізу й ефективного використання даних;
- підтримка механізмів доступу для одержання даних з оперативних різноманітних джерел;
- консалтингові послуги, що сприяють ефективному здійсненню проектів.

Основні відмінності оперативних систем і сховищ даних подано у табл. 2.7.1.

**Основні відмінності між оперативними базами даних і сховищами**

Оперативна система	Сховище даних
Дані підтримують оперативні процеси, базові запити	Дані підтримують історичні запити, аналіз тенденцій і прийняття стратегічних рішень
Структура, що орієнтована на додаток	Структура, орієнтована на предметну галузь
Можуть утримуватися розрізнені дані й домени	Єдине, погоджене на рівні підприємства з загальними доменами даних
Повна нормалізація для контролю цілісності даних	Контрольована денормалізація для ефективного добування даних
Поточні значення даних	Дані з повною або частковою історією змін
Мінімальна кількість похідних даних	Базові й агреговані дані
Містяться всі оперативні дані, що необхідні в даний момент	Містяться дані, що мають цінність у часі
Містяться дані, які виникли в основному в межах підприємства	Містяться внутрішні дані підприємства, а також корисні зовнішні дані

**Етапи проведення робіт щодо створення СППР на основі сховищ даних**

Побудова СППР, що базуються на використанні сховищ даних, здійснюється на основі організації циклу “дані – проблема”, структуру якого ілюструє рис. 2.7.4.

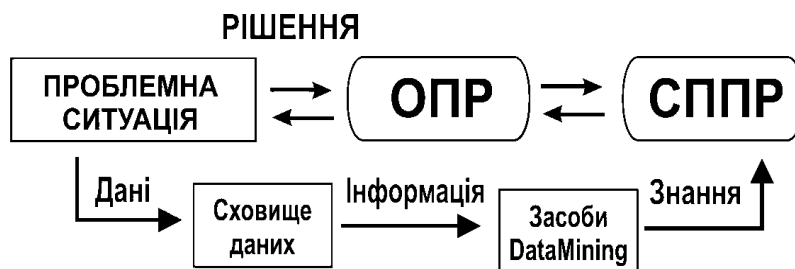


Рис. 2.7.4. Структура циклу “дані – проблема”

Досить часто для реалізації сховища даних на ринку пропонуються типові рішення. Але такий підхід не завжди можна назвати оптимальним. Сховища даних і СППР, побудовані на їх основі, повинні постійно розширювати функціональне навантаження й ускладнювати свою структуру.

Тому проекти щодо створення сховищ даних містять у своїй структурі декілька послідовних етапів, а подальше удосконалення сховища повинне продовжуватися протягом всього життєвого циклу.

*Комплекс задач* щодо створення сховища даних передбачає такі етапи:

- 1) передпроектне обстеження організації – пошук пріоритетних задач управління, дослідження інформаційних джерел;
- 2) логічне моделювання – побудова логічних моделей сховищ і вітрин даних;
- 3) розробка архітектури – вибір апаратного і програмного забезпечення, способів взаємодії компонентів;
- 4) фізичний дизайн баз даних сховища і вітрин даних – написання або автоматична генерація програм для створення об'єктів баз даних: таблиць, представлень, облікових записів користувачів та ін.;
- 5) розробка процедур наповнення сховища та вітрин даних – налаштування спеціалізованих інструментів або розробка додатків із використанням традиційних засобів розробки додатків;
- 6) розробка користувацьких додатків – написання або автоматична генерація програм для створення об'єктів баз даних: таблиць, представлень, облікових записів користувачів та ін.;
- 7) підтримка і розвиток системи – поточне адміністрування, періодичне завантаження даних, регулювання прав доступу, ітеративне розширення сховища.

Основні етапи робіт зі створення СППР на основі сховища даних відрізняються від створення звичайної СППР деталями розробки і впровадження власне сховища даних.

### ***Методики проведення робіт зі створення СППР, що використовують сховища даних***

Розробка і впровадження СППР на основі сховищ даних пов'язані з використанням двох нових понять: “*вітрини даних*”, “*сховище мета-даних (репозитарій)*”.

Джерелом інформації для *вітрини даних* може бути загальне сховище даних компанії, однак існують також структури СППР, при яких вітрини даних створюються і функціонують незалежно.

Обсяг даних у вітринах даних звичайно обмежений порівняно із загальним сховищем даних, при цьому вітрини даних значно менш вимогливі до потужностей щодо обчислення, вони можуть містити дані, що часто використовуються, агреговані дані.

Побудову схеми взаємодії корпоративного сховища і вітрин даних, яка необхідна при створенні СППР, варто здійснювати на таких рекомендаціях:

1. Визначити деяку спеціальну структуру для збереження історичних даних.
2. Додатково розгорнути ряд вітрин, що заповнюються даними з цієї структури.

Виконання даних вимог дозволяє розділити процеси накопичення історичних даних та їхній аналіз.

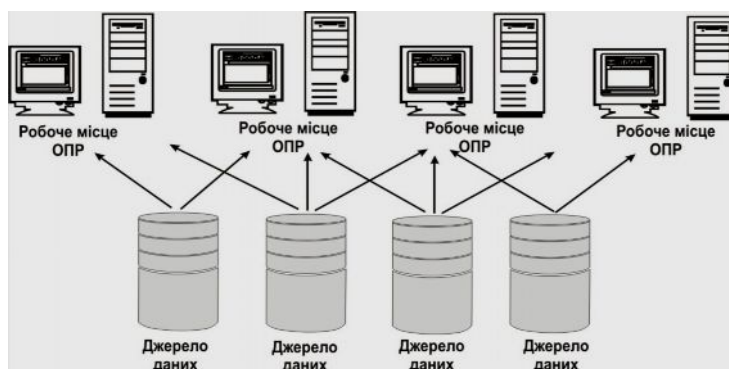
Другий інструмент – *сховище метаданих*. Наявність сховища метаданих забезпечує принципову відмінність СППР на основі сховищ даних від інтегрованої системи управління підприємством.

При розробці системи управління метаданими виконуються такі кроки:

- аналіз процесів виникнення, зміни й використання метаданих;
- проектування структури збереження метаданих;
- організація прав доступу до метаданих;
- блокування і вирішення конфліктів при спільному використанні метаданих;
- поділ метаданих між вітринами даних;
- узгодження метаданих сховища даних з репозитарієм CASE-засобів, застосовуваних при проектуванні та розробці сховища;
- реалізація користувачького інтерфейсу з репозитарієм.

Архітектуру створювання СППР (стосовно технологій сховищ і вітрин даних) можна поділити на чотири основні типи:

1. Архітектура *функціональної СППР*. Функціональна СППР передбачає взаємодію ОПР безпосередньо з джерелами даних. Схему, що відображає основні компоненти архітектури, подано на рис. 2.7.5. Такі системи досить широко поширені і свідчать про недостатньо високий рівень розвитку аналітичної обробки та інформаційної системи підприємства.



**Рис. 2.7.5. Архітектура функціональної СППР**

2. СППР з *незалежними вітринами даних* поширені на великих підприємствах (рис. 2.7.6). Таким підприємствам властива велика кількість підрозділів і департаментів, до складу яких входять власні відділи інформатизації. Тому незалежні вітрини даних часто з'являються в процесі функціонування і розвитку систем.



**Рис. 2.7.6. Архітектура СППР із незалежними вітринами даних**

3. Архітектура СППР із *дворівневим сховищем даних* передбачає використання централізованого сховища даних, організація якого і процеси перетворення узгоджуються в межах підприємства (рис. 2.7.7). Сховище створює й обслуговує спеціальний підрозділ, що складається з фахівців безпосередньо в галузі сховищ даних та аналітичної обробки інформації.



**Рис. 2.7.7. Архітектура СППР із дворівневим сховищем даних**

4. Крім надання єдиного інформаційного джерела масштабу великого підприємства, *тривірневе сховище* даних надає також вітрини даних, що відбивають підмножини даних зі сховища, організовані для вирішення задач окремих підрозділів компанії (рис. 2.7.8). ОПР мають можливість одержувати інформацію як через вітрини, так і через доступ до інформації з даних сховищ окремих підрозділів, і для одержання більш загальної інформації – даних масштабу підприємства.





**Рис. 2.7.8. Архітектура СППР із трирівневим сховищем даних**

Кожна з розглянутих архітектур СППР має свої переваги й недоліки. Порівняльна характеристика розглянутих типів структур наведена в табл. 2.7.2.

*Таблиця 2.7.2*

**Порівняльна характеристика типів архітектур СППР  
(стосовно технологій сховищ і вітрин даних)**

Тип архітектури СППР	Переваги	Недоліки
Функціональна СППР	<ul style="list-style-type: none"> <li>- швидке впровадження за рахунок відсутності етапу перевантаження даних у спеціалізовану систему;</li> <li>- мінімальні витрати за рахунок використання однієї платформи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зменшується функціональність СППР (єдине джерело даних);</li> <li>- невисока якість даних, відсутність попереднього очищення даних;</li> <li>- велике навантаження на систему – складні запити можуть призвести до припинення роботи</li> </ul>
Незалежні вітрини даних	<ul style="list-style-type: none"> <li>- швидке впровадження;</li> <li>- точно реалізують цілий ряд заданих функцій, запитів та ін.;</li> <li>- дані у вітрині оптимізовані для визначених груп користувачів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дублювання даних у різних вітринах, необхідність підтримки несуперечності даних;</li> <li>- складний процес наповнення вітрин даних при великій кількості джерел даних;</li> <li>- дані не консоліднуються на рівні підприємства, відсутнє єдине уявлення про підприємство</li> </ul>
Дворівневе сховище даних	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дані зберігаються в єдиному екземплярі, мінімальні витрати на збереження;</li> <li>- немає необхідності синхронізувати копії даних;</li> <li>- дані консоліднуються на рівні підприємства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дані не структуруються для підтримки потреб окремих користувачів або груп;</li> <li>- можливі проблеми з продуктивністю системи;</li> <li>- можливі труднощі з розмежуванням прав доступу</li> </ul>

Тип архітектури СППР	Переваги	Недоліки
Трирівневе сховище даних	<ul style="list-style-type: none"> <li>- створення і наповнення вітрин даних виконується з єдиного стандартизованого надійного джерела очищених нормалізованих даних;</li> <li>- є загальна структура даних підприємства;</li> <li>- вітрини даних синхронізовані і сумісні з загальною структурою даних підприємства;</li> <li>- можливість простого розширення сховища;</li> <li>- гарантована продуктивність</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- надмірність даних, що призводить до зростання обсягу сховища;</li> <li>- потрібна погодженість із прийнятою архітектурою багатьох областей з потенційно різними вимогами (наприклад, швидкість впровадження іноді конкурує з вимогами додержання архітектурного підходу)</li> </ul>

### **Призначення та способи використання аналітичної інформації**

На сьогодні більшість підприємств, що вдало функціонують і розвиваються, впровадили у свою діяльність інформаційні системи різної складності й призначення.

Незалежно від типу інформаційних систем навіть за порівняно невеликий термін функціонування (2-3 роки) системи накопичують значні обсяги інформації. З огляду на це часто ускладнюється процедура доступу до даних, що оперативно використовувалися ще 6-12 місяців тому.

Тому існує значна проблема при використанні звичайної інформаційної системи для вирішення задач встановлення зв'язків між різними подіями, аналізу динамічних змін цілої групи показників, аналізу взаємного впливу показників, розташованих у різних базах даних підприємства.

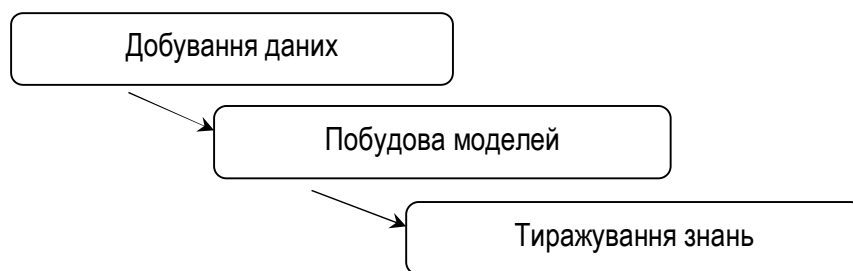
Враховуючи складність структури і великі обсяги баз даних, для вирішення такого класу задач необхідне впровадження спеціальних програмних продуктів, що дозволяють не тільки вирішувати задачі аналітичної обробки інформації, але й, найголовніше, безпосередньо використовувати дані з різних оперативних баз даних підприємства.

Існують різні методи такого аналізу даних і різна глибина реалізації для підтримки прийняття рішення.

Розглянемо основні методи аналітичної обробки даних у СППР, до яких належать такі:

- *OLAP* (On-Line Analytical Processing);
- *KDD* (Knowledge Discovery in Databases);
- *DM* (Data Mining).

На рис. 2.7.9 подано схему, що ілюструє глибину реалізації аналізу даних.



**Рис. 2.7.9. Глибина реалізації аналізу даних**

### **Оперативна аналітична обробка інформації**

Велика частина сучасних СППР орієнтована на роботу зі сховищами даних.

Для того, щоб ОПР міг ефективно використовувати багатовимірні сховища даних для підтримки прийняття рішень, у багатьох СППР передбачається можливість подання даних у зручному вигляді для оперативного аналізу отриманої інформації.

Це так звані багатовимірні набори даних (багатовимірні куби, гіперкуби, метакуби).

*OLAP-куби* являють собою проекцію вихідного куба даних на куб даних меншої розмірності. Значення осередків таких кубів, як правило, являють собою агреговані дані (сума, середнє, кількість, мінімум, максимум).

Часто використання традиційних реляційних серверів для сховищ даних не є ефективним, з огляду на складність *OLAP*-запитів і підтримку багатовимірних подань даних.

Тому в реляційних базах даних, що дозволяють виконувати *OLAP-операції* в сховищах даних, передбачені три типи реляційних серверів баз даних (рис. 2.7.10).



**Рис. 2.7.10. Реляційні сервери баз даних залежно від типу аналітичної обробки**

При роботі з *ROLAP* можна зіткнутися з недостатньою продуктивністю системи (необхідність зв'язувати реляційний сервер із сховищем даних із клієнтськими додатками).

До систем, що не ґрунтуються на реляційних базах даних, належить *MOLAP* – серверна архітектура, що, завдяки багатовимірному механізмові збереження (Multi-Dimensional), прямо підтримує багатовимірні представлення даних. *MOLAP* має потужні механізми індексації. До недоліків системи можна віднести низький коефіцієнт використання дискового простору.

Гібридна архітектура (*HOLAP*) поєднує технології *ROLAP* і *MOLAP*. Завдяки спеціальній технології *HOLAP* використовує технології *ROLAP* і *MOLAP* у тих областях, де кожна показує кращі характеристики (*ROLAP* для областей багатовимірного простору з низкою щільністю заповнення, *MOLAP* – для щільних областей).

Подання інформації у вигляді тривимірного *OLAP*-куба дозволяє легко одержувати інформацію у вигляді визначених зрізів (перетинів) *OLAP*-куба. Геометричне подання *OLAP*-кубів з розмірністю більше 3 вимірів більш важке не тільки через складність графічних об'єктів, але й через складність сприйняття ОПР просторів з виміром більше трьох.

Незважаючи на те, що кількість вимірів багатовимірного *OLAP*-куба майже не обмежена, вирішення задач із застосуванням багатовимірних представлень часто є достатньо трудомісткою при реалізації на комп'ютері і робить інтерпретацію результатів ОПР перекрученою, що може призвести до неправильних рішень.

У зв'язку з цим задачі, які вимагають проведення аналізу з використанням багатовимірних моделей даних, рекомендується зводити до декількох моделей з меншою кількістю вимірів.

### **Виявлення знань у базах даних**

*KDD* – Knowledge Discovery in Databases – виявлення знань у базах даних.

Можна сформулювати послідовність операцій, що застосовуються при використанні методу *KDD* для аналізу даних:

1. Підготовка даних. Необхідно створити вихідний набір даних, використовуючи різні джерела, визначити навчальну вибірку.

2. Попередня обробка даних, яка передбачає усунення пропусків, шумів, аномальних значень у даних та ін. Необхідно також аналізувати надмірність даних і доповнення апріорною інформацією. Досить часто стає необхідним застосування методів зниження розмірності

вихідних даних через те, що вхідна інформація має більш складну структуру, ніж це необхідно для моделі аналізу. Вихідні дані повинні бути оптимізовані за розміром і за структурою, визначеною алгоритмом добування даних, що буде застосований для подальшої обробки.

3. Трансформування даних. Дані перетворюються до спеціального вигляду, необхідного для подальшої обробки одним з методів аналізу.

4. Data Mining. Етап, на якому застосовуються різні методи пошуку знань: дерева рішень, нейронні мережі, алгоритми кластеризації, асоціативні правила та ін.

5. Подальша обробка даних. Подання результатів у вигляді, необхідному для подальшого використання і прийняття рішень.

### **Добування даних**

*Добування даних (Data Mining, DM)* – метод аналізу великих масивів даних і пошуку в них нетривіальних знань, які будуть надалі використовуватися для прийняття рішень.

Бази даних сучасних підприємств являють собою набір таблиць. Незважаючи на те, що подібні бази даних накопичуються за декілька років і містять величезну кількість даних, у них відсутня можливість спеціальних методів подання та аналізу і одержання на їх основі нових знань.

Часто перед користувачами баз даних виникають задачі не тільки оперативного обліку, але й задачі прогнозування, класифікації, кластеризації, асоціативного аналізу й аналізу поведінки на основі відхилень, які можуть бути вирішені за допомогою методів DM.

Застосування методів Data Mining насамперед буде найбільш ефективним у галузях, де накопичена велика кількість даних, особливо там, де вже побудовані сховища даних (це великі корпорації, банки, страхові компанії та ін.).

Засоби DM мають ряд переваг як порівняно з математичною статистикою, що довгий час була основним інструментом аналізу даних, так і порівняно з оперативною аналітичною обробкою даних (OLAP).

На основі OLAP і математичної статистики часто є неможливим вирішення великого кола задач. Це відбувається тому, що обидва засоби засновані на заздалегідь сформульованих гіпотезах. З огляду на неочевидність закономірностей і прихованість тенденцій у вхідній інформації часто формулювання гіпотези є найбільш складною задачею.

Технології Data Mining призначені для пошуку шаблонів, що відбивають закономірності. У процесі пошуку не використовуються ніякі апріорні припущення.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Розкрийте сутність поняття “сховище даних”.
2. У чому полягає особливість багатовимірної моделі подання даних?
3. Опишіть основні структури даних у сховищах даних.
4. Чим відрізняються оперативні бази даних від сховищ даних?
5. Наведіть основні етапи проведення робіт щодо створення СППР на основі сховищ даних.
6. Назвіть і охарактеризуйте чотири основні типи СППР стосовно архітектури їх створення? У чому полягають основні переваги та недоліки кожного з них?
7. У чому полягає специфіка аналітичної інформації?
8. Яка основна особливість оперативної аналітичної обробки інформації? Перерахуйте переваги і недоліки.
9. Перерахуйте послідовність операцій, що використовуються при реалізації алгоритмів виявлення знань у базах даних.
10. Що необхідно мати на увазі під добуванням даних? У чому основна суть методів добування даних?

*Література:* 2; 6; 10; 14; 15; 24; 29; 30; 35; 37; 42; 43; 45.

## Тема 8. ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Мета:* ознайомитися з базовими засобами штучного інтелекту та особливостями їх застосування в системах обробки інформації.

*Ключові поняття:* штучний інтелект; експертна система; обробка природною мовою; системи візуалізації; роботи; нейромережі; системи з навчання; програмні агенти; бази знань; генетичні алгоритми; теорія багатоагентних систем; розподілений штучний інтелект; штучне життя; віртуальна організація; евристика; евристичний модуль СППР.

### **Базові засоби штучного інтелекту та їх застосування в системах обробки інформації**

У сучасному розумінні термін “штучний інтелект” (Artificial intelligence) можна трактувати як науковий напрям (дисципліну), у рамках якого ставляться та розв’язуються завдання апаратного й програмного моделювання тих видів людської діяльності, які традиційно вважаються інтелектуальними, тобто потребують певних розумових зусиль.

У даний момент застосування в бізнесі штучного інтелекту, як правило, проходить у формі заснованих на знаннях систем (knowledge-based systems), в яких використовуються людські знання для вирішення проблем. Найпопулярнішим типом таких систем є *експертні*

системи. До них належать також обробка природною мовою, системи візуалізації, роботи, нейромережі тощо. Розглянемо їх стисло.

*Експертна система* – це комп'ютерна програма, в якій намагаються подати знання людини-експерта у формі евристик, це різновид інформаційних систем.

*Обробка природною мовою* (Natural language processing) – це найзручніший спосіб спілкування людей із комп'ютером різними розмовними мовами, зокрема це можливість комп'ютерної перевірки правопису та граматики. Вона забезпечує діалогову взаємодію з користувачем, може налаштовуватися під нього, автоматично виявляти помилки, забезпечувати контекстну інтерпретацію. В інформаційних системах обробки природною мовою використовується для пошуку інформації, модифікації даних, обчислень, статистичного аналізу, генерування графічних образів, забезпечення консультацій з експертною системою тощо. Розпізнавання голосу може бути використане і використовується у СППР, зокрема у виконавчих інформаційних системах (ВІС).

*Системи візуалізації* (Visualization systems) – це системи, що часто також називають системами розпізнавання образів (Perceptive systems), реалізують функції технічного бачення і розпізнавання звукових сигналів (аналог систем природної мови). Системи автоматичного розпізнавання образів у технічній літературі називають перцептронами (Perceptron).

*Роботи* (Robotics) складаються з контрольованих комп'ютером пристроїв, які імітують моторну працю людини. Вони не використовуються в системах підтримки прийняття рішень.

*Нейромережі* (Neural networks) – це надзвичайно спрощені моделі нервової системи людини, що можуть імітувати такі здатності людини, як навчання, узагальнення й абстрагування. Інакше кажучи, проводиться комп'ютеризована імітація інтелектуального режиму поведінки людини. Поряд з елементами експертних систем нейромережі знайшли широке застосування в системах підтримки прийняття рішень, зокрема, як засіб добування інформації в базах і сховищах даних. Ключовим аспектом штучних нейромереж є їхня здатність навчатися в процесі розв'язання задач, наприклад, розпізнавання образів.

*Системи з навчання* (Learning) містять низку операцій, які надають можливість комп'ютеру або іншому зовнішньому пристрою набувати нових знань на додаток до того, що було вже введено раніше в пам'ять фірмою-виробником або програмістами. Такі системи вможливають навчання на базі досвіду, прикладів, аналогів, модифікації поведінки, акумулювання фактів. Узагалі, навчання може бути контрольованим, тобто через механічне запам'ятовування, та неконтрольованим, наприклад, система може навчатися, використовуючи власний досвід. У СППР засоби навчання використовуються дуже часто.

*Апаратні засоби III* (Artificial intelligence hardware) – це фізичні пристрої, які допомагають виконувати функції в інших додатках штучного інтелекту. Їх прикладами є апаратні засоби, призначені для експертних систем на основі знань, нейрокомп'ютери, які використовуються для прискорення обчислень, електронна сітчатка ока та ін.

*Програмні агенти* (Software agents) мають значний потенціал для застосування в системах підтримки прийняття рішень.

Поняття “знання” (Knowledge) у системах підтримки прийняття рішень, зокрема орієнтованих на знання, має винятково важливе значення. Нагромаджені знання зберігаються в *базах знань* (Knowledge base). Системи, які містять бази знань, а також розв'язувач (Solver) задач і користувацький інтерфейс, часто називають інтелектуальними. Знання, нагромаджені й використовувані в інтелектуальних системах, можна поділити на три типи: декларативні, процедурні та евристичні.

Знання в базі знань подаються в певному вигляді, тобто в певних інформаційних одиницях знань і зв'язках між ними. У зв'язку з цим розробляються формальні моделі подання знань, основними типами яких є:

- логічні, основою яких є формальна модель, тобто формальний опис певною логічною мовою структури об'єкта;
- продукційні, що ґрунтуються на використанні правил (продукцій);
- фреймові, тобто форми подання знань, в основу яких покладено фрейми, кожен із яких складається зі слотів. Фреймова форма подання знань визначається рекурсивно;
- моделі у вигляді семантичної мережі, тобто мережі, у вершинах якої містяться інформаційні одиниці, а дуги характеризують відношення та зв'язки між ними.

Мова, що використовується для розроблення систем на основі цих моделей, називається мовою подання знань і поділяється на логічну, продукційну та фреймову.

*Орієнтовані на знання СППР* забезпечують менеджерів відповідними рекомендаціями. Домінуючими компонентами цих систем є “здобування” знань (knowledge discovery) та механізми їх запам'ятування. За створення таких систем зазвичай використовують оболонку розроблення експертних систем та інструментальні засоби дейтамайнінгу (Data Mining). Аналітики бізнесу та виконавці виявляють зв'язки (відношення) в дуже великих базах даних із використанням дейтамайнінгу та в результаті аналізу можуть запропонувати нові відношення й нові знання. Орієнтовані на знання системи підтримки прийняття рішень зберігають і застосовують різні знання для розв'язання багатьох специфічних бізнесових проблем.

Розглянемо більш детально деякі з даних систем.



## Генетичні алгоритми

Програмне забезпечення *генетичних алгоритмів* здійснює випадкові експерименти з новими розв'язками, зберігаючи кращі проміжні результати. Генетичні алгоритми моделюють механізми спадковості, мінливості і добору в живій природі.

У концептуальному плані загальна схема генетичних алгоритмів досить проста. Спочатку генерується початкова популяція особин (індивідуумів, хромосом), тобто деяка низка розв'язків задачі. Як правило, це робиться випадково. Потім слід змоделювати розмноження всередині цієї популяції. Для цього випадково підбираються кілька пар індивідуумів, проводиться схрещування хромосом у кожній парі, а отримані нові хромосоми поміщають у популяцію нового покоління. У генетичному алгоритмі зберігається основний принцип природного добору: чим пристосованіший індивідуум (чим більше відповідне йому значення цільової функції), тим із більшою ймовірністю він буде брати участь у схрещуванні.

Потім моделюються мутації в кількох випадково вибраних особинах нового покоління, тобто змінюються деякі гени. Після цього стара популяція частково або повністю знищується, а ми переходимо до розгляду наступного покоління. Описані процеси відбору, схрещування й мутації повторюються вже для цієї нової популяції.

У кожному наступному поколінні буде спостерігатися виникнення абсолютно нових розв'язків задачі. Серед них будуть як погані, так і кращі, але завдяки процедурі добору кількість кращих розв'язків буде зростати. Імітуючи еволюцію на комп'ютері, можна завжди зберігати життя кращому з індивідуумів поточного покоління. Така методика називається “стратегією елітизму”, коли в наступне покоління відбираються особини з найкращими показниками.

Генетичні алгоритми мають ряд недоліків:

- критерій добору хромосом і використовуваних процедур є евристичним і далеко не гарантує прийняття “кращого” рішення;
- як і в реальному житті, еволюцію може “заклинити” на якій-небудь непродуктивній галузі, і, навпаки, можна навести приклади, коли два безперспективні батьки, які будуть виключені з еволюції генетичним алгоритмом, виявляються здатними зробити високоефективного нащадка.

Генетичні алгоритми нині можна застосовувати в різних галузях. Їх успішно використовують для розв'язання низки великих і економічно важливих задач у бізнесі та в інженерних розробках. Здебільшого для реалізації конкретного генетичного алгоритму не потрібно створювати окремий програмний продукт, оскільки низка базових

властивостей цих алгоритмів залишається постійною при вирішенні абсолютно різних задач. Змінними параметрами генетичних алгоритмів у таких додатках зазвичай є різні значення імовірностей, розмір популяції та ряд специфічних властивостей алгоритму. Проте реалізація генетичних операторів, як правило, єдина для всіх алгоритмів і прихована від користувача.

### **Програмні агенти в СППР**

Сучасні програмні агенти, котрі постійно еволюціонують, не тільки проводять спостереження та виконують різні вимірювання, а й вирішують задачі щодо управління мережами. Крім того, інтелектуальні агенти можуть застосовуватися і для передавання повідомлень, вибирання інформації, автоматизації ділових процедур (наприклад, агенти покупців і продавців у Web можуть укласти комерційні угоди), у процесах постачання тощо.

Існує багато типів програмних агентів (стаціонарні й мобільні, послужливі та ін.), котрі розроблено із застосуванням результатів досліджень у нейронних мережах, нечіткої логіки, інтерпретації текстів природною мовою, колаборативної фільтрації. Найвідомішими представниками цього виду програмних продуктів є “Agent Ware 1.0” фірми “Autonomy” (дає змогу користувачам усіх рівнів автоматизувати багатократно повторювані операції у Web) та його різновид “Agent Ware Press Agent” для пошуку публікацій в Інтернеті, “News Tracker” компанії “Excite” (уможливлює отримання новин із більше ніж 300 періодичних видань у Web), “Live Agent 1.1” фірми “AgentSoft”, “Agent Unicenter TNG” компанії “CA”, “Tivoli Management Agent” компанії “Tivoli” та ін.

В інформаційних системах, зокрема СППР, програмні агенти можуть застосовуватися для пошуку в базах даних потрібної для користувача інформації, для її аналізу з метою виявлення тенденцій або моделей, які ОПР могла пропустити чи не помітити. Крім того, інтелектуальні агенти можуть швидше діставати інформацію для ідентифікації незвичайних ситуацій, що дасть змогу користувачеві негайно на них зреагувати.

Діяльність агента ґрунтується на двох основних властивостях: *інтелекті агента* – підсистемі керування діяльністю, що дозволяє йому організувати і регулювати свої дії або дії іншого агента, і *комунікативних функціях*, на основі яких агент взаємодіє з іншими агентами.

Якщо розглядати властивості агентів, то основними необхідно визначити автономність і цілеспрямованість. Агент повинен автономно виконувати ряд дій на основі цілеспрямованих проблемно-орієнтованих міркувань.

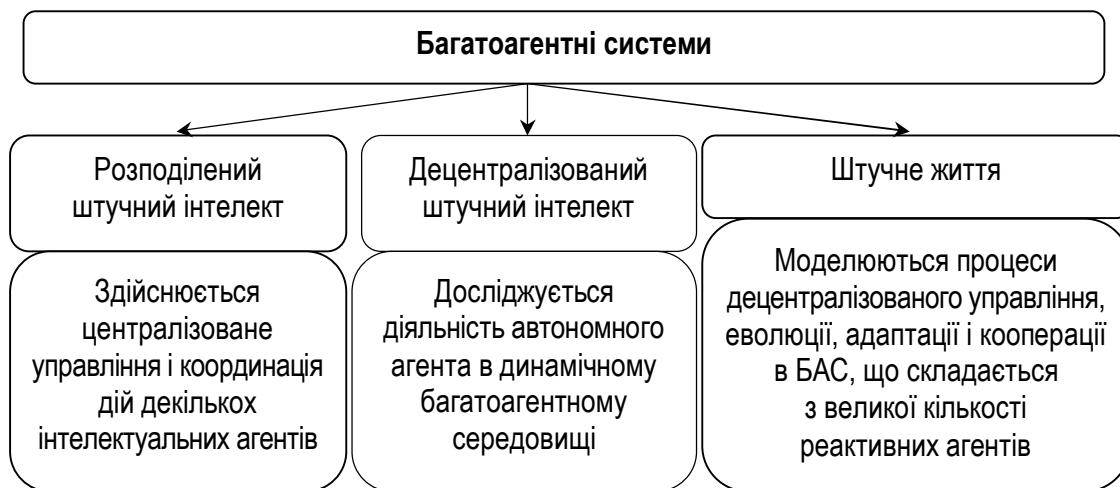
З погляду школи об'єктно-орієнтованого програмування штучний агент можна визначити як метаоб'єкт, наділений деякими властивостями суб'єктивності і здатний маніпулювати іншими об'єктами, що також має розвинуті засоби взаємодії із середовищем і подібними до нього.

Основною перевагою інтелектуального агента повинні бути його можливість ефективної групової роботи. У зв'язку з цим зовсім закономірним було зародження і розвиток *теорії багатоагентних систем* (БАС) на основі теорії систем і розподіленого штучного інтелекту.

Багатоагентна система – це відкрита, активна система, що розвивається, заснована на процесах взаємодії агентів. БАС є об'єднанням окремих інтелектуальних підсистем, заснованих на знаннях, метою функціонування яких є створення системи з новими властивостями.

У БАС задачі розподілені між агентами, кожний з яких розглядається як член групи або організації. Розподіл задач припускає призначення ролей кожному з членів групи, визначення міри його відповідальності і вимог до досвіду.

Основними напрямками подальшого розвитку БАС є розподілений штучний інтелект (РШІ) і штучне життя (рис. 2.8.1).



**Рис. 2.8.1. Класифікація багатоагентних систем**

Основу *розподіленого штучного інтелекту* становлять дослідження взаємодії і кооперації невеликої кількості інтелектуальних агентів. Головною проблемою в РШІ є розробка інтелектуальних груп і організацій, здатних вирішувати задачі шляхом міркувань, пов'язаних з обробкою символів.

Це припускає узгодження цілей, інтересів і стратегій різних агентів, координацію дій, вирішення конфліктів шляхом переговорів; теоретичну базу тут становлять результати, отримані в психології малих груп і соціології організацій.

*Штучне життя* (ШЖ) є інтелектуальною поведінкою, що має на меті – виживання, адаптацію і самоорганізацію в динамічному середовищі. Відповідно до ШЖ глобальна інтелектуальна поведінка всієї системи розглядається як результат локальних взаємодій великої кількості простих і необов'язково інтелектуальних агентів.

Подальшим розвитком теорії БАС є задача створення та розвитку штучних організацій і співтовариств, що складаються з віртуальних агентів.

Як *віртуальна організація* (ВО) може розглядатися метаорганізація, що поєднує цілі, ресурси, традиції і досвід ряду організацій-партнерів, при цьому керує їхнім розвитком. У рамках агентно-орієнтованого підходу віртуальна організація – співтовариство (група) БАС, яку сформовано електронним шляхом і яка функціонує у віртуальному просторі. ВО – це мережна (або міжмережна), комп'ютерно інтегрована організація, що складається з неоднорідних колективних агентів, які вільно взаємодіють і знаходяться в різних місцях (тобто агентів, які самі є багатоагентними системами) [30; 36].

### ***Евристика при прийнятті рішень***

Процес прийняття управлінських рішень близький до винахідництва та наукової діяльності. У всіх цих сферах превалюють слабоструктуровані задачі, які вимагають застосування творчого мислення та інтуїції; задачі, які не мають єдино правильного способу вирішення; задачі, в яких відсутні алгоритми, що гарантують знаходження “правильної відповіді”.

Для розв'язання слабоструктурованих задач застосовуються спеціальні правила та методи, які називаються *евристичними*. Особливості застосування таких правил і методів вивчає наука *евристика*.

Евристичні правила та методи мають специфічні властивості:

- застосовуються для розв'язання таких задач, в яких відсутні алгоритми, що гарантують знаходження “правильного рішення”;
- залишають широку свободу для прояву творчої активності людини;
- не гарантують одержання “позитивного” результату, але в загальному випадку дозволяють отримати результат кращий, ніж без їхнього використання.

Як бачимо, евристичні правила значною мірою спрямовують діяльність людини, але зовсім не є обов'язковими приписами. Це, скоріше за все, рекомендації, сформульовані людиною-експертом на основі її практичного досвіду (або інформаційною системою, яка імітує поведінку експерта). А питання про застосування евристики вже вирішує

людина-користувач на основі свого практичного досвіду й інтуїції. Евристики підрозділяються на **обмежуючі** та **напрямні**, **абсолютні** та **відносні** (рис. 2.8.2).

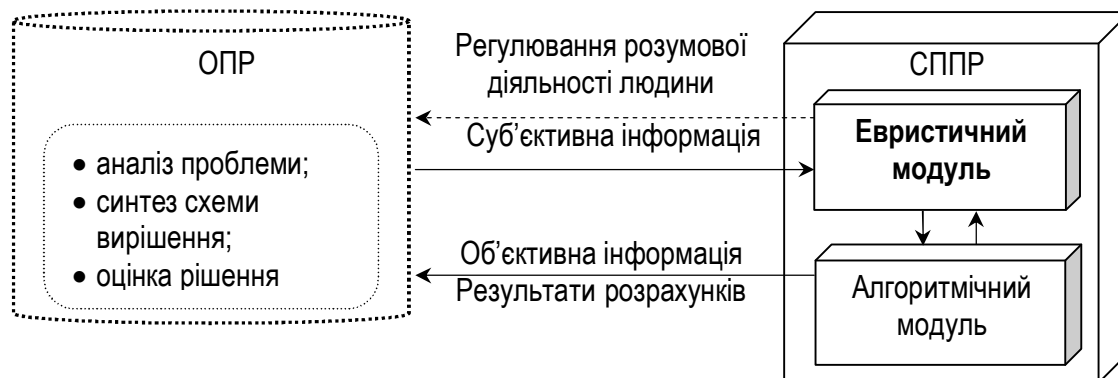


**Рис. 2.8.2. Види евристичних правил**

Основна ідея евристичних методів полягає в тому, щоб об'єднати, з одного боку, організоване мислення людини, яке дає гарантований результат, а з іншого – інтуїтивні міркування, які забезпечують неординарне вирішення проблеми.

Оскільки системи підтримки прийняття рішень орієнтовані на вирішення слабоструктурованих задач, то у складі засобів підтримки прийняття рішень природно бачити інструментарій евристичних методів і правил. Даний інструментарій може бути організований у вигляді окремого евристичного модуля системи.

*Евристичний модуль СППР* – це підсистема СППР, яка здійснює підтримку прийняття рішень шляхом регулювання розумової діяльності людини за допомогою евристичних операторів і методів (рис. 2.8.3).



**Рис. 2.8.3. Місце евристичного модуля в структурі СППР**

Типовими представниками СППР цієї школи є Decision Explorer, Імператор і Expert Choice.

Представники школи “Обчислення рішень” вважають, що якість рішення, підготовленого СППР, залежить від того, наскільки точно модель, закладена в системі, відповідає об’єктивній реальності та ситуації ухвалення рішення.

Серед множини евристичних методів, підтримуваних СППР, можна виділити такі групи методів:

- 1) методи контролю напряму думок ОПР;
- 2) методи навідних стратегій;
- 3) методи, які базуються на системному підході;
- 4) методи генерування альтернатив.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняття “штучний інтелект”.
2. Наведіть приклади та охарактеризуйте типи систем, що підтримують засоби штучного інтелекту.
3. Які моделі подання знань застосовуються у базах знань?
4. У чому полягають переваги застосування орієнтованих на знання СППР?
5. Охарактеризуйте загальну схему використання генетичних алгоритмів.
6. Які основні напрямки подальшого розвитку багатоагентних систем ви знаєте?
7. Чи застосовуються для розв’язання слабоструктурованих задач спеціальні правила та методи, які називаються *евристичними*?
8. Яке місце займає евристичний модуль у структурі СППР?

*Література:* 4; 10; 12; 13; 17; 22; 24; 25; 29-31; 40.

### Тема 9. ЗАСОБИ МАШИНОЇ ІМІТАЦІЇ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Мета:* ознайомитися з базовими положеннями машинної імітації і сценарного підходу та розглянути особливості використання даних методів у системах підтримки прийняття рішень.

*Ключові поняття:* імітаційне моделювання; машинна імітація; сценарний підхід; нейромережні методи; принцип конективізму; структура нейромережі; навчання нейромережі.

## ***Імітаційне моделювання і сценарний підхід у системах підтримки прийняття рішень***

Для сучасного етапу розвитку економіки характерна динамічна, прискорена зміна соціально-економічних умов. У зв'язку з цим особливого значення набуває здатність органів управління своєчасно вживати відповідних ефективних заходів. Забезпечити інформаційну підтримку їх ухвалення і обґрунтування покликані системи підтримки прийняття рішень (СППР).

Сучасні методологічні й інструментальні підходи до побудови СППР засновані на реалізації ітеративної, багатоетапної процедури прийняття рішення, і включають сфери зберігання, аналізу даних і виявлення закономірностей, а також сферу ситуативного аналізу, центральним елементом якої, системоутворюючою і інтегруючою основою всієї процедури прийняття рішень є узагальнена імітаційна модель об'єкта управління. Дана модель реалізується в СППР на основі комплексу взаємопов'язаних імітаційних і оптимізаційних моделей з розвиненими динамічними та інформаційними зв'язками між моделями всіх рівнів.

Таким чином, серед різноманітних інструментів, що входять до складу СППР, важливе місце займає *імітаційне моделювання (машинна імітація)* як основа багатоваріантного прогнозування та аналізу систем високого ступеня складності.

Суть методу імітаційного моделювання – в математичному описі динамічних процесів, відтворюючого функціонування системи, що вивчається. Даний метод дозволяє аналізувати складні динамічні системи (підприємства, банки, галузі економіки, регіони тощо). Він складається з двох етапів:

- 1) побудова комплексу динамічних імітаційних моделей;
- 2) виконання аналітичних і прогнозних розрахунків.

У більшості випадків імітаційне моделювання використовується у СППР під час проектування структури складної системи або для пошуку оптимальних значень її параметрів. Можна визначити кілька основних напрямків прийняття рішень за результатами моделювання:

- пошук найкращих стосовно деякого критерію ефективності значень параметрів складних систем управління;
- пошук оптимального значення критерію ефективності системи;
- порівняння альтернативних варіантів структури системи та визначення найкращого з них;
- моделювання ситуацій за сценарієм “що буде, якщо...”.

У разі оптимізації управлінських рішень в умовах невизначеності щодо модельованої системи зазвичай існує єдиний, як правило,

економічний, критерій, що підлягає оптимізації. Проте отримане за допомогою математичної моделі рішення рідко є найкращим з будь-якого погляду і потребує коригування для узгодження з реальною ситуацією.

Важливе місце тут займає *сценарний підхід*, що дозволяє проводити багатоваріантний ситуативний аналіз модельованої системи. Сценарій є деякою оцінкою можливого розвитку подій. Кожен сценарій пов'язує зміну зовнішніх умов з результуючими змінними.

Варто зазначити, що технологія проведення сценарного дослідження на імітаційній моделі припускає активну участь експерта в процесі прийняття рішення. Він деталізує проблему і модель, здійснює генерацію альтернатив, організацію цілеспрямованого обчислювального експерименту, уточнює імітаційну модель, вибір і ранжування критеріїв, а також аналіз і інтерпретацію результатів сценарних розрахунків, що дозволяє враховувати суб'єктивні переваги експерта та його досвід у процесі ухвалення рішення. Комп'ютер тільки спрощує, допомагає експерту у прийнятті рішення, а не замінює його досвід і знання, що є необхідною ланкою успішного використання СППР.

Отже, застосування імітаційного моделювання і сценарного підходу дозволяє будувати ефективні СППР, призначені для вирішення даного кола задач у різних галузях і для різних об'єктів:

- прогнозування і аналіз наслідків управлінських рішень;
- дослідження ефективності та порівняння заходів, що вживаються;
- вибір або побудова оптимального рішення.

Найбільш результативне імітаційне моделювання в СППР, що підтримують концепції сховищ даних і оперативного багатовимірної аналізу даних.

Для реалізації таких СППР доцільно використати таку схему розробки:

- інтеграція джерел даних;
- створення єдиного інформаційного сховища даних;
- формування аналітичної звітності;
- побудова комплексу динамічних імітаційних моделей для виконання багатоваріантних розрахунків.

Дана схема більше 10 років успішно застосовується російською компанією “Прогноз”. Універсальність і дієвість такого підходу підтверджується прикладами успішної реалізації СППР для різних замовників, зокрема федеральних і регіональних органів влади, крупних підприємств. Як програмно-інструментальний засіб для створення СППР використовується аналітичний комплекс “Прогноз” – власна розробка компанії.



На етапі формування базової імітаційної моделі при аналізі основної структури та процесів, що моделюються, а також при аналізі зовнішнього середовища, залежно від задач, знаходять широке застосування такі технології Data Mining: статистичні методи, включаючи регресійний і кластерний аналіз, методи оцінки ризиків, інтелектуальні технології: нейронні мережі, експертні системи, а також методи експертного оцінювання і нечітка логіка.

Виявлені на етапі аналізу закономірності в даних і системні знання, завантажені в бази знань СППР, використовуються надалі при формуванні базової імітаційної моделі в процедурах ідентифікації модельованих процесів і змінних, що дозволяє провести коректну параметризацію системно-динамічної моделі й зняти визначену частку невизначеності при побудові системних потокових діаграм.

Вибір альтернатив за наслідками експериментального імітаційного дослідження може бути здійснений за допомогою ітераційних імітаційно-оптимізаційних процедур, генетичних алгоритмів, експертних систем, традиційних методів оптимізації (градієнтних, оптимізації за Парето, ідеальної точки, покрокових методів та ін.), проводячи оцінку можливих рішень відповідно до переваг осіб, що приймають рішення, і здійснюючи узгодження групових рішень у СППР.

### ***Використання нейромережних технологій при створенні систем підтримки прийняття рішень (СППР)***

Серед імітаційних підходів виділяється клас *нейромережних методів*. При сучасному рівні розвитку техніки виникла потреба в інтелектуальних адаптивних системах керування, спроможних пристосуватися до дуже широкого діапазону зовнішніх умов. Більш того, виникнула потреба в універсальній технології створення таких систем. Науковий досвід людства свідчить про те, що в природі можна знайти безліч цінних ідей для науки і техніки. Людський мозок є самим надзвичайним і загадковим створенням природи. Спроможність живих організмів, наділених вищою нервовою системою, пристосуватися до навколишнього середовища може служити закликом до імітації природі або імітації при створенні технічних систем.

Нейронні мережі (НМ) [3] знайшли широке застосування в галузях штучного інтелекту, в основному пов'язаних із розпізнаванням образів і з теорією керування. Одним з основних принципів нейромережного підходу є *принцип конективізму*. Суть його виражається в тому, що розглядаються дуже прості однотипні об'єкти, сполучені у велику і складну мережу. Таким чином, НМ є насамперед графами, із яких складається сукупність образів, поданих як чисельні значення,

асоційовані з вершинами граф, алгоритм для перетворення цих чисельних значень за допомогою передачі даних між сусідніми вершинами і простими операціями над ними.

Математично НМ можна розглядати як клас методів статистичного моделювання, що у свою чергу можна розділити на *три класи*: оцінка щільності ймовірності, класифікація і регресія [2].

Передбачається, що система підтримки та прийняття рішень (СППР) може бути цілком реалізована на нейронній мережі. На відміну від традиційного використання НМ для вирішення тільки задач розпізнавання і формування образів, у СППР узгоджено вирішуються такі задачі:

- розпізнавання і формування образів;
- одержання і збереження знань (емпірично знайдених закономірних зв'язків образів і впливів на об'єкт управління);
- оцінки якісних характеристик образів;
- прийняття рішень (вибору впливів).

Особливостями СППР на базі НМ є:

- надмірність нейронів у мережі, необхідна для адаптації системи управління (СУ) до умов існування, що змінюються, об'єкта управління (ОУ). Внаслідок цього для практичної реалізації СУ необхідне створення великих НМ (для порівняння: людський мозок містить ~10<sup>11</sup> нейронів);
- НМ складається зі специфічних нейронів, що є більш близькими аналогами біологічного нейрона і пристосованими для вирішення задач ППР;
- нейрони в мережі з'єднуються так, як потрібно для вирішення задач ППР.

Архітектура нейромережних систем імітує структуру нервової тканини з нейронів. Такий підхід є високоефективним у задачах розпізнавання образів.

Основний недолік – необхідність мати дуже великий обсяг навчальної вибірки. Інший недолік полягає в тому, що навіть натренована нейронна мережа являє собою “чорну скриньку”. Знання у таких системах не піддаються аналізу й інтерпретації людиною.

Головною відмінністю від інших методів є те, що нейромережі не мають потреби в заздалегідь відомій моделі, а будують її самі тільки на основі запропонованої інформації.

Саме тому нейронні мережі та генетичні алгоритми ввійшли в практику всюди, де потрібно вирішувати задачі прогнозування, класифікації, управління – там, де є задачі, що погано алгоритмізуються.

Особливості НМ – це розподілені і рівнобіжні системи, здатні до адаптивного навчання шляхом реакції на позитивні і негативні впливи. В основі побудови НМ лежить елементарний перетворювач, названий штучним нейроном.

*Структура нейромережі.* Нейромережа складається з декількох шарів: вхідний, внутрішні (сховані) і вихідний шари. Вхідний шар реалізує зв'язок із вхідними даними, вихідний – з вихідними. Внутрішніх шарів може бути від одного і більше. У кожному шарі утримується кілька нейронів. Нейрони пов'язані між собою, зв'язки називаються вагами. Схема, що ілюструє структуру нейронної мережі, наведена на рис. 2.9.1.

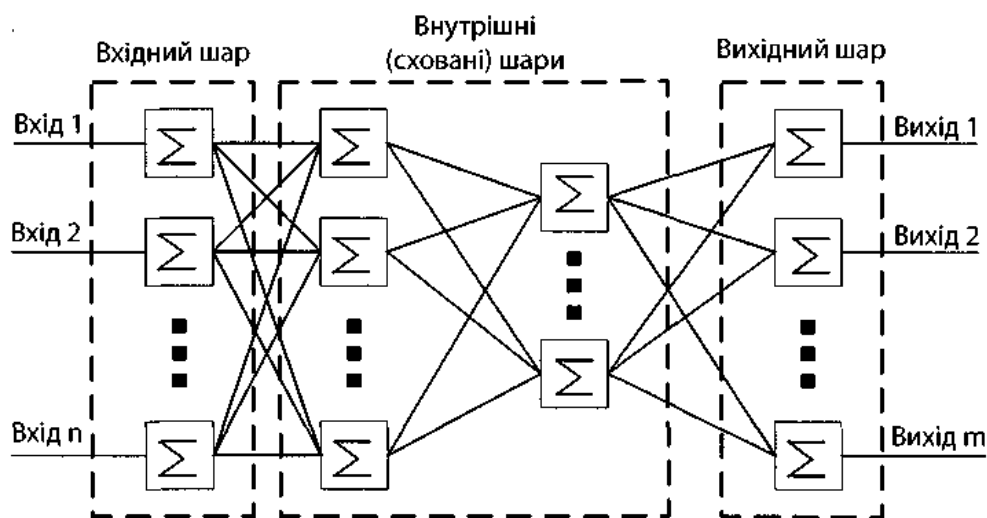


Рис. 2.9.1. Структура нейромережі

Перед тим як використовувати нейромережу, її необхідно навчити. У даному випадку *задача навчання* аналогічна апроксимації – відновленню функції за окремими значеннями функції, яку задано у табличному вигляді.

Задача навчання зводиться до підготовки таблиці (навчальної вибірки) із вхідними значеннями і відповідними їм вихідними значеннями. Відповідно до таблиці нейромережа сама знаходить залежності вихідних значень від вхідних.

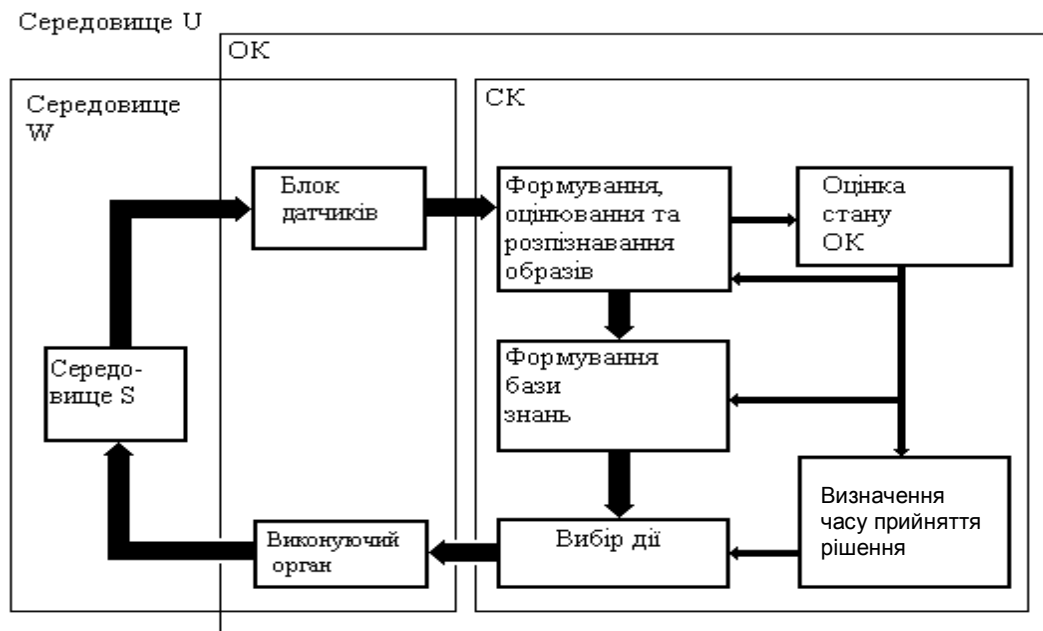
Таким чином, нейронна мережа обробляє вхідну інформацію і перетворює її у вихідну. Отже, нейромережа імітує який-небудь процес.

Будь-яка зміна входів нейромережі призводить до зміни її виходів. При цьому виходи нейромережі цілком залежать від її входів.

Застосування нейронних мереж дає кращий результат за умови накопичення великої кількості вхідних даних, між якими існують неявні взаємозв'язки і закономірності. При використанні в системах підтримки

прийняття рішень і системах прогнозування це дасть можливість враховувати нелінійні залежності, сховані в даних.

Розглянемо основні етапи створення СППР на базі нейронних мереж. Будемо називати керуючою системою (КС) систему управління, що імітує нервову систему відповідно до методології ППР. Під об'єктом керування (ОК) будемо мати на увазі організм, що містить у собі нервову систему, іншими словами, ОК – це об'єкт, що повинний управлятися за допомогою КС, розташованої усередині ОК і взаємодіючої зі своїм оточенням за допомогою блоку датчиків (БД) і виконавчих органів (ВО).



**Рис. 2.9.2. Схема створення СППР на базі нейронних мереж**

На рис. 2.9.2 подана система, під якою будемо мати на увазі середовище, в яке вкладений ОК, що містить у свою чергу КС. Як бачимо з рисунка, можна стверджувати, що КС управляє не тільки ОК, але й всією системою. Під середовищем у системі можна розуміти різні об'єднання об'єктів. Будемо називати середовищем  $W$  сукупність об'єктів, що лежать поза КС; середовищем  $S$  – сукупність об'єктів, що лежать поза ОК; середовищем  $U$  – всю систему.

Блок датчиків поставляє КС вхідну інформацію у вигляді двійкового вектора. Цей блок необхідний у реальних системах для сполучення середовища і КС, тому при моделюванні КС на ЕОМ не використовувався і ми не акцентуємо увагу на ньому.

У блоці формування і розпізнавання образів (ФРО) на підставі апріорної інформації про можливі функціональні властивості середовища задані деякі об'єкти, назвемо їхніми нейронами, на які відображаються

деякі класи просторово-часових явищ, що потенційно можуть існувати в системі. Відображення задається топологією мережі. У класі, відображуваному на нейрон, виділяється підклас, що може сприйматися даним нейроном. Кожний нейрон може статистично аналізувати сприйнятий ним підклас. Накопичуючи статистичну інформацію про сприйнятий підклас, нейрон може прийняти рішення, чи є цей підклас випадковим або не випадковим явищем у системі. Якщо якийсь нейрон приймає рішення, що відображуваний на нього підклас є не випадковою подією, то він переходить у деякий відмінний від вихідного “навчений” стан. Якщо нейрон навчений, то будемо говорити також, що сформований образ, який ідентифікується номером даного нейрона. Підклас явищ, що сприйнятий нейроном, і який викликав його навчання, тобто просторово-часові явища, статистично вірогідно існуючі в системі, називається прообразом даного образу. Сформований образ може бути розпізнаний блоком ФРО, коли прообраз даного образу спостерігається БД. Блок ФРО вказує, які зі сформованих образів розпізнані в сучасний момент. Одночасно з цим розпізнані образи беруть участь у формуванні образів більш високого рівня, тобто відбувається агрегування та абстрагування образів.

Блок формування бази знань (БЗ) призначений для автоматичного уявлення емпірично знайдених КС знань про функціональні властивості системи. Блок оцінки стану (БОС) виробляє інтегральну оцінку якості стану ОК  $S_t$ . Блок вибору дії або надалі блок прийняття рішень (БПР) реалізує процедуру ухвалення рішення, засновану на аналізі поточної ситуації, цільових функцій, змісту БЗ, а також оцінки поточного значення оцінки  $S_t$ .

Блок визначення часу ухвалення рішення визначає глибину перегляду БЗ залежно від поточної оцінки  $S_t$ . Чим вище значення  $S_t$ , тим більше образів (у порядку спадання модуля їхньої ваги) може врахувати КС при ухваленні рішення, тим менший темп прийняття рішень.

У КС можуть бути засоби для апріорного аналізу наслідків альтернативних дій, що вибираються на декілька кроків вперед.

Такий у самих загальних рисах алгоритм керування, реалізований КС у СППР. Основні властивості процесу управління полягають у тому, що КС автоматично накопичує емпіричні знання про властивості пред’явленого їй об’єкта керування і приймає рішення, спираючись на накопичені знання. Якість управління зростає в міру збільшення обсягу накопичених знань. Зауважимо також, що керування полягає не в тому, що КС реагує на вхідну інформацію, а в тому, що КС постійно активно шукає можливий у поточних умовах засіб поліпшити стан ОК. Тим самим КС СППР має внутрішню активність.

Підсумовуючи інформацію щодо побудови системи на базі нейронних мереж, ми бачимо, що використання нейромережних технологій є перспективним напрямком розвитку систем підтримки та прийняття рішень, оскільки на сьогоднішній день у багатьох складних системах більш ефективним є використання моделей, що імітують поведінку різних економічних і соціальних систем.

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Яке місце займає імітаційне моделювання серед різноманітних інструментів, що входять до складу СППР?
2. Які основні напрямки прийняття рішень виділяють за результатами імітаційного моделювання?
3. У чому сутність технології проведення сценарного дослідження на імітаційній моделі в процесі прийняття рішення?
4. В яких СППР застосування імітаційного моделювання є найбільш результативним?
5. Які технології Data Mining застосовуються при формуванні базової імітаційної моделі?
6. Опишіть схему створення СППР на основі нейронних мереж.

*Література: 3; 9; 11; 20; 22; 28; 29; 32; 39.*

### Тема 10. ВИКОНАВЧІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

*Мета:* ознайомитися з організаційно-технологічними засадами створення та прийняття виконавчих рішень; розглянути сутність, призначення та визначальні характеристики виконавчих інформаційних систем.

*Ключові поняття:* виконавчі рішення; виконавча інформаційна система (ВІС); спеціалізація ВІС; виконавці; виконавські завдання та функції.

#### **Сутність, призначення та визначальні характеристики виконавчих інформаційних систем**

З розвитком інформаційних технологій та завдяки підвищенню комп'ютерної грамотності виконавців до інформаційних систем нового покоління висуваються нові вимоги, основною з яких є забезпечення доступу керівників не тільки середнього, а й вищого рівня до організаційних даних. Це стало передумовою для появи нового різновиду СППР – виконавчих інформаційних систем (ВІС).

Цей тип інформаційних систем нового покоління орієнтовано на задоволення нерегламентованих (ad hoc) інформаційних потреб

керівників вищого рівня; він допомагає топ-виконавцям у разі необхідності проводити аналізи поточної продуктивності та запланованих дій; надає виконавцям легкий доступ до внутрішньої та зовнішньої інформації, доречної щодо їхніх критичних факторів успіху; допомагає задовольняти запити виконавців і контролювати ключову інформацію від внутрішніх і зовнішніх джерел за допомогою спеціально налаштованих засобів, зокрема, точніше, актуальніше й цілісніше розробляти подання стану організації, а також її конкурентів, постачальників і споживачів.

Зручність і здатність до навігації (наприклад, рух деревом меню) системи означає, що ВІС спеціально розробляються для використання особами з обмеженим часом для обмірковування проблем, недостатньою майстерністю виконання операцій за допомогою клавіатури й незначним досвідом роботи з комп'ютерами. ВІС легка для переміщення на ній, що дає змогу менеджерам ідентифікувати різні стратегічні проблеми й потім досліджувати інформацію для виявлення корінних причин їх виникнення.

Виконавчі інформаційні системи мають низку *специфічних ознак*. Характерним для них є те, що вони:

- спеціально створюються для забезпечення інформаційних потреб виконавців вищого рівня та використовуються ними безпосередньо без сторонньої допомоги;
- уможливають доступ до даних про специфічні організаційно-управлінські питання та проблеми, а також до агрегованих звітів;
- забезпечують користувачів різними інтерактивними (on-line) інструментальними засобами аналізу, включаючи аналіз трендів, генерування повідомлень про особливі ситуації (про відхилення) та практичну обробку “зверху-вниз” (drill-down);
- надають можливість доступу до широкого діапазону внутрішньо-корпоративних і зовнішніх джерел даних, забезпечують інтегрування інформації;
- особливо зручні для використання, часто настроюються на індивідуальні потреби користувачів;
- спроможні вибирати, фільтрувати, стискувати й відслідковувати критичні фактори успіху або ключову індикаторну інформацію про діяльність організації.

*Спеціалізація ВІС* – моніторинг подій і трендів як внутрішніх, так і зовнішніх. Володіючи своєчасною та ширшою інформацією, а також відповідними інструментальними засобами, менеджери вищого рівня краще готуються до прийняття стратегічних рішень із метою створення

додаткових можливостей організації та усунення проблем. Загалом можна виділити три цілі розроблення ВІС:

- забезпечення комп'ютерною підтримкою процесу навчання менеджерів щодо управління загальною діяльністю організації, технологічними процесами та взаємодією із зовнішнім середовищем;
- забезпечення своєчасного доступу до інформації;
- узгодження дій менеджерів та узагальнення елементів рішень. ВІС має відповідні засоби для зосередження уваги управлінців на специфічних сферах діяльності організації або її проблемах.

Повна й ефективна реалізація призначення та цілей за проектування ВІС пов'язана з визначенням того, який саме набір операцій щодо обробки даних потрібно включати до складу ВІС. Головними принципами створення виконавчих інформаційних систем є:

1. Засоби ВІС мають бути простими та зрозумілими. ВІС не має призводити до збільшення обсягів роботи менеджерів або їх кількості.

2. Засоби ВІС повинні базуватися на збалансованому об'єктивному огляді організації.

3. Показники діяльності у ВІС повинні відображати кожний вклад до певної розумної та узгодженої міри. Показники мають бути незалежними.

4. Заходи ВІС мають активізувати управлінських працівників для формування спільної монопольної мети організації. Заходи мають бути зрозумілими для всього штату; люди мають відчувати, що вони можуть сприяти підвищенню ефективності організації.

5. Інформація ВІС має бути доступною для кожного менеджера в організації.

6. Засоби ВІС мають удосконалюватися, щоб задовольняти потреби організації у зв'язку зі змінами.

### ***Організаційно-технологічні засади створення та прийняття виконавчих рішень***

*Виконавці* за їхнім рівнем в ієрархічній структурі управління знаходяться вище менеджерів (адміністраторів), для яких, як було зазначено раніше, переважно розробляються специфічні системи підтримки прийняття рішень.

Розробляючи виконавчі інформаційні системи, потрібно враховувати персональні характеристики виконавців. Навчання виконавців щодо використання ВІС має бути короткочасним та індивідуальним (віч-на-віч). Воно має проводитися на такому самому комп'ютерному обладнанні, як і у виконавців.



Виконавські завдання та функції. Усі менеджери виконують такі функції управління: планування; організації; укомплектування персоналом; розпорядження та контролю. Проте виконавці витрачають більше часу на планування та контроль, ніж інші менеджери. Завдання виконавців включають:

- 1) стратегічне планування;
- 2) управлінський та операційний контроль.

У найширшому розумінні виконавці створюють стратегічний погляд на те, що таке підприємство. Вони визначають і формулюють цілі та прагнення організації, підтримують організаційний зв'язок і несуть відповідальність за те, щоб необхідні для досягнення бажаних результатів заходи було вжито.

Головне *призначення виконавців* – створювати рішення. Проте їхня праця включає не тільки прийняття рішень особисто, але й спостереження за тим, щоб інші особи в організації розробляли відповідно до їхніх обов'язків ефективні рішення.

Організаційні рішення можуть бути класифіковані на континуумі від програмованих чи структурованих (що приймають менеджери нижчого рівня) до непрограмованих чи неструктурованих (розробляються менеджерами вищого рівня). Непрограмовані рішення – це нові, неповторні рішення. Такі рішення стосуються галузей, в яких альтернативи та наслідки чітко невідомі, а інформаційні вимоги заздалегідь не визначені. Виконавчі рішення мають горизонти тривалого часу та високий ступінь неоднорідності. Вони потребують оброблення абстрактних даних і причинних відношень, характеризуються високою непевністю, неоднозначністю у перевагах. Як приклад, до таких проблем можна віднести визначення кількості грошей для розроблення нового науково-дослідницького проекту або вибір місця для встановлення виробничого обладнання корпорації в іншій країні.

Для прийняття рішень виконавці використовують інтуїцію та раціональний підхід для визначення проблеми, розробляють і оцінюють альтернативні напрями дій та обирають найкращий.

Виконавці використовують інформацію, що надходить, для багатьох цілей, зокрема, щоб збагнути, на що має бути направлена їхня увага, щоб виявляти організаційні проблеми та розробляти варіанти рішень і обирати напрями дій. Інформація може стимулювати творчий потенціал виконавців щодо розроблення сценаріїв розвитку подій, визначення тенденцій у зовнішньому середовищі, відстеження виконання та контролювання дій.

Виконавці використовують специфічні методи, щоб знайти релевантну інформацію, тобто таку, в якій є потреба. Часто вони краще

можуть вирішити проблеми після отримання інформації в результаті зовнішніх контактів стосовно загальної ситуації. Інформація має багато різноманітних ознак, включаючи точність, своєчасність, часовий горизонт, доцільність, рівень деталізації, рівень узагальнення чи нагромадження, орієнтацію, джерело та обсяг. Важливість цих ознак змінюється з рівнем управління, що використовує інформацію.

Виконавці отримують інформацію як із зовнішніх, так і з внутрішніх джерел. Інформація стосовно внутрішніх дій надходить з обмеженої кількості ключових джерел. Зовнішня інформація охоплює зовнішнє середовище, включаючи клієнтів, конкурентів, ринкові та політичні зміни, технологічні розробки тощо. Ця інформація може надходити від персональних контактів, торгових організацій та періодичних видань. Інформація стосовно нових ідей і тенденцій у зовнішньому середовищі може надходити від учасників конференцій, міститься в неініційованих листах від клієнтів і замовників, у пропозиціях від постачальників, у друкованих виданнях і в мас-медіа.

Виконавцям завжди бракує того часу, якого вони потребують, для раціонального, систематичного та рефлексивного мислення, зумовленого специфікою їх праці. Виконавчі інформаційні системи якраз і містять необхідні їм інструменти для інтенсифікації процесів обмірковування проблем і розроблення ефективних рішень.

Головною функцією сучасних ВІС є забезпечення виконавців високоякісною, своєчасною та точною інформацією, яка має різний рівень деталізації залежно від бажань виконавців. Крім того, ВІС діють як інформаційні фільтри, зменшуючи інформаційне перевантаження менеджерів. ВІС також дають змогу виконавцям мати доступ та асимілювати інформацію з набагато меншими зусиллями.

Вони надають виконавцям багато різноманітних видів інформації. Внутрішня операційна та фінансова інформація вищого рівня забезпечуються у ВІС поточними зображеннями на екранах. Крім того, проблемна інформація та особливі стани корпорації виділяються на цих екранах кольорами. Відомості про зовнішні події та тенденції розвитку навколишнього середовища отримуються завдяки доступу ВІС до різноманітних зовнішніх баз даних.

ВІС забезпечують вільний доступ до електронної та голосової пошти. Ця функція дає змогу виконавцям ефективніше зв'язуватися з потрібними особами як усередині, так і за межами їхньої організації.

Проте найважливішим є те, що ВІС допомагає виконавцям будувати, оцінювати та модифікувати їхні ментальні моделі. Тому ВІС допомагають виконавцям у розумінні складного, турбулентного внутрішнього та зовнішнього середовищ їх організації. Проте, враховуючи

значний технологічний прогрес у розвитку ВІС, функції виконавців ще залишаються складними для підтримки, оскільки не все можна передбачити й запрограмувати.

ВІС може функціонувати тільки в готовому для її сприйняття оточенні. Розглянемо кілька зауважень щодо готовності такого сприйняття.

По-перше, перед упровадженням ВІС має бути виявлена проблема доставлення інформації. Зокрема, має існувати важлива інформація, яка є певною мірою своєчасно недоступною, що не дає змоги користувачам створювати високоякісні рішення. Альтернативно може існувати якась бізнесова проблема, пов'язана з недостатнім інформаційним забезпеченням.

По-друге, перед упровадженням ВІС має бути досягнута деяка технологічна зрілість виконавців або організації. Це означає, що організація (або безпосередньо самі користувачі) повинна мати досвід застосування інформаційних технологій або необхідне бажання змінити традиційну технологію.

### ***Розвиток і запровадження виконавчих інформаційних систем***

У принциповому плані виконавча інформаційна система як різновид СППР має такі самі підсистеми, як і класична модель СППР, тобто інтерфейс користувача, засоби керування даними, моделями та повідомленнями (комунікацією). Проте орієнтація цих систем на користувачів, що належать до вищих рівнів управління, вносить деякі особливості в конфігурації ВІС.

При запровадженні ВІС мають бути враховані деякі додаткові обставини та вимоги, зокрема керівні принципи розроблення ВІС.

Процес упровадження ВІС має також бути керованим. Перед упровадженням ВІС розробник має зрозуміти процес управління. Оскільки ВІС призначено для вищого рівня управління та для розгляду стратегічних альтернатив, то система має бути більш адаптованою до процесу управління, ніж загальні СППР. Окрім того, розробники мають використовувати творчий підхід до розвитку ініціатив для заохочення використання системи вищим керівництвом.

Після розроблення структури ВІС, що впроваджується, наступною темою обговорень є апаратні засоби. Багато чинників впливають на вибір апаратури. По-перше, апаратні засоби мають бути здатними підтримувати функції управління, важливі щодо виконання завдань, такі як дедуктивне повідомлення (інформування), аналіз трендів і виняткові повідомлення. По-друге, необхідно мати дисплей високої якості. Дуже маленький екран або нечітке зображення даних бентежитиме

менеджерів. По-третє, швидкодія процесора має бути достатньою, щоб гарантувати своєчасну відповідь на запит. Процесор має не лише виконувати поточні завдання, а й бути здатним витримувати більші навантаження. По-четверте, комп'ютерні механізми повинні вможливити здійснення операцій введення й виведення іншими пристроями, крім клавіатури. Користувачі краще ставляться до систем з голосовим управлінням, і з сенсорними екранами. По-п'яте, апаратні засоби ЕОМ мають надавати можливість ОПР, які не мають достатнього досвіду роботи з комп'ютерами, щоденно поповнювати свій професійний досвід. По-шосте, комп'ютер має бути підключеним до мережі. Користувач повинен мати доступ до інформації з відділень, до корпоративної та зовнішньої управлінської інформації, так само як і бути електронно підключеним до менеджерів, які можуть у разі обговорення охарактеризувати деякі проблеми. Зрештою, апаратура має бути інтегрованою з іншим технологічним обладнанням, важливим для ОПР, таким як поштові системи, факсимільне обладнання, голосова пошта й системи відеоконференцій.

### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. Що стало передумовою для появи нового типу СППР – виконавчих інформаційних систем?
2. Наведіть приклад специфічних ознак ВІС.
3. З якою метою розробляються ВІС?
4. Які вимоги до ВІС ставлять виконавці?
5. Яку інформацію використовують виконавці в процесі прийняття рішень?
6. Які вимоги до апаратних засобів висуваються при створенні та впровадженні ВІС?

*Література: 8; 11; 19; 22; 23; 26; 29; 30; 34; 35; 44.*

### **ТЕМА 11. ГРУПОВІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

*Мета:* сформулювати уяву про колегіальний процес прийняття рішень; описати особливості процесу групового вибору; ознайомитися з комп'ютерними системами підтримки прийняття колективних рішень.

*Ключові поняття:* група, яка приймає рішення (ГПР); задача колективного вибору; groupthink; зсув ризику; мозковий штурм; системи підтримки прийняття колективних рішень (СППКР); система імітації та прогнозу процесу прийняття рішень.

## **Поняття колективного рішення**

Будь-яке управлінське рішення є результатом діяльності великої кількості людей. Звичайно, основний вплив на процес прийняття рішення має та група, яка здійснює безпосередній вибір (у випадку колегіального процесу прийняття рішення), однак існує ще цілий ряд різних колективів, чий інтереси, цінності та цілі так чи інакше позначаються на прийнятому рішенні.

Виділяють *різні види участі* колективу в процесі розробки рішення:

- 1) безпосереднє прийняття рішення (коли рішення приймає група);
- 2) підготовка інформації для ОПР (цим займаються експерти та аналітики);
- 3) непрямий вплив на ОПР (такий вплив здійснюють різні активні групи, формальні й неформальні структури; цей вплив може не усвідомлюватися, а може свідомо враховуватися ОПР).

Особа, яка приймає рішення, може коректувати вплив деяких колективів на процес розробки рішень. Наприклад, керівник може варіювати форми участі своїх співробітників у вирішенні бізнес-проблем. Враховуючи форму участі співробітників, виділяють такі *стилі керівництва*:

- автократичний (керівник самостійно приймає рішення);
- консультативний (керівник консультується з підлеглими);
- груповий (рішення приймається на основі колективної думки).

У тому випадку, коли колектив бере участь у процесі розробки проблеми як ОПР (тобто має повноваження з прийняття рішення, здійснює безпосередній вибір на множині альтернатив і відповідає за його наслідки), кажуть, що це *колективне прийняття рішення*. У цьому випадку, крім терміна ОПР, використовується також термін “група, що приймає рішення” (*ГПР*).

Задача колективного прийняття рішень (задача групового вибору) – це задача, в якій рішення приймається групою осіб (колегіальним органом) на основі виявлення та формування колективних переваг, які відображають думку всієї групи.

Задача колективного вибору у загальному випадку формулюється таким чином: є деяка множина альтернатив, на якій задані індивідуальні переваги  $R_i$  ( $i = 1, n$ ) представників колективного органу прийняття рішень. Потрібно сформулювати відношення групової переваги  $R = F(R_1, \dots, R_n)$ , яке дозволить здійснити кооперативне рішення та буде прийняте як груповий вибір.

Специфіка колективного прийняття рішень полягає в тісній міжособистісній взаємодії всіх учасників. У зв'язку із цим у процесі розроб-

ки колективного рішення виникають перекручування мислення, які позначають терміном *groupthink*.

Стилю мислення *groupthink* властиві такі характерні риси.

1. Конформізм мислення. Учасник, який не приймає думки лідера або більшості груп, опиняється в психологічній ізоляції або навіть виключається з колективу. У результаті члени групи побоюються висловлювати свої сумніви щодо ухваленого рішення.
2. Тенденційний підбір інформації. До членів групи не надходить така інформація, яка могла б поставити під сумнів правильність прийнятого рішення.
3. Переконавання щодо всесильності групи та “зсув ризику”. Члени групи переоцінюють власні ресурси: матеріальні, інтелектуальні, організаційні та ін. Переоцінюється також ймовірність успіху прийнятого рішення.

У зв’язку із цим у колективних рішеннях спостерігається так званий “зсув ризику”: якщо середнє арифметичне індивідуальних ризиків учасників групи дорівнює  $R_1$ , то прийняте цими учасниками колективне рішення має більш високий рівень ризику  $R_2 = R_1 + \Delta R$ , де  $\Delta R$  – показник величини зсуву ризику. Вважається, що група приймає більш ризиковані рішення через те, що відповідальність за них поділяється між всіма членами групи.

Залежно від ролі колективу в процесі розробки рішення застосовуються різні методи підтримки його діяльності. Основна задача цих методів – виявити та врахувати індивідуальні погляди учасників колективу.

У тому випадку, якщо група виступає як ОПР, на основі індивідуальних переваг потрібно сформулювати колективне рішення. У тому випадку, якщо учасники групи виступають у ролі експертів, то на основі індивідуальних переваг потрібно сформулювати колективну оцінку певного явища.

До методів підтримки участі колективу в прийнятті рішень можна віднести такі групи методів:

- методи дискусії;
- методи (правила) голосування;
- методи експертних оцінок;
- методи розв’язання багатокритеріальних задач.

Методи дискусії та правила голосування використовуються в тому випадку, якщо рішення приймається колективно.

Методи експертних оцінок застосовуються для обробки індивідуальних суджень експертів.

Методи розв’язання багатокритеріальних задач використовуються тоді, коли в задачі є множина критеріїв, які відбивають інтереси різних активних груп.

## Системи підтримки прийняття колективних рішень

На цей час існує цілий ряд комп'ютерних технологій підтримки групової роботи та міжособистісних комунікацій (рис. 2.11.1), у тому числі:

- *GSS* (group support systems) – інформаційні системи, які підтримують роботу груп, переважно з прийняття слабоструктурованих і неструктурованих рішень;
- *Whiteboard* – технологія, яка забезпечує проведення дискусії групи учасників в інформаційній мережі. Основним елементом цієї технології є вікно, зміст якого повторюється на всіх персональних комп'ютерах учасників дискусії. Кожний з учасників може писати в цьому вікні текст або малювати зображення, і ця інформація відразу стає зрозумілою всім іншим членам групи;
- *V-mail* (голосова пошта) – послуга, яка дозволяє отримувати голосові повідомлення;
- *відеоконференцзв'язок* – це обмін аудіо- та відеоінформацією в режимі реального часу між учасниками територіально розподіленої групи.

	Учасники групи взаємодіють одночасно	Учасники групи розділені в часі
Учасники знаходяться в одному місці	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GSS у кімнатах, обладнаних для колективного обговорення та прийняття рішень;</li> <li>• GSS, що базуються на Web-технологіях;</li> <li>• системи мультимедійних презентацій;</li> <li>• Whiteboard;</li> <li>• обмін документами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GSS у кімнатах, обладнаних для колективного обговорення та прийняття рішень;</li> <li>• GSS, що базуються на Web-технологіях;</li> <li>• системи управління документообігом;</li> <li>• обмін документами;</li> <li>• E-mail, V-mail</li> </ul>
Учасники знаходяться в різних місцях	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GSS, що базуються на Web-технологіях;</li> <li>• Whiteboard;</li> <li>• обмін документами;</li> <li>• відеоконференцзв'язок;</li> <li>• аудіоконференцзв'язок;</li> <li>• комп'ютерні конференції;</li> <li>• E-mail, V-mail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GSS, що базуються на Web-технологіях;</li> <li>• Whiteboard;</li> <li>• E-mail, V-mail;</li> <li>• системи управління документообігом;</li> <li>• обмін документами;</li> <li>• комп'ютерні конференції з функцією запам'ятовування</li> </ul>

**Рис. 2.11.1. Типи підтримки групової роботи та міжособистісних комунікацій**

Із всіх технологій, які забезпечують роботу групи, нас насамперед цікавлять *системи підтримки прийняття колективних рішень*.

СППКР дозволяють швидко забезпечити всіх учасників групової підтримки рішень необхідною інформацією, організувати взаємодію учасників, а також забезпечити у разі потреби їх анонімність.

Передумовами появи та розвитку СППКР є такі фактори:

- 1) розвиток теорії колективного прийняття рішень;
- 2) розвиток мережного комп'ютерного забезпечення та поява систем groupware, які дозволяють здійснювати обмін інформаційними ресурсами між учасниками територіально розподіленої групи.

В українській та російській науковій літературі немає єдиного терміна для позначення систем типу СППКР. У текстах використовуються, наприклад, такі терміни-синоніми: системи підтримки прийняття групових рішень, автоматизовані системи підтримки процесу групового прийняття рішень, системи підтримки колективного рішення групи. В англійських текстах для позначення подібних систем використовують загальноприйнятту назву "Group support systems" (GSS), що можна перевести як "системи групової підтримки". Цей термін на початку 1990-х років замінив найменування "Group decision support systems" ("системи підтримки групових рішень") тому, що стало ясно: функції подібних систем виходять за межі завдань підтримки прийняття рішень. До систем GSS належать всі форми комп'ютерної підтримки різних видів колективної роботи – генерування ідей, формування консенсусу, анонімного оцінювання, голосування та ін.

У загальному випадку СППКР (вона ж GSS) реалізує такі функції:

- підтримує паралельні процеси обробки даних і генерування ідей;
- забезпечує швидкий і легкий доступ до зовнішньої інформації;
- дозволяє декільком користувачам взаємодіяти одночасно (конференцв'язок);
- підтримує процедури миттєвого анонімного голосування;
- робить запис всієї інформації, розглянутої в процесі роботи групи;
- дозволяє учасникам групи використовувати як структуровані, так і неструктуровані методи;
- спрямовує дії учасників групи в процесі обговорення;
- допомагає учасникам утворити цілісну картину розглянутої ситуації.

Основними перевагами СППКР є:

- організація взаємодії віддалених один від одного членів групи (це приводить до економії витрат на переміщення фахівців);
- паралельна обробка множини задач (це призводить до економії часу);
- забезпечення анонімності користувачів (це призводить до збільшення кількості та підвищення якості генерованих ідей, а також до підвищення точності експертних оцінок).



Ще одна можлива функція СППКР – це прогнозування рішення колективних органів. Системи, які реалізують цю функцію, називають *системами імітації та прогнозу процесу прийняття рішень*.

Можливу структуру СППКР з функцією імітації та прогнозу прийняття рішень наведено на рис. 2.11.2.

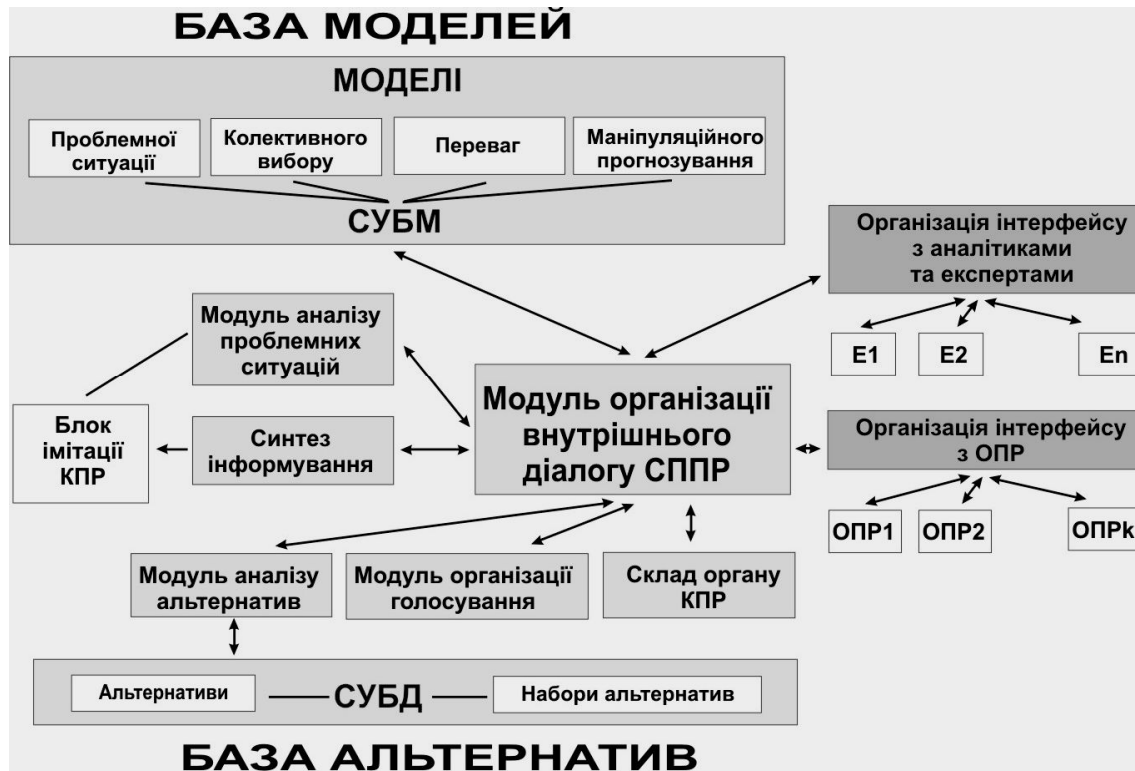


Рис. 2.11.2. Структура СППКР із функцією імітації та прогнозу рішень

На вхід такої системи вводиться великий обсяг інформації: всі можливі альтернативи рішень, які можуть бути подані на голосування; всі можливі набори альтернатив, в яких вони можуть подаватися на розгляд вибірникам; повна економічна характеристика кожної з можливих альтернатив (всі моделі проблемних ситуацій); моделі всіх можливих правил колективного вибору; склад колективного органу прийняття рішень; переваги осіб, які входять до органу прийняття рішень (моделі переваг); можливий характер маніпуляцій ОПР (моделі маніпуляції).

### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які ви знаєте види участі колективу в процесі розробки рішення?
2. У чому полягає сутність задачі колективного прийняття рішень?
3. Опишіть характерні риси стилю мислення groupthink.

4. Наведіть приклади систем підтримки прийняття колективних рішень.
5. Які функції реалізує СППКР? У чому перевага СППКР порівняно з іншими системами?
6. Що, на вашу думку, є передумовами розвитку СППКР?

*Література: 8; 11; 19; 22; 23; 26; 29; 30; 32; 34; 35; 44.*

## **Тема 12. СТВОРЕННЯ, ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ СППР**

*Мета:* ознайомитися з поняттям “інженерія СППР”, з факторами, що її визначають, проблемами і помилками, з якими стикається (допускає) проектувальник у процесі створення СППР, а також опрацювати загальну схему створення СППР; розглянути загальні принципи технології адаптивного проектування та дев’ятиетапну модель макетування.

*Ключові поняття:* інженерія системи; ідеалізований проект СППР; “мігруюча” система; “м’яке” і “тверде” проектування; “слабке” і “сильне” проектування; стратегії створення СППР; типові помилки розробників СППР; адаптивне проектування; макетування.

### **Фактори, що визначають інженерію СППР**

Процес *інженерії* (тобто процес проектування, розробки та виконання) СППР значною мірою залежить від впливу визначеного набору факторів, до яких можна віднести такі:

- 1) середовище СППР;
- 2) роль або мета СППР;
- 3) компоненти СППР;
- 4) способи об’єднання компонентів СППР;
- 5) необхідні ресурси.

Елементами, що обумовлюють дії фактора середовища, є:

- профіль задачі;
- правила і процедури, що заздалегідь визначені в даній предметній галузі;
- рівень використання СППР (операційний, управління, стратегічне планування);
- фаза прийняття рішень;
- функціональна сфера;
- спосіб доступу.

Фактор ролі і цілей СППР визначає результат, до якого повинен прагнути розробник СППР. Опис цього результату дозволяє окреслити визначені конструкції майбутньої СППР, діапазон процесу прийняття рішень, виявити процес, що потребує підтримки, – мислення, комунікація, координація.

Компоненти СППР відображають функціональний поділ системи на складові частини.

На основі аналізу компонентів формується *специфікація системи*. Дана специфікація є основою для вибору способу об'єднання компонентів системи, опис якого виконується у виді структури СППР.

Компоненти, організовані у визначену структуру, визначають:

- представлення входів і виходів системи;
- вимоги до управління діалогом і спосіб його контролю;
- підтримуючий контекст взаємодії;
- вимоги до управління переходом від словника користувача до внутрішнього словника моделювання;
- вимоги до процедур генерування, вибірки та поповнення моделей з боку СУБМ;
- вимоги з переструктурування моделей і створення їх “довідника”;
- вимоги до процесів виконання моделей;
- вимоги до процесора команд моделювання і його інтерфейсу з базою даних.

Аналіз факторів дозволяє описати етапи розробки від загальної схеми проблемної ситуації до ідеалізованого проекту системи, що вже потім розглядається з позицій необхідних ресурсів.

Ідеалізований проект СППР у довгостроковому плані має потенційну цінність – ітеративний характер процесу розробки дозволяє в майбутньому в наступному поколінні системи реалізувати такі аспекти системи, що не могли бути реалізовані спочатку в зв'язку з обмеженістю ресурсів [32].

### **Стратегії проектування СППР**

Перехід від ідеалізованого проекту СППР до етапу її реалізації вимагає знання методології проектування складних інтерактивних систем, що містить у собі:

- рекомендації або принципи проектування;
- стратегії побудови СППР;
- рольовий аналіз і рекомендації з проектування рольової підтримки користувачів;
- аналіз недоліків існуючих систем і вимоги, що впливають з них, до проектування.

До основних рекомендацій зазначеної методології, які необхідно врахувати при побудові СППР, належать:

1. “Мігруюча” система – неможливо точно, однозначно й остаточно встановити межі системи, тому що процеси навчання ОПР і побудови безпосередньо самої системи проходять паралельно.

2. Еволюція системи – необхідно враховувати той факт, що згодом розуміння проблеми та способи її вирішення можуть змінитися. Це варто врахувати при проектуванні та продумати і закласти інструменти для розвитку системи.

3. Взаємозв’язок “м’яких” (узагальнених) і “твердих” (фіксованих, спрямованих на дію) можливостей СППР. Характер можливостей СППР задає користувач. Це залежить від того, наскільки глибоко він вник у проблему, яка стадія її вирішення є оптимальною.

4. “Слабке” і “сильне” проектування – вибір підходу проектування залежить від замовника. “Слабке” проектування враховує тільки виконання запитів ОПР на основі обговорених характеристик. При цьому замовник пасивно виконує роль посередника. “Сильне” проектування припускає пасивне поводження ОПР, роль користувача бере на себе замовник і, як наслідок, намагається нав’язати ОПР своє вирішення поставлених задач.

Основним аспектом процесу проектування, що визначає створення системи, є стратегія побудови СППР. На сьогоднішній день існує дві стратегії створення СППР:

- непряма побудова СППР;
- безпосереднє створення СППР.

*Стратегія непрямой побудови СППР* полягає в простій індивідуальній підтримці на основі створення “калькулятора” для вирішення управлінських задач. Набір функцій для такої системи й алгоритми розрахунку користувач визначає самостійно.

*Стратегія безпосереднього створення СППР* має на меті підвищення результативності ОПР. Для її реалізації проектувальник повинен провести ретельний аналіз процесів прийняття рішень, діапазон і глибину змін в управлінському процесі, поводження ОПР. Крім того, аналізові повинні відповідати інтереси й можливості користувача, а також минулий досвід застосування ЕОМ щодо управління організацією.

Один із найбільш відповідальних і вирішальних етапів (з погляду використання СППР в організації) є *етап впровадження*. З погляду рольового аналізу можна виділити кілька груп користувачів, що будуть взаємодіяти із системою.

До них належать користувачі (особи, що безпосередньо спілкуються із системою); посередники (особи, що можуть фільтрувати або інтерпретувати результати роботи СППР перед тим, як передати їх ОПР (системний аналітик або консультант); оператори (займаються обслуговуванням пристроїв і устаткування для пересилання і передачі даних); персони (особи, що готують інформацію для прийняття рішення).

Як правило, кожна група (роль) висуває свої вимоги до системи, реалізуючи які, проектувальник ускладнює систему. Тому система буде більш простішою, коли в процесі її впровадження й експлуатації буде з'являтися якомога менша кількість діючих осіб у різних ролях.

При проектуванні СППР необхідно враховувати помилки, які найчастіше виникають при побудові СППР:

1. СППР дуже орієнтується на безліч даних або моделей. Розумовий процес ОПР і його поводження в організації при цьому не враховується.
2. СППР не підтримує ОПР відомими йому “образами”. Використовуються “образи”, відмінні від тих, котрі використовує ОПР при формулюванні своїх рішень.
3. СППР орієнтована на підтримку окремих етапів рішення (виявлення проблеми, вибір та ін.). При цьому користувач відчуває певні труднощі в разі потреби інтеграції всіх етапів процесу прийняття рішення.
4. СППР підтримує системну пам'ять (БД), але не підтримує актуальну пам'ять.

Щоб уникнути перерахованих помилок побудови СППР, доцільно взяти до уваги такі рекомендації:

- подавати “образи” у процесі діалогу;
- демонструвати “операції” на “образах” з метою підтримки окремих етапів процесу прийняття рішення;
- здійснювати різноманітні “нагадування”, що полегшують використання образів та “операцій”;
- створювати конструкції для контролю “образів”, операцій і нагадувань.

### **Загальна схема та методологія створення СППР**

Загальна схема процесу створення СППР може бути різноманітною, тому що залежить від:

- окремого і/або групи призначених ОПР;
- задач прийняття рішень;

- індивідуальних рис особистості користувача;
- стилю його керівництва;
- специфіки конкретної проблеми.

Іншими словами, в момент початку процесу реалізації проекту СППР проектувальник не може точно визначити технічне завдання на систему. Тому весь час відбувається процес адаптації системи до нових вимог, у рамках якого користувач бере активну участь у процесі проектування й апробації системи, проектувальник навчається, виявляючи потреби користувача, його особливості.

Цей процес має ітераційний характер і продовжується доти, поки всі вимоги ОПР до системи не будуть задоволені.

У процесі створення СППР можна виділити *три узагальнені фази інженерії СППР*.

Початкова фаза “*Вибір задач прийняття рішення*” – спрямована на визначення, опис і формулювання проблем і вимог користувача. Вона проходить за його особистою участю. Проектувальник на якийсь час стає сателітом ОПР, спостерігаючи за його діями і виконуючи разом з ним його щоденну роботу з метою виявлення задач, з якими щодня стикається ОПР, а також методів і моделей, які він використовує для їх вирішення. Підсумком робіт на початковій фазі мають стати: опис конкретних проблем користувача; опис інформаційних вимог.

Друга фаза “*Проектування і впровадження СППР*” складається з 4 етапів:

1. Вибір виду системи та дослідного зразка її використання. Успішна реалізація даного етапу можлива у випадку правильного розуміння і правильної формалізації управлінської проблеми споживача.
2. Конструювання бази моделей.
3. Конструювання бази даних.
4. Конструювання діалогу.

Результатами другої фази є: структура системи, функції системи, схема діалогу, база даних, база моделей, методів і процедур, сценарії.

Заключна фаза “*Оцінка використання СППР*” проводиться користувачем. На даному етапі формуються можливі вимоги до наступних змін як у процесі прийняття рішень, так і у функціях СППР.

### **Сутність, мета і стратегія макетування СППР**

Поява нових технічних і програмних засобів, що дозволяють автоматизувати процес створення нових систем, обумовила появу концепції проектування СППР – *адаптивного проектування*.

Основним методом адаптивного проектування є *макетування*, необхідність якого обумовлена тим, що системи класу СППР неможливо розробити без участі кінцевого користувача.

Останній, у свою чергу, не зможе точно визначити усіх вимог, яким має відповідати система доти, поки він не почне з нею працювати. Тому для вирішення даного протиріччя проектувальник має швидко і дешево створити працездатний *макет* майбутньої системи, на якому проектувальник разом з користувачем будуть виявляти потреби та вимоги останнього.

Оскільки процес створення СППР є циклічним, то система, розроблена (вдосконалена) на попередній ітерації, є макетом для наступної. Тільки на останній ітерації макет СППР стає повністю функціональною системою підтримки прийняття рішення, що задовольняє усі вимоги користувачів.

З цього погляду основними цілями макетування є одержання інформації про роботу системи від користувачів і дослідження проблемних задач або деяких наслідків, альтернативних рішень, прийнятих під час проектування або реалізації СППР.

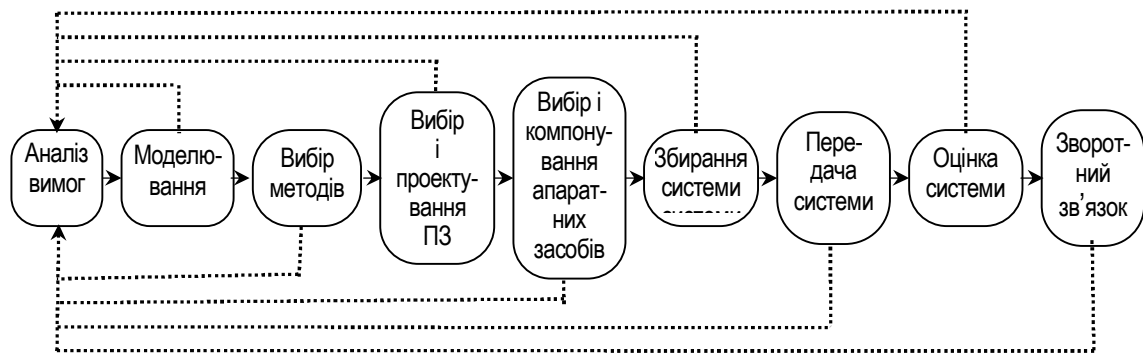
### ***Дев'ятиетапна модель макетування***

Сьогодні існує кілька підходів до макетування СППР. Зокрема, *дев'ятиетапна модель макетування* є гібридом принципів швидкого прикладного макетування з деякими більш традиційними методами та вимогами, що прийняті при проектуванні систем.

Разом з тим дана модель має ряд недоліків, зумовлених надходженням нових вимог до системи:

- 1) вимога, що надійшла, може бути спрямована на будь-який етап макетування. Наслідком цього є те, що дана вимога може бути не врахована на одному або декількох етапах даного процесу, а значить, система та документація до неї не будуть відповідати одна одній, також як не будуть відповідати уявлення про систему, наприклад, проектувальників і програмістів;
- 2) постійний потік нових вимог може зациклити дану модель, тобто, прагнучи задовольнити усі вимоги, етап, наприклад, збирання або передачі системи буде відсуватися в часі, а отже, підвищується імовірність зриву термінів виконання робіт.

Тому доцільно використовувати модель, позбавлену зазначених недоліків. Таку модель подано на рис. 2.12.1.



**Рис. 2.12.1. Удосконалена дев'ятиетапна модель макетування СПП**

Основна ідея даної моделі полягає в тому, що нові вимоги мають враховуватися тільки після того, як макет системи пройде повний цикл. Причому термін реалізації проекту в цілому має бути кратний кількості циклів макетування.

### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. На основі чого формується специфікація СППР?
2. У чому основна відмінність між “слабким” і “сильним” проектуванням?
3. Які виділяють стратегії створення СППР?
4. Наведіть загальну схему процесу створення СППР.
5. Охарактеризуйте три узагальнені фази інженерії СППР.
6. Що є основним методом адаптивного проектування? У чому його суть?
7. У чому полягає основна ідея дев'ятиетапної моделі макетування?

*Література: 2; 5; 8; 9; 11; 12; 23; 26; 27; 29; 30; 35; 41-43; 45; 46.*



### III. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

#### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 Вивчення етапів процесу прийняття рішень

*Мета:* дослідження етапів процесу прийняття рішень; отримання навичок формування та оцінки альтернативних рішень поставленої проблеми.

#### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Важливу роль серед інструментів, які надають допомогу в прийнятті рішень, відіграють комп'ютерні програми. На ринку програмних продуктів існують і користуються попитом системи, призначені для застосування на окремих етапах розробки управлінського рішення.

Concept Maps (СМ, карти представлень, асоціативні карти, карти пам'яті, Mind Maps) – спосіб представлення та фіксації підтвердження думок. Базові правила СМ розробив у 60-ті роки ХХ ст. професор Джозеф Новак (Joseph D. Novak) з Корнельського університету, який виходив з теорії Девіда Озубела (David Ausubel), котрий показав важливість попереднього досвіду для формування нових концепцій.

Копірайт на СМ як на методику створення нових ідей узяв британець Тоні Бузен (Tony Buzan), який назвав свій метод Mind Maps і використовував його для створення ряду комп'ютерних програм. Ось як він описує даний метод:

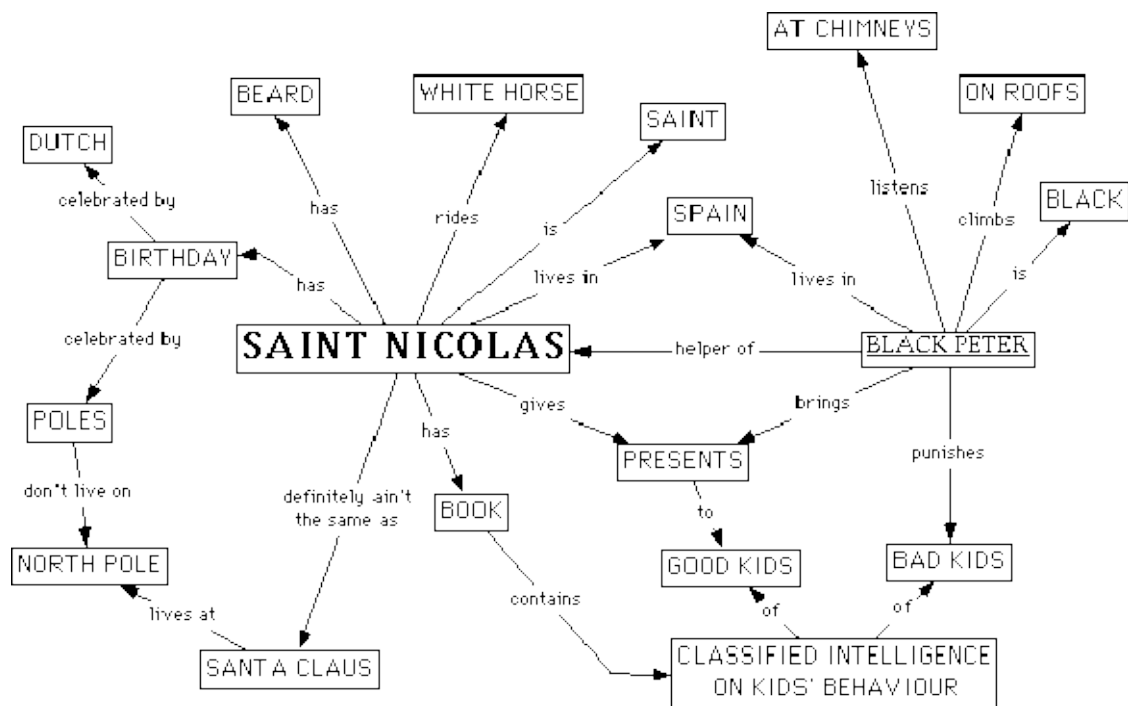
*“...уявна карта будується на підставі центрального слова або концепції, навколо яких розташовуються від 5 до 10 головних ідей стосовно нього. Кожне з цих дочірніх слів знову-таки оточується 5-10 головними ідеями”.*

Ключовими елементами в його програмі є:

- посилення на організації;
- асоціації і ключові слова;
- спеціальні символи, піктограми, тривимірні діаграми, стрілки і виділені групи слів;
- нові кластери, кожен з яких має свій унікальний центр для нового проекту.

Отримана графічна структура дозволяє по-новому розглядати уявлення про центральну концепцію, знаходити нові зв'язки цієї концепції з існуючим досвідом. Нею зручно користуватися, оскільки всі відомості в ній структуровані по кластерах. Це робить карту корисною в сесіях мережного мозкового штурму і, як вважає розробник, дає підстави для асоціацій. Дану методику використовують відразу декілька фірм, що створюють програмне забезпечення: MindMan, Inspiration Software і Smart Technologies.

На рисунку 3.1.1 наведено приклад побудови асоціативної карти.



**Рис. 3.1.1. Карта представлення**

Карта представлення – це спеціальна форма діаграми для дослідження знання, збору і розподілу інформації. Картографування представлень – це стратегія, яка використовується при розробці карт представлень. Карта представлень складається з вузлів (nodes) або осередків (cells), які містять поняття, пункт або питання (concept) й посилання. Посилання помічені мітками і показують напрям за допомогою символу стрілки. Посилання з міткою пояснює відношення між вузлами. Стрілка вказує напрям відношення і читається як пропозиція.

Нижче наводиться порівняльна таблиця основних програм. Дані таблиці відображають тільки головні особливості програм.

Таблиця 3.1.1

## Основні можливості програм побудови карт представлень

Програма	ConceptDraw Mindmap Pro 4	Mind Mapper 4	MindManager 2002 Enterprise	Decision Explorer
Операційна система	Win95/NT/ME/XP/ Mac OS 8.x-9.x/Mac OS X	Win98/2000/ NT/ME/XP	Win95/98 /2000/NT/ ME/XP	Win95/98/ 2000/NT/ ME/XP
Інтерфейс	Англійський, німецький, російський, французький	Англійський	Англійський, німецький, французький	Англійський, іспанський
Вартість ліцензії	1 000 рублів Росії	120 дол.	269 дол.	145 дол.
Наявність тріал-версії	+	+	+	+
<b>Загальні можливості</b>				
Малювання	++	-	-	-
Багатосторінкові документи	+	-	-	-
Створення шаблонів	+	-	+	+
Переглядач карт	+	+	+	-
Підтримка об'єктів OLE	+	+	+	-
<b>Побудова та редагування карт</b>				
Переміщення гілок	+	-	-	-
Додавання приміток	+	+	+	+
Додавання графіків і символів	+	+	+	+
Редагування декількох гілок	++	+	-	+
Приєднання зв'язаних гілок	+	+	+	+
Додавання посилань на файли	+	+	++	+
Плаваючий текст	+	+	+	-
<b>Інструменти</b>				
Помічник	+	-	+	-
Майстер побудови	+	-	-	-
Форматування всієї карти	+	-	+-	+
Впорядкування гілок	+	+	+	+
Режим мозкового штурму	+	-	+	-
Зображень у бібліотеці	1 340	150	1 480	0
Редагування бібліотек	+	+-	+	-

Програма	ConceptDraw Mindmap Pro 4	Mind Mapper 4	MindManager 2002 Enterprise	Decision Explorer
<b>Формати</b>				
Імпорт тексту	ASCII	ASCII, DOC	RTF, ASCII, DOC	RTF, ASCII, DOC
Експорт у формати	RTF, ASCII, HTML	RTF, ASCII, HTML, DOC	RTF, ASCII, HTML, DOC	RTF, ASCII, HTML, DOC
Підтримка графічних форматів	BMP, GIF, PNG, JPEG, WMF, PICT, TIFF	BMP, EMF	BMP, IF, PNG, EMF/WMF, PICT, TIFF	BMP, JPEG, EMF, WMF
Експорт у EPS	+	–	–	–
Експорт у PDF	+	–	–	–
Експорт у HTML	+	+	+	–
Експорт/імпорт у PowerPoint	++	++	++	++
Відправка по e-mail	+	+	+	+

- опція відсутня;
- +– опція представлена дуже слабо;
- + опція (функція) присутня в даній програмі;
- ++ функція присутня на високопрофесійному рівні і/або з великою кількістю додаткових можливостей.

### ***Побудова карт проблем у програмі Decision Explorer***

Система Decision Explorer (продукт компанії Vanxia Software Ltd) призначена для застосування на стадії дослідження проблеми та формування альтернативних рішень. У даній роботі необхідно дослідити можливості даної програми для застосування в процесі вирішення задачі виводу підприємства з кризи.

Система Decision Explorer являє собою інструмент побудови та аналізу дескриптивних нематематичних моделей, які описують набір елементів досліджуваної системи (наприклад, проблеми) та зв'язки між ними. Прикладами дескриптивних моделей можуть бути, зокрема, структурна модель предметної галузі, діаграма причинно-наслідкових зв'язків, дерево цілей.

Основні функції Decision Explorer – обробка якісної інформації про предметну галузь, аналіз структури досліджуваної системи, а також активізація та організація мислення ОПР.

Робота з Decision Explorer включає дві основні стадії: синтез і аналіз.

*На першій стадії* формується візуальна модель, яка відображає сукупність елементів досліджуваної системи та зв'язки між ними.

На другій стадії одержаний результат піддається аналізу за допомогою спеціалізованого інструментарію Decision Explorer.

Отриманий результат обговорюється фахівцями, і вихідна модель коректується. Коли Decision Explorer застосовується на першому етапі процесу прийняття рішення, об'єктом моделювання є **проблемна ситуація**.

У цьому випадку елементами моделі є причини та наслідки проблеми, які візуально зображуються у вигляді прямокутних або інших *фігур* з відповідними написами. Взаємозв'язки між елементами моделі візуально зображуються у вигляді **стрілок**.

Для створення візуальної моделі на стадії синтезу в середовищі Decision Explorer потрібна низка нескладних дій:

- подвійне клацання миші – для створення елементів моделі;
- операція Dragl & Drop – для створення зв'язків між елементами моделі (потрібно вказати на перший зі зв'язаних елементів, натиснути кнопку миші та, утримуючи її, перемістити курсор миші на другий елемент) – рис. 3.1.2.



**Рис. 3.1.2. Створення зв'язку між елементами моделі**

Для вибору стилю оформлення елементів моделі служить команда *Property / Show style selector*, а також кнопка на панелі інструментів.

Створити свій стиль оформлення можна за допомогою команди *Property – Concept style properties* і відповідної кнопки *Define concept style properties* на панелі інструментів.

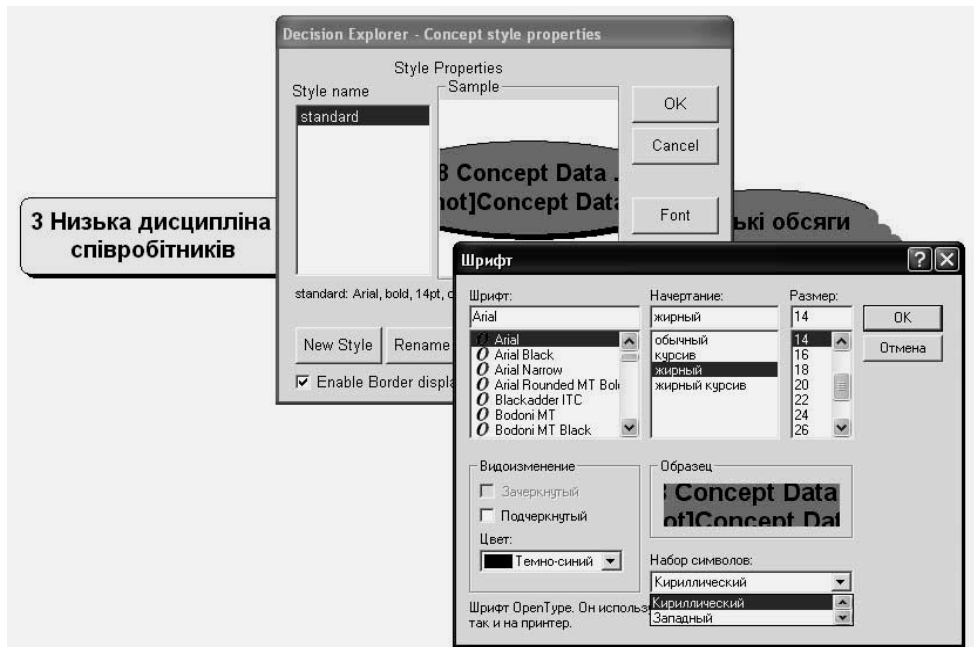


Ця команда відкриває діалогове вікно для визначення власного стилю оформлення. Особливу увагу при роботі зі стилями слід звернути на кнопку “FONT” діалогового вікна *Concept style properties*. Ця кнопка дозволяє встановити не тільки певний шрифт та його оформлення, але й той чи інший набір символів. Для правильного відображення написів на об'єктах моделі потрібно встановити *набір символів кирилиці* (рис. 3.1.3).

Масштаб зображення на екрані задається командою *View-Display scale*. Масштаб відображення також можна змінювати за допомогою

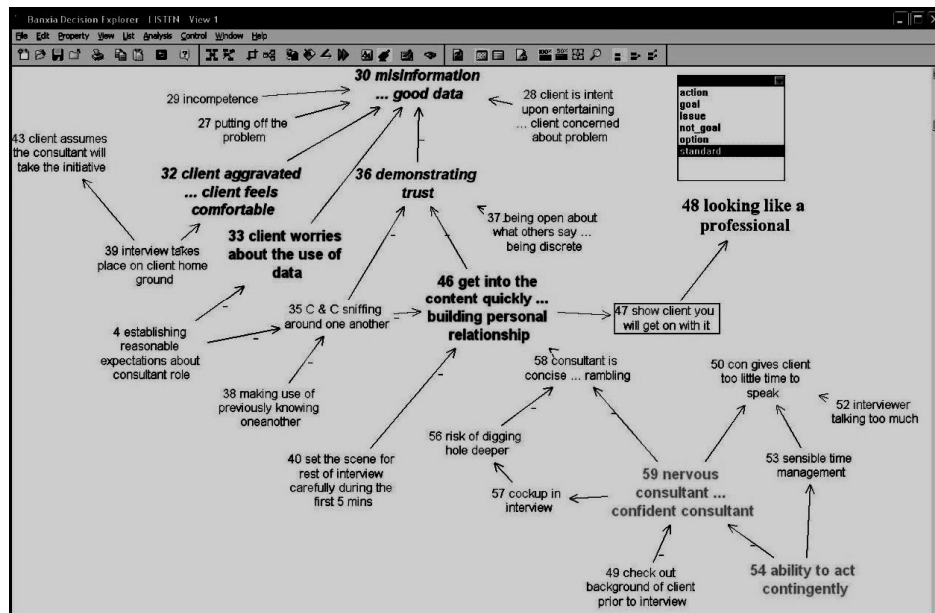
“гарячих” клавіш, вказаних у меню (але при цьому повинна бути встановлена англійська розкладка клавіатури).

Перемістити обраний елемент моделі можна за допомогою команди **Move concept** контекстного меню. Для вибору декількох елементів моделі можна використовувати рамку мишки або клавішу Shift на клавіатурі.



**Рис. 3.1.3. Визначення параметрів оформлення моделі**

На рис. 3.1.4 показано варіант створеної моделі.



**Рис. 3.1.4. Карта проблеми, побудована в середовищі Decision Explorer**

На стадії аналізу отримана раніше візуальна модель досліджується за допомогою таких процедур:

- за допомогою команд **Central** і **Domain** визначаються “ключові” елементи моделі – тобто елементи, які мають найбільшу кількість зв’язків. Застосування команди **Central n**, де  $n$  – задана користувачем кількість ключових елементів, дозволяє виявити  $n$  ключових ланок системи причинно-наслідкових зв’язків. Отримана інформація корисна тим, що вона дає можливість сформулювати  $n$  основних завдань;
- за допомогою команди **Cluster** виявляються відносно незалежні підсистеми елементів моделі (якщо вони є);
- команда **Map concept** будує ієрархію “підлеглих” елементів для виділеної ланки моделі;
- команда **Loop** виявляє петлі позитивного та негативного зворотних зв’язків між елементами моделі.

Ці та інші команди вводяться з клавіатури в командний рядок або вибираються в списку меню **Analysis**.

Командний рядок DE> з’являється внизу екрана автоматично при спробі введення тексту з клавіатури.

## ЗАВДАННЯ

Об’єктом дослідження буде підприємство “Вітара”. ВАТ “Вітара” – це компанія середнього масштабу, яка виготовляє електродвигуни та насоси, а також товари народного споживання. Останнім часом компанія мала високу репутацію завдяки високій якості продукції та сервісу. Однак ситуація змінилася.

По-перше, різко скоротилася кількість замовлень на основну продукцію підприємства – електродвигуни для насосних станцій. При цьому зменшення платоспроможного попиту супроводжувалося підвищенням вимог замовників до характеристик продукції.

По-друге, була здійснена приватизація. З цього часу розвиток виробництва необхідно було здійснювати вже не за рахунок централізованих джерел, а за рахунок самостійно зароблених коштів. Як наслідок – упродовж останніх років компанія звітує про збитки.

Про стан підприємства свідчать такі цифри: половина основних фондів експлуатується понад 25 років; номенклатура продукції заводу оновлюється щорічно тільки на 1-2 %; рівень витрат на 1 грн. продукції становить 90 коп. при плані 75 коп.

У поточному році керівництво підприємства приступило до формування антикризової програми розвитку виробництва та збуту. Була скликана екстрена нарада, на порядку денному якої постало питання:

“Які чинники призвели до існуючої ситуації?” Іншими словами, керівництво приступило до першого етапу процесу прийняття рішень – етапу, присвяченого дослідженню проблемної ситуації, виявленню її причин і наслідків.

Експерти та аналітики визначили пари взаємопов’язаних чинників. Ці чинники наведені в таблиці 3.1.2.

Таблиця 3.1.2

**Пари взаємопов’язаних чинників для побудови моделі**

<b>Чинник, який впливає</b>	<b>Чинник, на який впливає</b>
Великі витрати матеріалів та сировини	Висока собівартість продукції
Висока собівартість продукції	Недостатність власних засобів
Висока собівартість продукції	Низький попит на продукцію
Значна частка пасивної частини ОФ	Висока собівартість продукції
Мала частка ТНВ в обсязі продукції	Низький попит на продукцію
Недостатній аналіз ринку	Низький попит на продукцію
Недостатній аналіз ринку	Мала частка ТНВ в обсязі продукції
Недостатність власних засобів	Низький ступінь оновлення продукції
Недостатність власних засобів	Старіння оборотних фондів ОФ
Низька виконавча дисципліна	Висока собівартість продукції
Низький ступінь оновлення продукції	Низький попит на продукцію
Низький обсяг виробництва	Недостатність власних засобів
Низький попит на продукцію	Низький обсяг виробництва
Низький рівень стратегічного планування	Низька виконавча дисципліна
Низький рівень стратегічного планування	Слабке просування продукції на ринку
Низький рівень стратегічного планування	Мала частка ТНП в обсязі продукції
Низький рівень стратегічного планування	Недостатній аналіз ринку
Слабке просування продукції на ринку	Низький попит на продукцію
Старіння оборотних фондів (ОФ)	Висока собівартість продукції
Старіння оборотних фондів ОФ	Великі витрати матеріалів і сировини
Старіння оборотних фондів ОФ	Низький ступінь оновлення продукції

**ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ**

1. У середовищі Decision Explorer побудуйте карту проблеми, яка відображає основні взаємозв’язки причин і наслідків проблемної ситуації. Створену карту проблеми занесіть до звіту.
2. Створіть власний стиль оформлення моделі.



3. За допомогою інструментарію Decision Explorer проведіть аналіз карти проблеми:

- виявіть та занесіть до звіту три ключові ланки системи причинно-наслідкових зв'язків і на їх основі сформулюйте 3 основні завдання антикризового управління ВАТ “Вітара”;
- визначте і занесіть до звіту дві відносно незалежні підсистеми чинників та їх елементи, які сприяють погіршенню кризового становища у ВАТ “Вітара”.

На основі отриманих результатів визначте напрямки формування двох підсистем антикризового управління:

- визначте склад петель зворотного зв'язку між кризовими факторами;
- з'ясуйте причини недостатності власних фінансових коштів підприємства (*Вказівка.* До елемента “Недостатність власних коштів” моделі потрібно застосувати команду *Map concept*, яка дозволяє побачити ієрархію “підпорядкованих” ланок даного елемента моделі).

4. Розробіть альтернативні варіанти вирішення проблеми (3 альтернативи).
5. Сформулюйте перелік критеріїв оцінки альтернатив (3 критерії).
6. Дайте суб'єктивні оцінки альтернатив по кожному з критеріїв за 10-бальною шкалою. Обґрунтуйте їх.
7. Для виявлення найкращого варіанта вирішення проблеми розрахуйте сумарні оцінки для кожної з альтернатив за всією множиною критеріїв.

### ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ

1. Дайте визначення та назвіть особливості управлінських рішень.
2. Назвіть відмінності між слабо та добре структурованими рішеннями.
3. Дайте визначення понять “критерій” та “альтернатива”.
4. Приведіть послідовність та охарактеризуйте етапи процесу прийняття рішення.
5. Назвіть, які групи учасників беруть участь у прийнятті рішення, та охарактеризуйте роль кожної групи.
6. Назвіть призначення та особливості побудови “карт проблем”.
7. Яким чином і з якою метою у програмі Decision Explorer будуються петлі зворотного зв'язку та діаграми ієрархії елементів?

*Література: 3; 4; 7; 16; 29; 36.*

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### Використання нормативних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності

*Мета:* набути навичок використання нормативних моделей прийняття рішень в умовах невизначеності.

#### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

У реальних ситуаціях кількість економічних рішень, що приймаються в стабільних та визначених умовах, жорстко обмежена. Нерідко економічна ситуація є унікальною і тому рішення в умовах невизначеності повинне ухвалюватися одноразово. Це породжує необхідність розвитку методів моделювання прийняття рішень в умовах невизначеності і ризику.

Традиційно з цією метою використовуються “ігри з природою”. Термін “природа” характеризує якусь об’єктивну дійсність. Формальне вивчення ігор з природою, так само як і стратегічних, повинно починатися з побудови платіжної матриці, що є, по суті, найбільш трудомістким етапом підготовки ухвалення рішення. Помилки в платіжній матриці не можуть бути компенсовані ніякими обчислювальними методами і призведуть до неправильного підсумкового результату. Методи прийняття рішень в іграх з природою залежать від характеру невизначеності, точніше, від того, відомі чи ні вірогідність станів (стратегій) природи, тобто чи існує ситуація ризику або невизначеності.

Розглянемо організацію та аналітичне представлення гри з природою. Нехай гравець 1 має  $m$  можливих стратегій:  $A_1, A_2, \dots, A_m$ , а в природи є  $n$  можливих станів (стратегій):  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ , тоді умови гри з природою задаються матрицею  $A$  виграшів гравця 1:

$$A = \begin{pmatrix} & \theta_1 & \theta_2 & \dots & \theta_n \\ A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Можливий і інший спосіб завдання матриці гри з природою: не у вигляді матриці виграшів, а у вигляді так званої матриці ризиків  $R = \|r_{ij}\|_{mn}$  або матриці упущених можливостей. Величина ризику – це розмір платні за відсутність інформації про стан середовища. Матриця  $R$  може бути побудована безпосередньо з умов задачі або на основі матриці виграшів  $A$ .

Ризиком  $r_{ij}$  гравця при використанні ним стратегії  $A_i$  і при стані середовища  $\theta_j$  називатимемо різницю між виграшем, який гравець одержав би, якби він знав, що станом середовища буде  $\theta_j$ , і виграшем, який гравець одержить, не маючи цієї інформації.

Знаючи стан природи (стратегію)  $\theta_j$ , гравець вибирає ту стратегію, при якій його виграш максимальний, тобто  $r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$ , де  $\beta_j = \max_{1 \leq i \leq m} a_{ij}$  при заданому  $j$ . Наприклад, для матриці виграшів

$$A = \begin{pmatrix} & \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \theta_4 \\ A_1 & 1 & 4 & 5 & 9 \\ A_2 & 3 & 8 & 4 & 3 \\ A_3 & 4 & 6 & 6 & 2 \end{pmatrix} \quad (3.2.1)$$

отримаємо матрицю ризиків:

$$R = \begin{pmatrix} & \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \theta_4 \\ A_1 & 3 & 4 & 1 & 0 \\ A_2 & 1 & 0 & 2 & 6 \\ A_3 & 0 & 2 & 0 & 7 \end{pmatrix} \quad (3.2.2)$$

Незалежно від виду матриці гри потрібно вибрати таку стратегію гравця, яка була б найвигіднішою порівняно з іншими.

*Під інформаційною ситуацією  $I$  мають на увазі певний ступінь градації невизначеності вибору середовищем своїх станів у момент прийняття рішень.*

Класифікатор інформаційних ситуацій, пов'язаних з невизначеністю середовища, можна побудувати таким чином:

- $I_1$  – перша інформаційна ситуація. Характеризується заданим розподілом апріорних ймовірностей на елементах множини  $\theta$ ;
- $I_2$  – друга інформаційна ситуація. Характеризується заданим розподілом ймовірностей з невідомими параметрами;
- $I_3$  – третя інформаційна ситуація. Характеризується заданою системою лінійних співвідношень на компонентах апріорного розподілу станів середовища;
- $I_4$  – четверта інформаційна ситуація. Характеризується невідомим розподілом ймовірностей на елементах множини  $\theta$ ;
- $I_5$  – п'ята інформаційна ситуація. Характеризується антагоністичними (прямо протилежними) інтересами середовища у процесі прийняття рішень;
- $I_6$  – шоста інформаційна ситуація. Характеризується як проміжна між  $I_1$  та  $I_5$  при виборі середовищем своїх станів.

Критерій прийняття рішень – це алгоритм, який визначає для кожної ситуації прийняття рішень  $\{A, \theta\}$  та інформаційної ситуації  $I$  єдине оптимальне рішення  $x$  або множину таких розв’язків, які є еквівалентними стосовно даного критерію.

Кожна інформаційна ситуація може характеризуватися сукупністю критеріїв. Так, наприклад, для першої інформаційної ситуації найбільш важливими є такі критерії: Байєса, модальний, мінімальної дисперсії; для четвертої – Джейнса, Лапласа та інші; для п’ятої – Вальда, Севіджа та інші; для шостої – Гурвіца, Ходжеса-Лемана та інші.

Розглянемо деякі із названих критеріїв на прикладі матриці виграшів (3.2.1) або пов’язаної з неї матриці ризику (3.2.2).

*Критерій максімакса.* З його допомогою визначається стратегія, що максимізує максимальні виграші для кожного стану природи. Це критерій *крайнього оптимізму*. Якнайкращим визнається рішення, при якому досягається максимальний виграш, що дорівнює

$$M = \max_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}. \quad (3.2.3)$$

Неважно побачити, що для матриці  $A$  якнайкращим рішенням буде  $A_1$ , при якому досягається максимальний виграш – 9.

Слід зазначити, що ситуації, що вимагають застосування такого критерію, в економіці загалом нерідкі, і користуються ним не тільки оптимісти, але й гравці, поставлені в безвихідне становище, коли вони вимушені керуватися принципом “або пан, або пропав”.

*Максимінний критерій Вальда.* З позицій даного критерію природа розглядається як агресивно налаштований і свідомо діючий супротивник типу тих, які протидіють у стратегічних іграх. Обирається рішення, для якого досягається значення

$$W = \max_{1 \leq i \leq m} \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}. \quad (3.2.4)$$

Для платіжної матриці  $A$  (3.2.1) неважно розрахувати  $W = \max_{1 \leq i \leq 3} \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} = 3$ , що відповідає другій стратегії  $A_2$  гравця 1.

Відповідно до критерію Вальда зі всіх найневдаліших результатів вибирається кращий ( $W = 3$ ). Це позиція *крайнього песимізму*, яка розрахована на гірший випадок. Така стратегія прийнятна, наприклад, коли гравець не такий зацікавлений у великому успіху, але хоче себе застрахувати від несподіваних програшів. Вибір такої стратегії визначається ставленням гравця до ризику.

*Критерій мінімаксного ризику Севіджа.* Вибір стратегії аналогічний вибору стратегії за принципом Вальда з тією відмінністю, що

гравець керується не матрицею вигравів  $A$  (3.2.1), а матрицею ризиків  $R$  (3.2.2):

$$S = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij}.$$

Для матриці  $R$  (3.2.2) мінімально можливий один з найкрупніших ризиків, рівний 4, досягається при використанні першої стратегії  $A_1$ .

*Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца.* Цей критерій при виборі рішення рекомендує керуватися деяким середнім результатом, що характеризує стан між крайнім песимізмом і нестримним оптимізмом. Згідно з цим критерієм стратегія в матриці  $A$  вибирається відповідно до значення

$$H_A = \max_{1 \leq i \leq m} \left\{ p \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1 - p) \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \right\}, \quad (3.2.5)$$

де  $p$  – коефіцієнт песимізму ( $0 \leq p \leq 1$ ).

При  $p = 0$  критерій Гурвіца співпадає з максімакним критерієм, а при  $p = 1$  – з критерієм Вальда. Покажемо процедуру застосування даного критерію для матриці  $A$  (3.1) при  $p = 0,5$ :

- для першої стратегії

$$(i = 1) \quad 0,5 \left\{ \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} + \max_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} \right\} = 0,5(1 + 9) = 5;$$

- для другої стратегії

$$(i = 2) \quad 0,5 \left\{ \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} + \max_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} \right\} = 0,5(3 + 8) = 5,5;$$

- для третьої стратегії

$$(i = 3) \quad 0,5 \left\{ \min_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} + \max_{1 \leq j \leq 4} a_{ij} \right\} = 0,5(2 + 6) = 4.$$

Тоді  $H_A = \max_{1 \leq i \leq m} \left\{ 0,5 \left( \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \right) \right\} = 5,5$ , тобто оптимальною є друга стратегія  $A_2$ .

Стосовно матриці ризиків  $R$  критерій песимізму-оптимізму Гурвіца має вигляд:

$$H_R = \max_{1 \leq i \leq m} \left\{ p \min_{1 \leq j \leq n} r_{ij} + (1 - p) \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij} \right\}.$$

При  $p = 0$  вибір стратегії гравця 1 здійснюється за умовою якнайменшого зі всіх можливих ризиків ( $\min_{i,j} r_{ij}$ ), при  $p = 1$  – за критерієм мінімаксного ризику Севіджа.

У разі, коли за прийнятим критерієм пропонується використати декілька стратегій, вибір між ними може проводитися за додатковим критерієм, наприклад, можуть враховуватися середні квадратичні відхилення від середніх вигравів при кожній стратегії.

Ще раз підкреслимо, що тут стандартного підходу немає. Вибір може залежати від схильності до ризику ЛПР.

*Прийняття рішень в умовах ризику.* Методи ухвалення рішень в умовах ризику розробляються і обґрунтовуються в рамках так званої теорії статистичних рішень. При цьому у разі стохастичної невизначеності, коли станам природи поставлені у відповідність вірогідності, задані експертно або обчислені, рішення зазвичай ухвалюється на основі критерію максимуму очікуваного середнього виграшу або мінімуму очікуваного середнього ризику.

Якщо для деякої гри з природою, що задається платіжною матрицею  $A = \|a_{ij}\|_{mn}$ , стратегіям природи  $\theta_j$  відповідає вірогідність  $p_j$ , то кращою стратегією гравця 1 буде та, яка забезпечує йому максимальний середній виграш, тобто

$$\max_{1 \leq i \leq m} \sum_j^n p_j a_{ij}. \quad (3.2.6)$$

Стосовно матриці ризиків (матриці упущених вигод) кращою буде та стратегія гравця, яка забезпечує йому мінімальний середній ризик:

$$\min_{1 \leq i \leq m} \sum_j^n p_j r_{ij}. \quad (3.2.7)$$

Критерії (3.2.6) і (3.2.7) еквівалентні в тому значенні, що оптимальні значення для них забезпечує одна і та ж стратегія  $A_i$  гравця 1.

Зазначимо, що коли йдеться про середній виграш або ризик, то мається на увазі багатократне повторення акту ухвалення рішень. Умовність припущення полягає у тому, що реально необхідної кількості повторень найчастіше може і не бути.

Таким чином, у разі відсутності інформації про вірогідність станів середовища теорія не дає однозначних і математично чітких рекомендацій щодо вибору критеріїв ухвалення рішень. Хоча застосування математичних методів в іграх з природою не дає абсолютно достовірного результату, а останній певною мірою є суб'єктивним (унаслідок довільності вибору критерію ухвалення рішення), воно, проте, створює деяке впорядкування у розпорядженні СПР даних: задаються безліч станів природи, альтернативні рішення, виграші і втрати при різних поєднаннях стану “середовище – рішення”. Таке впорядкування уявлень про проблему саме по собі сприяє підвищенню якості рішень, що приймаються.

### ***Прийняття рішень в умовах багатокритеріальності***

Побудова моделей багатокритеріальних задач прийняття рішень є досить складною процедурою, що складається з формалізованих і неформалізованих етапів.

Одним із найважливіших етапів є формування множини критеріїв, що характеризують властивості рішень або їх наслідки. Набір критеріїв повинен бути повним, тобто використання будь-яких додаткових критеріїв не повинно змінювати результатів рішення, а відкидання хоча б одного з набору призводить до зміни результатів. Також набір критеріїв повинен відповідати таким вимогам: операційності; декомпозиційності; ненадмірності; мінімальності та вимірності.

Вибір того чи іншого критерію (функціонала оцінювання) залежить від цілей і задач управління та планування. Однією з найважливіших характеристик функціонала оцінювання є його *інгредієнт*.

Вважається, що економічний показник (чи його характеристика) має позитивний інгредієнт, якщо під час прийняття рішення суб'єкт керування орієнтується на його максимальне значення. Формально факт прийняття рішення на основі аналізу функціонала оцінювання  $F$ , що має *позитивний інгредієнт*, відображає рівність:  $F = F^+$ .

Якщо під час прийняття рішення суб'єкт керування орієнтується на мінімальне значення економічного показника, то вважається, що цей показник має *негативний інгредієнт*. У такому разі щодо функціонала оцінювання пишуть, що  $F = F^-$ .

Визначення функціонала оцінювання (платіжної матриці) у формі  $F = F^+$ , як правило, використовують для оптимізації таких категорій, як виграш, корисність, ефективність, прибуток, надійність, імовірність удачі (імовірність досягнення поставленої мети) тощо. У формі  $F = F^-$  платіжна матриця використовується для оптимізації таких категорій: програш, витрати, збитки, ризик, імовірність невдачі тощо.

Наступними важливими етапами побудови моделі є визначення оцінок варіантів рішень за шкалами критеріїв та виявлення системи пріоритетів суб'єкта, що приймає рішення. Виявлення системи пріоритетів у межах багатокритеріальної моделі дає можливість перейти до формування вирішального правила, що дозволяє впорядкувати та проранжувати рішення.

Під ситуацією **прийняття багатоцільового рішення** будемо розуміти пару  $\{X, F\}$ ,

де  $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$  – множина рішень, в якій діє СПР;

$F = \{F^1, \dots, F^q\} = \{f_k^q\}_{q,k=1}^{q,m}$  – вектори функціоналів оцінювання, що визначені на  $X$  і приймають рішення в  $R^1$ .

При заданій ситуації прийняття рішення проблема прийняття багатоцільових рішень полягає в тому, що суб'єкт керування повинен обрати одне рішення, оптимальне за обраним критерієм згортки.

Зазначимо, що *проблема прийняття багатоцільових (багато-критеріальних) рішень* характеризується трьома чинниками:

$$\{v, u, w\},$$

де  $v$  – метод нормалізації;

$u$  – співвідношення пріоритету (вагомість);

$w$  – критерій згортки.

Нормалізація застосовується для переходу до порівняльних шкал у значеннях функціонала оцінювання. Ця проблема виникає в тих задачах, де локальні критерії якості стратегій (які виділяють ті аспекти наслідків, що мають братися до уваги в разі порівняння різноманітних варіантів стратегій) мають різні одиниці вимірювання, або, в разі однорідних економічних показників, різні порядки величин, що їх вимірюють. Необхідно нормалізувати інформацію про економічний об'єкт, тобто привести її до одного, бажано – безрозмірного, масштабу вимірювань. На даний час розроблено велику кількість різних схем нормалізації (табл. 3.2.1).

Таблиця 3.2.1

### Методи нормалізації

Метод нормалізації	Математичний запис
Зміна інгредієнта	$f_k^{q\pm} \rightarrow (-f_k^q)^{\mp}, f_k^{q\pm} \rightarrow (1/f_k^q)^{\mp}$
Відносної нормалізації	$f_k^{q\pm} \rightarrow \left(\frac{f_k^q}{f^{ideal}}\right)$
Порівняльної нормалізації	$f_k^{q+} \rightarrow (f_k^q - \min_k f_k^q)^+, f_k^{q-} \rightarrow (\max_k f_k^q - f_k^q)^+;$ $f_k^{q-} \rightarrow \left(\frac{f_k^q}{\min_k f_k^q}\right)^-, f_k^{q+} \rightarrow \left(\frac{f_k^q}{\max_k f_k^q}\right)^+$
Нормалізація усереднення	$f_k^{q\pm} \rightarrow \left(\frac{f_k^q}{\text{середнє}_k f_k^q}\right)^{\pm}$
Природної нормалізації	$f_k^{q\pm} \rightarrow \left(\frac{f_k^q - \min_k f_k^q}{\max_k f_k^q - \min_k f_k^q}\right)^{\pm}$
Севіджа	$f_k^{q\pm} \rightarrow \left(\frac{\max_k f_k^q - f_k^q}{\max_k f_k^q - \min_k f_k^q}\right)^{\mp}$



У багатокритеріальних задачах прийняття рішень локальні критерії якості стратегій, а також інформаційні ситуації, яким властиві ці критерії, мають різну важливість для СПР. Це необхідно врахувати для вибору оптимальної стратегії, віддаючи певну перевагу більш важливим критеріям чи інформаційним ситуаціям. Практично ця проблема зводиться до коригування вибраної схеми компромісу. А тому наступним етапом є *вибір схеми урахування пріоритету*, а також *встановлення ступеня важливості* тих чи інших об'єктів.

Найпоширенішими моделями відображення пріоритетності об'єктів є:

- *ряд пріоритету* ( $RI$ );
- *ряд бінарних відношень пріоритету* ( $RV$ );
- *вектор вагових коефіцієнтів пріоритету* ( $U$ ).

Виділяють два принципово відмінні підходи до урахування пріоритету локальних об'єктів у багатокритеріальних задачах прийняття рішень:

- *принцип жорсткого врахування пріоритету* (однорідні локальні об'єкти розміщуються відповідно до їх важливості в ряді пріоритету; пошук оптимальної стратегії (стратегій) здійснюється згідно з принципом послідовної оптимізації; перевагою методу жорсткого пріоритету є те, що він потребує лише впорядкування об'єктів однорідної групи у вигляді ряду пріоритету  $RI^k$ , а не визначення кількісних характеристик ряду пріоритету  $RV^k$  і вектора вагових коефіцієнтів  $U^k$ . Суттєвим недоліком принципу жорсткого пріоритету є те, що він практично віддає необмежену перевагу найбільш важливому об'єкту відповідної однорідної групи об'єктів);
- *принцип гнучкого врахування пріоритету* (цей принцип вимагає обов'язкового визначення кількісних оцінок компонентів векторів  $RV^k$  та  $U^k$ , що дає змогу більш “справедливо” врахувати “інтереси” усіх об'єктів  $k$ -ї однорідної групи. Практична реалізація принципу гнучкого пріоритету зводиться до трансформації простору однорідних об'єктів, тобто до відповідної зміни масштабу щодо кожного об'єкта (який розглядається як координата у відповідному просторі однорідних об'єктів)).

На практиці найчастіше використовують два способи гнучкого врахування пріоритету: лінійний і степеневий (табл. 3.2.2).

Під співвідношенням пріоритету ( $u$ ) матимемо на увазі вектор вагових коефіцієнтів ( $u_1, \dots, u_n$ ) на компонентах відповідних деталізованих показників.

**Принцип врахування пріоритету**

Принцип врахування пріоритету	Математичний запис
Лінійний	$u_q \cdot f_k^q$
Степеневий	$(f_k^q)^{u_q}$
Скорочення розмірності задачі	$F = \{F^q\}, q \in Q^0, Q^0 = \{q = \overline{1, Q} / (F^q \succ F^{q_0})\}$

Під критерієм згортки  $w$  матимемо на увазі інтегрований (синтезований) показник, згідно з яким визначається рейтинг об'єкта серед вибірки. За цим показником здійснюється впорядкування множини елементів заданої вибірки. Як правило, критерій згортки є функцією, що відображає  $R^n$  у  $R^1$ . Існують різні критерії згортки, деякі з них наведено у табл. 3.2.3.

Таблиця 3.2.3

**Критерії згортки**

Критерій згортки	Математичний запис
Гарантованого результату (критерій Вальда та Севіджа)	$\alpha^+ = \max_k \min_q f_k^{q^+}, \alpha^- = \min_k \max_q f_k^{q^-}$
Домінуючого результату	$\max_k \max_q f_k^q$
Рівності	$f_{k_0}^1 = f_{k_0}^2 = \dots = f_{k_0}^Q$
Сумарної ефективності	$\max_k \sum_q f_k^q$
Рівномірності	$\max_k \prod_q f_k^q$

**ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ****Загальне завдання**

Використовуючи різні моделі прийняття рішень в умовах невизначеності та багатокритеріальності, здійснити вибір оптимальних рішень з управління.

**Завдання 1. Прийняття рішення в умовах невизначеності**

Уявіть себе керівником фірми “Вибір” і прийміть обґрунтовані рішення з управління підприємством на кожному з трьох етапів його розвитку.

Для цього необхідно виконати такі завдання:

1. На I етапі, використовуючи критерій Байєса, визначте найбільш привабливий напрямок розвитку виробництва.
2. На II етапі після формування стратегії розвитку сформууйте план випуску продукції за формулою (1) та відомих даних про поведінку конкуруючих фірм А і Б у цьому ж секторі.
3. На III етапі виберіть для запуску у виробництво товар, найкращий за критерієм сумарної ефективності.

Розгляньте початкові етапи розвитку нової фірми ВАТ “Вітара”:

- етап № 1 – визначення джерела фінансування;
- етап № 2 – закріплення на ринку товарів;
- етап № 3 – оновлення продукції.

На кожному з етапів менеджерами фірми повинні бути прийняті такі рішення:

- на етапі № 1 – рішення про залучення коштів для розвитку виробництва;
- на етапі № 2 – рішення про обсяги виробництва продукції;
- на етапі № 3 – рішення про випуск нової продукції, яка запускається у виробництво.

*Опис етапу № 1.* Для початку діяльності фірма “Вітара” повинна отримати кредит у комерційному банку. Запорукою успіху діяльності ВАТ “Вітара” є науково обґрунтовані стратегічні та тактичні рішення. На першому етапі розвитку необхідно прийняти рішення про доцільність отримання кредиту в одному з комерційних банків. Розглядаються три можливі альтернативи:

- альтернатива 1: отримати кредит у КБ “Запорука”;
- альтернатива 2: отримати кредит у КБ “Промисловий”;
- альтернатива 3: отримати кредит у КБ “Інвестиційний”.

Як з цих альтернатив виявиться найбільш привабливою, залежить від стану зовнішнього середовища. Відомо, що в прогнозованому періоді можливі три варіанти стану зовнішнього середовища. Імовірності реалізації кожного зі станів наведено в табл. 3.2.4. Значення кредитної ставки залежно від ситуації в кожному випадку наведено в табл. 3.2.5.

Таблиця 3.2.4

#### Імовірність станів зовнішнього середовища

Стан середовища	Імовірність настання
Стан № 1 – збільшення ставки	0,1
Стан № 2 – зменшення ставки	0,4
Стан № 3 – ставка без змін	0,5

## Прогнозні значення кредитної ставки комерційних банків

Альтернатива	Розмір прибутку		
	стан середовища 1	стан середовища 2	стан середовища 3
№ 1	16	7	12
№ 2	15	8	13
№ 3	13	9	12

*Опис етапу № 2.* Після отримання кредиту ВАТ “Вітара” виходить зі своєю продукцією на ринок, на якому вже діють дві великі фірми: фірма “Арден” (А) та фірма “Кліпер” (Б). Тому обсяги виробництва ВАТ “Вітара” на етапі № 2 орієнтовно можна визначити відповідно до формули:

$$\text{Обсяг} = \text{Місткість ринку} - (\text{Обсяг А} + \text{Обсяг Б}),$$

- де *Обсяг* – обсяг виробництва фірми “Вітара”;  
*Місткість ринку* – загальний попит на продукцію, яка випускається фірмами А, Б та “Вітара”;  
*Обсяг А* – обсяг виробництва фірми “Арден”;  
*Обсяг Б* – обсяг виробництва фірми “Кліпер”.

Величина загального попиту на продукцію (*місткість ринку*) оцінюється експертами на рівні 300 тис. од. і передбачається стійкою та незмінною на найближчий період.

Величини “*Обсяг А*” та “*Обсяг Б*” заздалегідь невідомі внаслідок того, що фірми А та Б є конкурентами фірми “Вітара” і, отже, не повідомляють її про свої плани. Однак поведінку конкурентів можна спрогнозувати, виходячи з наявної інформації. Кожна з фірм – “Арден” і “Кліпер” – може реалізувати одну з трьох альтернатив, пов’язаних зі зміною обсягу виробництва. Яку з альтернатив вибере кожна з фірм – невідомо. Однак відомий механізм прийняття рішень керівництвом фірм “Арден” і “Кліпер”: кожна з фірм аналізує наслідки альтернатив при різних варіантах розвитку зовнішнього середовища (табл. 3.2.6 і 3.2.7), причому:

- фірма А робить вибір за допомогою критерію песимізму;
- фірма Б дотримується оптимістичної стратегії.

Таблиця 3.2.6

**Модель прийняття рішень для фірми “Арден” (А)**

Альтернатива	Розмір прибутку		
	стан середовища 1	стан середовища 2	стан середовища 3
Обсяг А = 150 тис. шт.	16	6	9
Обсяг А = 100 тис. шт.	13	10	8
Обсяг А = 65 тис. шт.	10	12	6

Таблиця 3.2.7

**Модель прийняття рішень для фірми “Кліпер” (Б)**

Альтернатива	Розмір прибутку		
	стан середовища 1	стан середовища 2	стан середовища 3
Обсяг Б = 130 тис. шт.	16	6	8
Обсяг Б = 165 тис. шт.	8	15	2
Обсяг Б = 110 тис. шт.	10	9	13

*Опис етапу № 3.* На цьому етапі ВАТ “Вітара” приступає до оновлення асортименту своєї продукції. Необхідно прийняти рішення щодо того, який новий товар запустити у виробництво замість старого.

Альтернативами є три товари. Кожний товар оцінюється за трьома критеріями:

- функціональність (оцінка важливості критерію – 0,7);
- термін служби (оцінка важливості критерію – 0,4);
- дизайн (оцінка важливості критерію – 0,6).

Експерти оцінили товари по кожному з критеріїв за шкалою від 0 до 1 бала. Результати експертної оцінки подані в табл. 3.2.8.

Таблиця 3.2.8

**Оцінка варіантів товару**

Альтернатива	Оцінка товару		
	функціональність	термін служби	дизайн
Товар “Альфа”	1	0,8	0,6
Товар “Бета”	0,6	1	0,8
Товар “Гама”	0,8	0,6	1

### Завдання № 2. Індивідуальний багатокритеріальний вибір

Потрібно ухвалити рішення про закупівлю устаткування (відповідно до варіанта завдання, що наведені в табл. 3.2.9), якщо відомо, що при виборі необхідно враховувати 3 критерії: продуктивність, надійність і вартість. Дані про характеристики кожного виду устаткування наведені в таблиці 3.2.10. За допомогою групи експертів були одержані вагові коефіцієнти, що відображають важливість кожного критерію.

Використовуючи різні вирішальні правила, визначити кращий варіант закупівлі устаткування.

Таблиця 3.2.9

#### Варіанти завдання

Номер варіанта	Варіант закупівлі	Номер варіанта	Варіант закупівлі
01	1, 2, 3, 4, 5, 6	11	3, 4, 7, 11, 14, 19
02	6, 7, 8, 9, 10, 11	12	22, 23, 2, 3, 4, 5
03	11, 12, 13, 14, 15, 16	13	4, 5, 7, 13, 19, 25
04	16, 17, 18, 19, 20, 21	14	1, 4, 8, 12, 18, 23
05	20, 21, 22, 23, 24, 25	15	2, 5, 8, 11, 15, 20
06	1, 3, 5, 7, 9, 11	16	1, 2, 6, 8, 22, 23
07	2, 4, 6, 8, 10, 12	17	11, 13, 14, 20, 5, 7
08	11, 13, 15, 17, 19, 21	18	3, 4, 5, 15, 16, 17
09	12, 14, 16, 18, 20, 22	19	2,4,6, 8, 10, 14
10	1, 3, 7, 9, 11, 15	20	1, 2, 3, 4, 5, 7

Таблиця 3.2.10

#### Значення показників відповідно до номера закупівлі

Номер закупівлі	Значення показників (критеріїв) $x_i$		
	продуктивність $F_1(x)$ (грн./год.)	надійність $F_2(x)$ (ум. од.)	вартість $F_3(x)$ (грн.)
1	400	3 100	1 200
2	320	3 200	1 300
3	350	3 300	1 400
4	370	3 900	1 600
5	290	4 100	2 000
6	400	3 000	2 000
7	430	4 300	1 300
8	510	3 600	1 100
9	490	4 000	1 900
10	500	3 200	1 800
11	390	4 300	1 300

Номер закупівлі	Значення показників (критеріїв) $x_i$		
	продуктивність $F_1(x)$ (грн./год.)	надійність $F_2(x)$ (ум. од.)	вартість $F_3(x)$ (грн.)
12	450	6 000	1 300
13	450	3 900	1 400
14	370	3 700	1 700
15	310	4 100	1 800
16	540	4 000	1 200
17	400	3 800	1 300
18	440	3 800	1 300
19	380	4 200	1 600
20	310	4 300	1 500

Значення вагових коефіцієнтів  $V$  відповідно дорівнюють 0,46, 0,3 та 0,24.

#### Вказівки щодо виконання завдання

- Для кожного варіанта  $x_i$  визначені значення векторної цільової функції:

$$F(x) = (F_1(x), F_2(x), F_3(x)),$$

де  $F_k(x) \rightarrow \text{extr}$ ;

$k = 1, 2, 3$  – відповідні критерії.

Очевидно, що для даної задачі  $F_1(x) \rightarrow \text{max}$ ,  $F_2(x) \rightarrow \text{max}$ ,  $F_3(x) \rightarrow \text{min}$ .

- Знайти для кожного часткового критерію максимальне і мінімальне значення:

$$F_{k\min}(x), F_{k\max}(x) \quad k = 1, 2, 3.$$

- По черзі застосувати один зі способів нормалізації, що наведені в табл. 3.2.11, і привести кожен критерій варіанта закупівлі до вигляду  $F_{\text{кн.}}(x)$ :

Таблиця 3.2.11

#### Методи нормалізації

Зведення до безрозмірної величини $F_{\text{кн.}}(x) = F_k(x) / \rho(F_k(x))$ , де $\rho$ – деяка функція, наприклад, $\rho(F_k(x)) = \max(F_k(x))$	
Методи нормалізації	Формули нормалізації
Природна нормалізація	$F_{\text{кн.}}(x) = (F_k(x) - \min F_k(x)) / (\max F_k(x) - \min F_k(x))$
Нормалізація порівняння	$F_{\text{кн.}}(x) = F_k(x) / \max F_k(x)$
Нормалізація усереднення	$F_{\text{кн.}}(x) = F_k(x) / F_k \text{ середн. } (x)$

**Вказівка. При нормалізації критеріїв необхідно привести критерії до одного виду екстремуму (максимуму або мінімуму)!!!**

4. Для кожного варіанта закупівлі визначити значення цільової функції з урахуванням вагових коефіцієнтів за мультиплікативним вирішальним правилом

$$F(x) = \sum_{k=1}^3 F_{кн\_k} \cdot V_k.$$

5. Визначити кращий варіант закупівлі за кожною з трьох стратегій:

- вирішальне правило *зваженої суми* (критерій сумарної ефективності): цільова функція визначається як максимальне середнє значення цільової функції при різних способах нормування

$$\max \{F_{кн\_n}(x) = (F_{кн1\_n}(x) + F_{кн2\_n}(x) + F_{кн3\_n}(x)) / 3\},$$

де  $n$  – номер альтернативного устаткування,  $n = 1, \dots, 6$ ;

- вирішальна *стратегія песимізму* – цільова функція визначається як мінімальне значення цільової функції при різних способах нормування

$$\min \{F_{кн\_i}(x)\}, i = 1, 2, 3;$$

- вирішальна *стратегія оптимізму* – цільова функція визначається як максимальне значення цільової функції при різних способах нормування

$$\max \{F_{кн\_i}(x)\}, i = 1, 2, 3.$$

6. Результати розрахунків подати в таблиці 3.2.12.

Таблиця 3.2.12

**Результати розрахунків  
щодо вибору кращого варіанта закупівлі устаткування**

№ закупівлі	Продуктивність			Надійність			Вартість			Цільова функція		
	min	max		min	max		min	max				
	Ваговий коефіцієнт			Ваговий коефіцієнт			Ваговий коефіцієнт					
	Нормалізація			Нормалізація			Нормалізація			Нормалізація		
	Природно	Порівнянням	Усереднено	Природно	Порівнянням	Усереднено	Природно	Порівнянням	Усереднено	Природно	Порівнянням	Усереднено



### **Завдання № 3. Ухвалення рішень в умовах групового вибору**

Для вибору голови правління серед акціонерів проведено голосування. У процедурі голосування взяли участь 20 чоловік, в ході якого вони визначили свої переваги щодо 6 кандидатів з 24. Після підрахунку результатів голоси розподілилися таким чином (табл. 3.2.13):

*Таблиця 3.2.13*

#### **Результати голосування**

<b>Номер голосуючого</b>	<b>Індивідуальні переваги</b>
01	1, 2, 3, 4, 5, 6
02	6, 7, 8, 9, 10, 11
03	11, 12, 13, 14, 15, 16
04	16, 17, 18, 19, 20, 21
05	20, 21, 22, 23, 24, 25
06	1, 3, 5, 7, 9, 11
07	2, 4, 6, 8, 10, 12
08	11, 13, 15, 17, 19, 21
09	12, 14, 16, 18, 20, 22
10	1, 3, 7, 9, 11, 15
11	3, 4, 7, 11, 14, 19
12	22, 23, 2, 3, 4, 5
13	4, 5, 7, 13, 19, 25
14	1, 4, 8, 12, 18, 23
15	2, 5, 8, 11, 15, 20
16	1, 2, 6, 8, 22, 23
17	11, 13, 14, 20, 5, 7
18	3, 4, 5, 15, 16, 17
19	1, 4, 6, 18, 20, 25
20	2, 4, 6, 8, 20, 24

Потрібно:

1. Визначити рейтинг кожного кандидата за правилом більшості (суми загальних перших, других, третіх і т.д. місць).
2. Використовуючи правила групового вибору, визначити кращого кандидата на посаду.

**Вказівка.** Правило більшості не враховує індивідуальні переваги всіх учасників процедури голосування. Щоб врахувати думку інших учасників голосування, слід використати так зване правило місць (правило групового вибору) – кожній альтернативі зіставити вагу залежно від ступеня переваги, потім підраховується кількість балів, яку одержить кожна альтернатива.

### **ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ**

1. Назвіть передумови виникнення систем підтримки прийняття рішень.
2. Дайте визначення СППР. Призначення СППР.
3. Назвіть класи задач, що вирішуються за допомогою СППР, та чинники, що сприяють їх розв'язанню.
4. Назвіть основні напрямки розвитку методів і систем підтримки прийняття рішень.
5. Визначте основні критерії класифікації СППР.
6. Назвіть основні концептуальні засади класифікації.
7. Наведіть класифікацію проблем прийняття рішень в організаційному управлінні.

*Література: 4; 7; 16; 17; 20; 25; 29; 31; 33; 39; 40.*

### **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**

#### **Система підтримки прийняття рішень PRIME Decisions**

*Мета:* знайомство та використання системи підтримки прийняття рішень PRIME Decisions для підтримки прийняття управлінських рішень.

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

Прийняття рішень – щоденна діяльність людини. У більшості випадків воно полягає в генерації можливих альтернатив рішень, їхній оцінці і вибору “кращої” з альтернатив.

Останнім часом у різних країнах світу з'явилася значна кількість робіт, що належать до нового засобу вирішення задач організаційного управління – систем підтримки прийняття рішень (Decision Support Systems). Системи підтримки прийняття рішень (СППР) засновані на формалізації методів одержання вихідних і проміжних оцінок, що даються ОПР (особа, що приймає рішення), і алгоритмізації самого процесу вироблення рішення. Людино-машинна процедура прийняття рішень за допомогою СППР являє собою циклічний процес взаємодії людини і комп'ютера. Інтерес до систем підтримки прийняття рішень

---

*ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”*

безупинно зростає. Широко рекламуються і продаються комерційні СППР і пакети прикладних програм, призначені для використання в СППР. Однією з таких програм є досить поширена система PRIME Decisions, яка використовується як у навчальних цілях, так і в практичній діяльності.

Робота із системою PRIME Decisions передбачає виконання таких етапів:

### 1. Запуск системи.

Для встановлення програми слід скористатись даним посиланням: <http://www.sal.tkk.fi/English/Downloadables/prime.html>.

Після встановлення на ПК запуск програми здійснюється за допомогою пункту головного меню *PRIME Decisions*. Після запуску програми на екрані з'явиться основне робоче вікно та три додаткові вікна:

- Value Tree;
- Alternative;
- Preference Information.

Перехід між вікнами здійснюється за допомогою:

- миші (натисніть у робочій області вибраного вікна);
- головного меню (виберіть команду головного меню **Windows** та конкретне додаткове робоче вікно);
- клавіш **F5**, **F6**, **F7**.

### 2. Створення PRIME-моделі.

Створення моделі починається з визначення головної мети, інших цілей та атрибутів. Побудова PRIME-моделі здійснюється у вікні *Value Tree* (Дерево значень) (рис. 3.3.1):



Рис. 3.3.1. Дерево значень

Створення дерева значень:

- 1) відкрийте вікно *Value Tree*;
- 2) клацніть правою кнопкою миші у вікні *Value Tree*;
- 3) у меню, що з'явиться на екрані, виберіть команду *New Main Goal* (Нова головна мета);
- 4) введіть назву головної мети;
- 5) потім можна додавати цілі (*New Goal*) й атрибути (*New Attribute*) в необхідній ієрархічній послідовності.

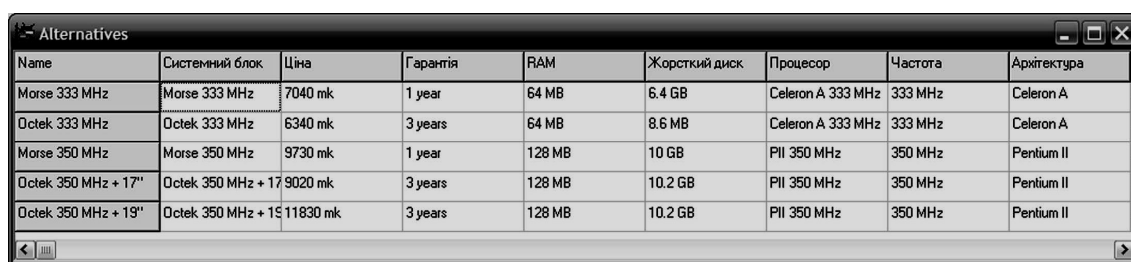
Цифри в дужках вказують на інтервал ваги. Оскільки модель не розрахована, то кожна мета (крім головної) й атрибути мають значення 0 ... 1.

Основні команди при створенні моделі:

- *New Main Goal* – головна мета;
- *New Attribute* – новий атрибут;
- *New Goal* – нова мета;
- *Rename* – перейменувати;
- *Convert to Attribute* – перетворити мету в атрибут;
- *Convert to Goal* – перетворити атрибут у мету;
- *Delete* – знищити.

### 3. Визначення альтернатив.

Після створення дерева значень необхідно визначити альтернативи. Вони визначаються у вікні *Alternative*, яке називається *альтернативна матриця*, або *сітка* (рис. 3.3.2).



Name	Системний блок	Ціна	Гарантія	RAM	Жорсткий диск	Процесор	Частота	Архітектура
Morse 333 MHz	Morse 333 MHz	7040 mk	1 year	64 MB	6.4 GB	Celeron A 333 MHz	333 MHz	Celeron A
Dctek 333 MHz	Dctek 333 MHz	6340 mk	3 years	64 MB	8.6 MB	Celeron A 333 MHz	333 MHz	Celeron A
Morse 350 MHz	Morse 350 MHz	9730 mk	1 year	128 MB	10 GB	PII 350 MHz	350 MHz	Pentium II
Dctek 350 MHz + 17"	Dctek 350 MHz + 17"	9020 mk	3 years	128 MB	10.2 GB	PII 350 MHz	350 MHz	Pentium II
Dctek 350 MHz + 19"	Dctek 350 MHz + 19"	11830 mk	3 years	128 MB	10.2 GB	PII 350 MHz	350 MHz	Pentium II

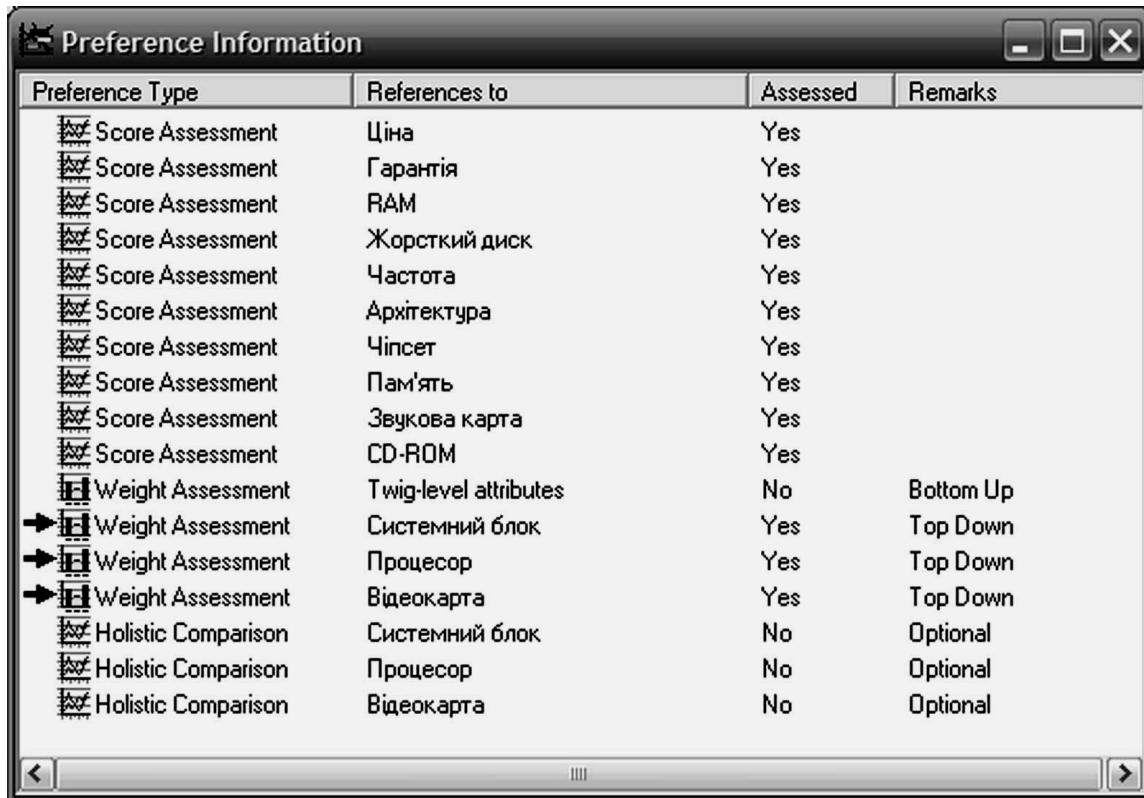
Рис. 3.3.2. Вікно альтернатив

Для того, щоб додати альтернативу, слід клацнути на праву кнопку миші і вибрати в меню, що з'явиться, команду *New Alternative* (Нова альтернатива). Стовпці сітки є *атрибутами* і *цільми* дерева значень. Комірки альтернативної сітки є *значеннями альтернатив*. Перший стовпець – головна мета. Після цього введіть значення альтернатив для мети та кожного атрибута. У деяких випадках, якщо це можливо, комірки можна залишати незаповненими).

#### 4. Визначення переваг альтернатив.

Наступний крок – визначення переваги для значень альтернатив.

Переваги визначаються у вікні *Preference Information*. Є три типи елементів оцінки переваг: *Score Assessment*, *Weight Assessment*, *Holistic Assessment* (рис. 3.3.3).



Preference Type	References to	Assessed	Remarks
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	Ціна	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	Гарантія	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	RAM	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	Жорсткий диск	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	Частота	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	Архітектура	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	Чіпсет	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	Пам'ять	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	Звукова карта	Yes	
<input checked="" type="checkbox"/> Score Assessment	CD-ROM	Yes	
<input type="checkbox"/> Weight Assessment	Twig-level attributes	No	Bottom Up
<input checked="" type="checkbox"/> Weight Assessment	Системний блок	Yes	Top Down
<input checked="" type="checkbox"/> Weight Assessment	Процесор	Yes	Top Down
<input checked="" type="checkbox"/> Weight Assessment	Відеокарта	Yes	Top Down
<input checked="" type="checkbox"/> Holistic Comparison	Системний блок	No	Optional
<input checked="" type="checkbox"/> Holistic Comparison	Процесор	No	Optional
<input checked="" type="checkbox"/> Holistic Comparison	Відеокарта	No	Optional

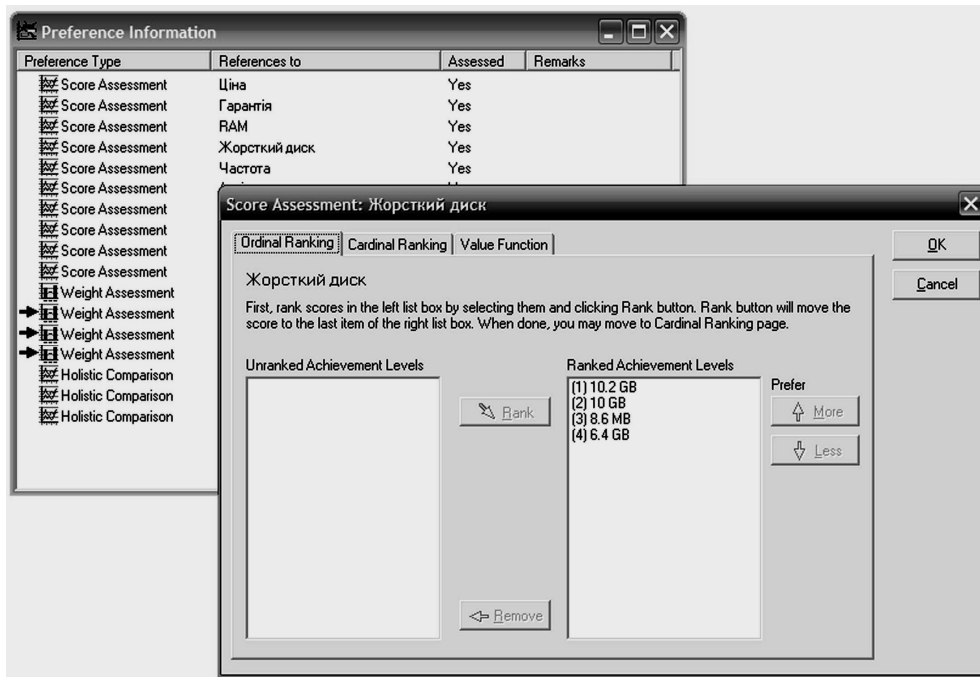
Рис. 3.3.3. Вікно для визначення переваг.

**Червоні стрілки вказують на стиль оцінки ваги, яка була вибрана**

Для введення значень переваг щодо альтернативних значень атрибутів і цілей слід на кожному елементі вікна двічі клацнути лівою кнопкою миші.

1. *Оцінка значень атрибутів (Score Assessment)*. Перший крок визначення переваг – оцінити переваги значень атрибутів. Оцінка значень складається зі звичайного (*Ordinal Ranking*) та кардинального (*Cardinal Ranking*) впорядкування (ранжування):

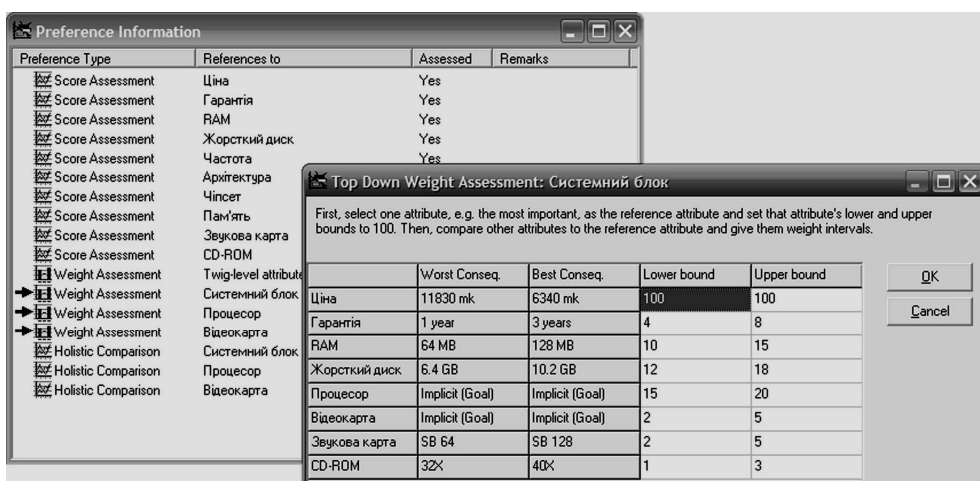
- виберіть елемент (атрибут), переваги якого ви хочете визначити, двічі клацніть лівою кнопкою миші в колонці *Preference Type*, що відповідає певному елементу. З'явиться вікно *Score Assessment*;
- виберіть закладку *Ordinal Ranking*.



**Рис. 3.3.4. Звичайне впорядкування (ранжування)**

Робоча область вікна поділена на дві частини. Ліворуч – перелік значень альтернатив, розташованих у порядку їх введення в альтернативній матриці. Праворуч – вікно для впорядкованого розташування значень альтернатив у послідовності від кращого до гіршого. За допомогою клавіш “Rank” (ранжування, класифікація) і “Remove” (переміщення, усунення) прокласифікуйте значення альтернатив у певній послідовності. Можна вибрати тільки верхню і нижню межу (найкраще і найгірше значення) (рис. 3.3.4).

2. *Оцінка значень ваги.* Другий крок визначення переваг – оцінити вагу атрибутів (порівняти атрибути між собою) (рис. 3.3.5).



**Рис. 3.3.5. Низхідна оцінка ваги**

У СППР PRIME Decisions вага атрибута визначається як коефіцієнт підсилення, що отриманий від гіршого значення атрибута до найкращого. Найважливіший атрибут подається як інтервал [100; 100]. Вага інших атрибутів порівнюється до цього значення і задається інтервалом в межах від 0 до 100.

У PRIME Decisions є два способи оцінки ваги: *висхідний* і *низхідний*. При висхідній оцінці ваги особа, що приймає рішення (ОПР), оцінює атрибути моделі стосовно один одного. У низхідній оцінці ваги ОПР порівнює вагу цілей і атрибутів головної мети один з одним. Процес повторюється рекурсивно для кожної мети в моделі, поки не буде оцінена вся вага.

Щоб визначити спосіб оцінки ваги, слід вибрати з пункту головного меню команду *Options* (Параметри) —> *Top Down Weight*. Якщо команда *Top Down Weight* помічена, то вибраний низхідний спосіб оцінки.

Як правило, висхідний спосіб використовується при оцінці малих моделей, а низхідний найкраще використовувати, коли модель має декілька підцілей.

#### 5. Розрахунок моделі.

СППР PRIME Decisions має декілька засобів розрахунку моделі.

Розрахунок здійснюється з пункту головного меню *Model* або за допомогою піктограми у вигляді калькулятора:

- *Calculate Model* – розраховує всі значення моделі;
- *Calculate Model Partially* – часткові розрахунки для швидкого відображення результатів; розраховуються тільки найбільш важливі дробові частини моделі: інтервали значення головної мети, структура впливу і правила рішення.

Є також команди для того, щоб підрахувати окремі частини моделі, наприклад, вагу, але вони використовуються рідко (команда *Calculate*).

#### 6. Аналіз результатів.

Перегляд результатів здійснюється за допомогою вікон, що активізуються з команди головного меню програми:

- *Value Intervals* – інтервали значення;
- *Weights* – вага;
- *Dominance* – вплив (попарне порівняння);
- *Decision Rules* – правила вирішення.

1. *Value Intervals* – інтервали значення. Представляє область можливих значень. *Кожна* альтернатива має інтервал значення для *кожного*

атрибута і мети: область можливих значень (рис. 3.3.6). Перегляд значень всіх атрибутів здійснюється вибором імені атрибута зі списку або клавішами керування курсором  $\uparrow \downarrow$ .

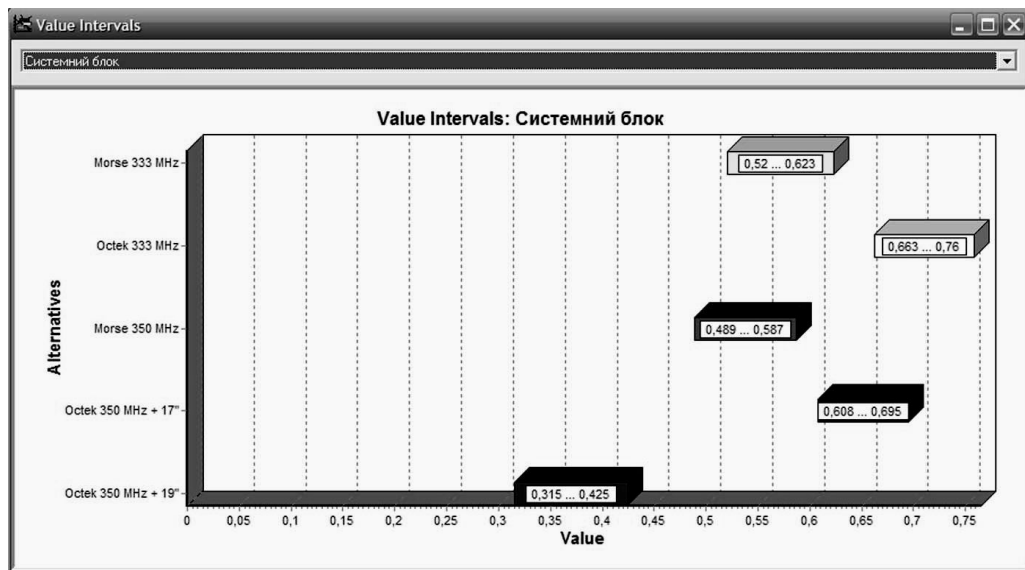


Рис. 3.3.6. Інтервали значень

Інтервали значення можуть бути переглянуті як *non-normalised* (ненормалізовані) або як *normalised* (нормалізовані).

*Ненормалізовані* (Non-normalised) значення представляють значення, в якому альтернатива має сумарне значення під атрибутом або метою. Сумою найвищих оцінок кожного атрибута є 1.

З іншого боку, інтервали можуть бути *нормалізовані* (normalised) в діапазоні  $[0, 1]$ . Значення масштабуються так, щоб найбільша верхня межа була задана значенням 1, а найменша верхня межа – значенням 0. Нижні межі масштабуються аналогічно.

Для того, щоб застосувати нормалізацію, слід вибрати *Нормалізовані Інтервали* (Normalized Intervals) в меню *Параметри* і повторно розрахувати модель.

2. *Weights* – вага. Це важливість атрибута або мети щодо інших атрибутів і цілей (рис. 3.3.7).

3. *Dominance* – вплив (попарне порівняння). Показує ситуацію, в якій одній альтернативі віддається перевага порівняно з іншою.

Вікно *Dominance* (рис. 3.3.8) у СППР PRIME Decisions містить матрицю впливу. Червона точка в матриці вказує, що конкретна альтернатива в рядку є гіршою від альтернативи стовпця. Якщо точка є зеленою, то ситуація протилежна. Сірі точки означають діагональ матриці і в рідкісних випадках – невдале обчислення впливу (попарного порівняння).



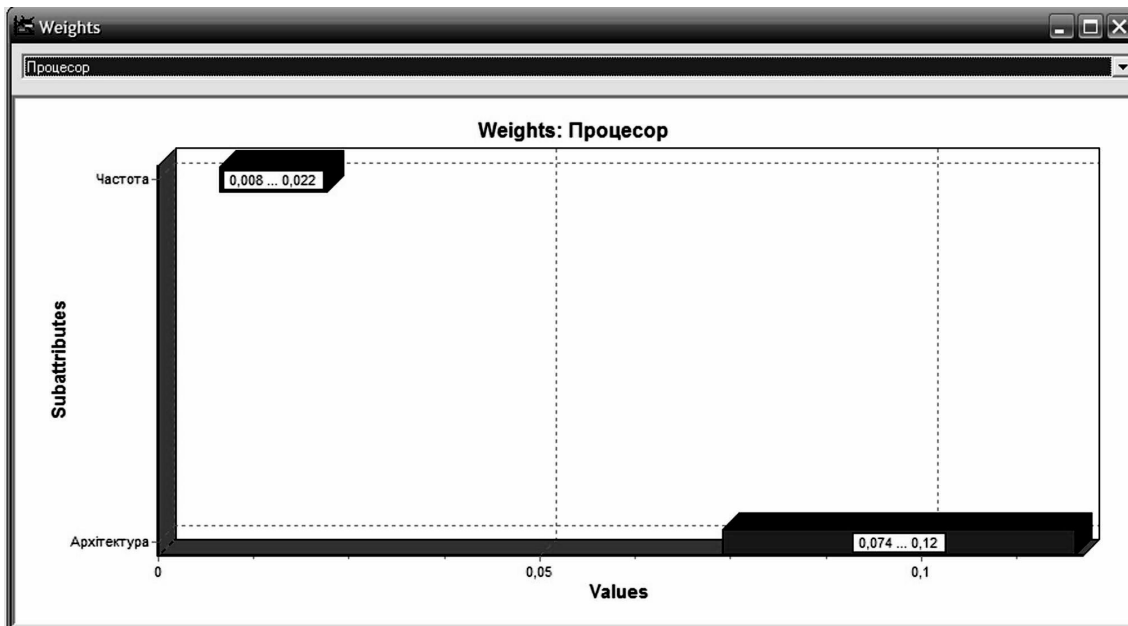


Рис. 3.3.7. Вікно “Вага”. Показана до певної низхідної оцінки

	Morse 333 MHz	Octek 333 MHz	Morse 350 MHz	Octek 350 MHz + 17"	Octek 350 MHz + 19"
Morse 333 MHz	⊙	●		●	●
Octek 333 MHz	●	⊙	●	●	●
Morse 350 MHz		●	⊙	●	●
Octek 350 MHz + 17"	●	●	●	⊙	●
Octek 350 MHz + 19"	●	●	●	●	⊙

Рис. 3.3.8. Матриця впливу (попарного порівняння)

4. *Decision Rules* – правила рішення. Правила рішення (вибору) допомагають ОПР у визначенні найкращої альтернативи.

СППР PRIME Decisions забезпечує п'ять правил вибору, що характеризують різні ситуації: *maximax*, *maximin*, *central values*, *minimax regret* та *possible lost* (рис. 3.3.9).

	Maximax	Maximin	Central Values	Minimax Regret	Possible Loss
Morse 333 MHz					0,182
Octek 333 MHz	✓	✓	✓	✓	-0,003
Morse 350 MHz					0,261
Octek 350 MHz + 17"					0,117
Octek 350 MHz + 19"					0,435

Рис. 3.3.9. Вікно правил вибору рішень

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Об'єктом дослідження є програмні інструменти підтримки прийняття рішень у СППР. Як засіб дослідження використовується СППР PRIME Decisions (розробник – Helsinki University of Technology).

Роботу виконати за планом:

1. Ознайомитися з презентацією математичних методів PRIME Decisions.
2. Ознайомитися з демонстраційним кліпом роботи з системою.
3. Запустити СППР PRIME Decisions.
4. Ознайомитися з прикладом підтримки прийняття рішення вибору персонального комп'ютера:
  - відкрийте модель (File / Open; ім'я файла – Computer.pri);
  - перегляньте модель;
  - виконайте розрахунок моделі;
  - проаналізуйте результати (діаграми).
5. Створіть власну модель підтримки прийняття рішення.
6. Визначте альтернативи.
7. Визначте переваги альтернатив.
8. Виконайте розрахунок моделі.
9. Здійсніть аналіз результатів.

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи наведено в таблиці 3.3.1.

**Варіанти індивідуальних завдань**

<b>№ варіанта</b>	<b>Задача вибору рішення</b>	<b>Мінімальна кількість альтернатив / атрибутів</b>
1	Вибір конфігурації комп'ютерної системи	5 / 5
2	Вибір автоматизованої банківської системи	5 / 5
3	Вибір системи бухгалтерського обліку	5 / 5
4	Рейтинг банків за основними показниками	5 / 5
5	Вибір інтернет-провайдера	5 / 5
6	Вибір банку (пластикові картки)	5 / 5
7	Вибір жорсткого диска	5 / 5
8	Вибір звукової плати	5 / 5
9	Вибір сканера	5 / 5
10	Вибір сервера Інтернет для розміщення сайту	5 / 5
11	Вибір процесора	5 / 5
12	Вибір СППР для банку	5 / 5
13	Вибір принтера	5 / 5
14	Вибір системної плати	5 / 5
15	Вибір кабелю для комп'ютерної мережі	5 / 5
16	Вибір конфігурації локальної мережі	5 / 5
17	Вибір відеоплати ПК	5 / 5
18	Вибір газети для розміщення оголошень	5 / 5
19	Вибір системного блоку	5 / 5

**ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ**

1. Назвіть основні компоненти систем підтримки прийняття рішень.
2. Назвіть основні концепції побудови системи підтримки прийняття рішень.
3. Назвіть основні вимоги до користувацького інтерфейсу СППР.
4. Назвіть основні способи взаємодії особи, що приймає рішення, з СППР.
5. Вибір методів підтримки прийняття рішень.
6. Назвіть дерево методів СППР і рейтинг сімейств методологій.

7. Охарактеризуйте функціональні можливості СППР PRIME Decisions.
8. Охарактеризуйте основні етапи роботи з PRIME Decisions (створення моделі, визначення альтернатив, переваг альтернатив, розрахунків моделі, аналіз результатів).

*Література: 4; 11; 16; 17; 20; 30; 40.*

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4**

### **Розвиток методів і систем підтримки прийняття рішень**

*Мета:* знайомство з існуючими системами підтримки прийняття рішень, виконання класифікації систем.

#### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

Прийняття рішень – щоденна діяльність людини. У більшості випадків вона полягає в генерації можливих альтернатив рішень, їхній оцінці і виборі “кращої” з альтернатив. Останнім часом у різних країнах світу з’явилася значна кількість робіт, що належать до нового способу вирішення задач організаційного управління – систем підтримки прийняття рішень (Decision Support Systems). Системи підтримки прийняття рішень (СППР) засновані на формалізації методів одержання вихідних і проміжних оцінок, що даються особі, що приймає рішення, і алгоритмізації самого процесу вироблення рішення. Людино-машинна процедура прийняття рішень за допомогою СППР являє собою циклічний процес взаємодії людини і комп’ютера. Інтерес до СППР безупинно зростає. Широко рекламуються і продаються комерційні СППР і пакети прикладних програм, призначені для використання в СППР.

Систематику СППР можна розробляти для різних функціональних областей (маркетинг, планування, управління фінансами, інвестиції тощо), в яких надається підтримка прийняття рішення для періодів управління (тактичний, операційний, стратегічний) на відповідних рівнях управління (підприємство, філія, цех, дільниця, бригада, робоче місце) тощо.

#### ***Концептуальні основи класифікації***

Аналіз наявних точок зору на розробку й застосування комп’ютерних СППР, на способи одержання, подання і структуризації інформації, на специфічні відмінності СППР від інших типів інформаційних систем дає змогу виділити для класифікації СППР чимало ознак-підходів (табл. 3.4.1).

Таблиця 3.4.1

## Критерії класифікації СППР

Категорії класифікації	Ознака (основа) класифікації	Класифікаційні групи (типи систем)
Концептуальна модель	Інформаційний підхід	Концептуальна модель Спрага. Модель еволюціонуючої СППР
	Підхід, заснований на знаннях	Орієнтовані на знання СППР. Орієнтовані на правила СППР
	Інструментальний підхід	Спеціалізовані (прикладні) СППР. СППР-генератори. СППР-інструментарії
Користувачі	Ієрархічний рівень управління	Вища ланка управління (ВІС). Середня ланка управління. Нижча ланка управління
	Спосіб взаємодії користувача з системою	Термінальний режим. Режим клерка. Режим посередника. Автоматизований режим
	Ступінь залежності осіб у процесі прийняття рішення	Персональна підтримка (персональні). Групова підтримка (групові СППР). Організаційна підтримка (багатокористувацькі СППР, інтерорганізаційні СППР, інтраорганізаційні СППР)
Завдання, що потребує прийняття рішень	Новизна завдання	Унікальні проблеми (СППР на даний випадок (ad hoc)). Повторювані проблеми (інституціональні (Institutional) СППР)
	Характер опису проблеми	Цілісний вибір. Багатокритеріальний вибір
	Тип моделі	Об'єктивна модель. Суб'єктивна модель
	Діапазон підтримуваних функцій	Функціонально-специфічні СППР. СППР загального призначення
Забезпечувальні засоби	Рівень підтримки прийняття рішень	СППР, орієнтовані на дані. СППР, орієнтовані на моделі. СППР, орієнтовані на документи. СППР, орієнтовані на комунікації. Web-орієнтовані СППР
	Рівень мов користувацького інтерфейсу	Процедурні мови. Командні мови. Непроцедурні мови. Природні мови
Галузі застосування	Професійна сфера	Мікроекономіка. Макроекономіка. Контрська діяльність (офісні СППР). Оцінювання розповсюдження технологій. Юриспруденція. Медицина та ін.
	Часовий горизонт	Стратегічне управління. Тактичне управління. Операційне управління

## ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

Об'єктом дослідження є п'ятнадцять систем підтримки прийняття рішень у різних сферах людської діяльності – банківській справі, маркетингу, медицині, енергетиці та інших сферах.

### ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Послідовно перегляньте та ознайомтесь з описом і можливостями запропонованих СППР. Перелік систем та джерела інформації подано у таблиці 3.4.2.
2. Після ознайомлення із запропонованими системами виконайте класифікацію відповідно до критеріїв, наведених у таблиці 3.4.1.

Таблиця 3.4.2

### СППР для знайомства та класифікації

№ пор.	Назва СППР	Джерело інформації
1	Система підтримки прийняття рішень "Медіум"	<a href="http://www.ipg.ru">www.ipg.ru</a> <a href="http://www.ipg.ru/prod/medium/">www.ipg.ru/prod/medium/</a>
2	Система підтримки прийняття рішень "Імператор"	<a href="http://www.neirosplav.com/soft.winsov.ru/showsoft.php?id=3649">www.neirosplav.com/ soft.winsov.ru/showsoft.php?id=3649</a>
3	Когнітивна система підтримки прийняття рішень реального часу "Спринт"	<a href="http://www.tasmo.ru/rus/index.htm">www.tasmo.ru/rus/index.htm</a>
4	Система підтримки прийняття рішень "Солон-2"	<a href="http://dss.ipri.kiev.ua/Rus/Main.html">dss.ipri.kiev.ua/Rus/Main.html</a>
5	Маркетингова система підтримки прийняття рішень Marketing Analytic	<a href="http://www.curs.ru/products/index.shtml">www.curs.ru/products/index.shtml</a>
6	Система підтримки прийняття рішень "Експерт"	<a href="http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_23/19_expert.htm">www.dataplus.ru/Arcrev/Number_23/ 19_expert.htm</a>
7	Система підтримки прийняття рішень щодо управління водними об'єктами	<a href="http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_44/20_SPPR.html">www.dataplus.ru/Arcrev/Number_44/ 20_SPPR.html</a>
8	Оболонка проектування СППР при нечіткій вихідній інформації "Adviser-2000"	<a href="http://www.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?ru+9+1225">www.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?ru+ 9+1225</a>
9	Система підтримки прийняття рішень диспетчера авіалісоохорони "НЕВІД"	<a href="http://www.citforum.ru/success/relex/aviapps/">www.citforum.ru/success/relex/aviapps/ www.osp.ru/os/2003/10/183518/</a>
10	Система підтримки прийняття управлінських рішень "КУРС"	<a href="http://www.curs.ru/services/kurs.shtml">www.curs.ru/services/kurs.shtml</a>
11	Система підтримки прийняття рішень "МАІ"	<a href="http://www.ewrikasmc.ru/sspr.html">www.ewrikasmc.ru/sspr.html</a>
12	Система підтримки прийняття рішень "Загальний мозок"	<a href="http://www.osp.ru/cio/2002/03/172085/">www.osp.ru/cio/2002/03/172085/</a>
13	Система підтримки прийняття рішень "Diasoft EIS 5NT"	<a href="http://www.diasoft.ru">www.diasoft.ru</a>
14	Система підтримки прийняття рішень "ОЦІНКА і ВИБІР"	<a href="http://www.deol.ru/users/DecisionSupporter/projects/iasctc.html">www.deol.ru/users/DecisionSupporter/ projects/iasctc.html</a>
15	"Прогноз" – інструментальне середовище для розробки систем підтримки прийняття рішень	<a href="http://www.prognoz.ru/ru/index.php">www.prognoz.ru/ru/index.php</a>

ДВНЗ "Українська академія банківської справи НБУ"

## ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ

1. Назвіть передумови виникнення систем підтримки прийняття рішень.
2. Дайте визначення СППР. Призначення СППР.
3. Назвіть класи задач, що вирішуються за допомогою СППР, та чинники, що сприяють їх розв'язанню.
4. Назвіть основні напрямки розвитку методів і систем підтримки прийняття рішень.
5. Визначте основні критерії класифікації систем підтримки прийняття рішень.
6. Назвіть основні концептуальні засади класифікації.
7. Наведіть приклади класифікації проблем прийняття рішень в організаційному управлінні.

*Література: 1; 8; 11; 19; 26; 29; 30; 34.*

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### Знайомство з аналітичною платформою DEDUCTOR

*Мета:* ознайомлення з архітектурою, основними частинами і інтерфейсом Deductor, сформувані навички створення сценаріїв обробки і візуалізації даних, створення і наповнення сховища даних.

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Програма Deductor російської компанії “BaseGroup” (<http://www.basegroup.ru>) є аналітичною платформою для створення закінчених прикладних рішень. Реалізовані в Deductor технології дозволяють на базі єдиної архітектури пройти всі етапи побудови аналітичної системи: від створення сховища даних до автоматичного підбору моделей і візуалізації отриманих результатів. Deductor надає аналітикам інструментальні засоби, необхідні для вирішення різноманітних аналітичних завдань: корпоративна звітність, прогнозування тощо.

Реалізовані в Deductor технології можуть використовуватися як в комплексі, так і окремо для вирішення широкого спектра бізнес-проблем:

1. Системи корпоративної звітності. Готове сховище даних і гнучкі механізми попередньої обробки даних, очищення, завантаження, візуалізація дозволяють швидко створювати закінчені системи звітності в стислі терміни.
2. Обробка нерегламентованих запитів. Наприклад, користувач зможе отримати відповідь на питання типу “Які були обсяги продажу

- товару по групах в області за минулий рік в цілому і окремо за кожний місяць? і проаналізувати результати найбільш зручним для нього способом.
3. Аналіз тенденцій і закономірностей, планування, ранжування. Простота використання та інтуїтивно зрозуміла модель даних дозволяють проводити аналіз за принципом “що – якщо”, співвідносити гіпотези з інформацією, що зберігається в базі даних, знаходити аномальні значення, оцінювати наслідки ухвалення бізнес-рішень.
  4. Прогнозування. Побудувавши модель на відомих прикладах, можна використовувати її для прогнозування ситуації в майбутньому. При зміні ситуації немає необхідності перебудовувати все, необхідно всього лише додатково “навчити” модель.
  5. Управління ризиками. Реалізовані в системі алгоритми дають можливість досить точно визначитися з тим, які характеристики об’єктів і як саме впливають на ризики, завдяки чому можна прогнозувати настання ризикової події і завчасно приймати необхідні заходи щодо зниження можливих несприятливих наслідків.
  6. Аналіз даних маркетингових і соціологічних досліджень. Аналізуючи відомості про споживачів, можна визначити характеристики та особливості клієнтів, як змінюються їх пристрасті залежно від віку, освіти, соціального, матеріального забезпечення та інших показників. Це сприятиме правильному позиціонуванню продукції і стимулюванню продажів.
  7. Діагностика. Механізми аналізу, наявні в системі Deductor, з успіхом застосовуються в медичній діагностиці й діагностиці складного устаткування. Наприклад, можна побудувати модель на основі відомостей про відмови. З її допомогою швидко локалізувати проблеми і знайти причини збоїв.
  8. Виявлення об’єктів на основі нечітких критеріїв. Часто виникають ситуації, коли необхідно виявити об’єкт, ґрунтуючись не на таких чітких критеріях, як вартість, технічні характеристики продукту, а на розмитих формулюваннях, наприклад, знайти продукти, схожі між собою з точки зору споживача.

Фактично мова йде про вирішення будь-яких завдань, де потрібно консолідувати дані, відобразити їх різними способами, побудувати моделі й застосувати їх до нових даних.

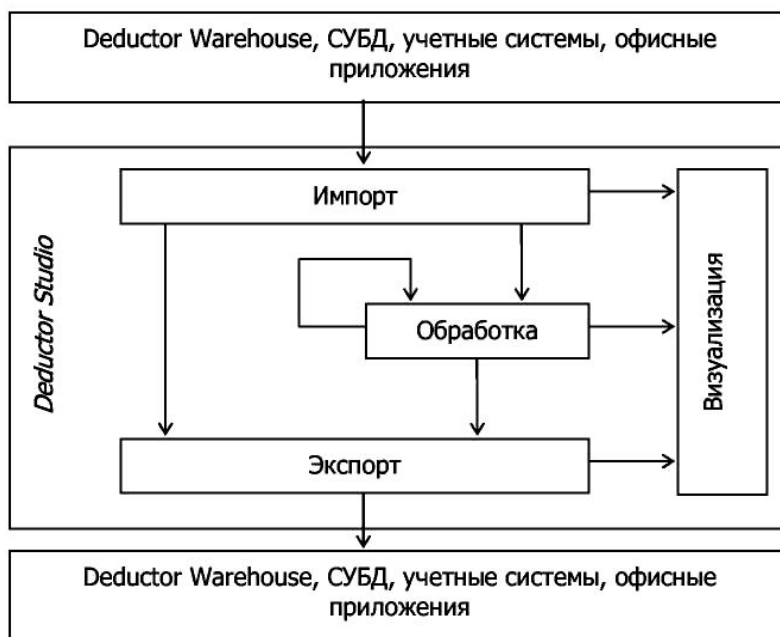
Deductor складається з трьох частин – багатовимірного сховища даних Deductor Warehouse, аналітичного додатка Deductor Studio та робочого місця кінцевого користувача Deductor Viewer.



*Deductor Warehouse* – багатовимірне сховище даних, що акумулює всю необхідну для аналізу предметної галузі інформацію. Використання єдиного сховища дозволяє забезпечити несуперечність даних, їх централізоване зберігання та автоматично забезпечує всю необхідну підтримку процесу аналізу даних. *Deductor Warehouse* оптимізований для вирішення саме аналітичних завдань, що позитивно позначається на швидкості доступу до даних.

*Deductor Studio* – програма, що реалізовує функції імпорту, обробки, візуалізації та експорту даних. *Deductor Studio* може функціонувати і без сховища даних, одержуючи інформацію з будь-яких інших джерел, але найбільш оптимальним є їх сумісне використання. У *Deductor Studio* включено повний набір механізмів, що дозволяє одержати інформацію з довільного джерела даних, провести весь цикл обробки (очищення, трансформацію даних, побудову моделей), відобразити отримані результати найбільш зручним способом (OLAP, діаграми, дерева) і експортувати результати на сторону. Це повністю відповідає концепції добування знань з баз даних (KDD).

*Deductor Viewer* – робоче місце кінцевого користувача. Дозволяє відокремити процес побудови моделей від використання вже готових моделей. Всі складні операції з підготовки моделей виконуються аналітиками-експертами за допомогою *Deductor Studio*, а *Deductor Viewer* забезпечує користувачам простий спосіб роботи з готовими результатами, приховує від них всі складнощі побудови моделей і не висуває високих вимог до кваліфікації співробітників (рис. 3.5.1).



**Рис. 3.5.1. Архітектура Deductor**

Архітектура системи побудована таким чином, що вся робота з аналізу даних в Deductor Studio базується на виконанні таких дій:

- імпорт даних;
- обробка даних;
- візуалізація;
- експорт даних.

Процес побудови моделей у Deductor ґрунтується на таких трьох принципах:

- використання обробників;
- використання візуалізаторів;
- створення сценаріїв.

Обробка і візуалізація – дві основні операції з даними в Deductor. Під *обробкою* маються на увазі будь-які маніпуляції з набором даних: від найпростіших (наприклад, сортування) до складних (побудова нейронної мережі). Обробник можна уявити у вигляді “чорної скриньки”, на вхід якого подається набір даних, а на виході формується перетворений набір даних (рис. 3.5.2).



Рис. 3.5.2. Схема обробки та візуалізації даних

Реалізовані в Deductor обробники забезпечують основну потребу в аналізі даних і створенні закінчених аналітичних рішень на базі Data Mining. Їх класифікація наведена на рис. 3.5.3.



Рис. 3.5.3. Схема класифікації алгоритмів (обробників) у Deductor

Будь-який набір даних можна *візуалізувати* яким-небудь доступним способом або декількома способами, оскільки візуалізація допомагає інтерпретувати побудовані моделі. У Deductor передбачені такі способи візуалізації даних:

- *OLAP*. Багатовимірне подання даних. Будь-які дані, використовувані в програмі, можна переглянути у вигляді крос-таблиці і крос-діаграми;
- *Таблиця*. Стандартне табличне подання інформації з можливістю фільтрації даних;
- *Діаграма*. Графік зміни будь-якого показника;
- *Гістограма*. Графік розкиду значень показників;
- *Статистика*. Статистичні характеристики набору даних;
- *Діаграма розсіяння*. Графік відхилення прогнозованих за допомогою моделі значень від реальних. Може бути побудований тільки для безперервних величин і тільки після використання механізмів побудови моделі, наприклад, нейромережі або лінійної регресії. Використовується для візуальної оцінки якості побудованої моделі;
- *Таблиця зв'язаності*. Призначена для оцінки результатів класифікації незалежно від використовуваної моделі. Таблиця зв'язаності відображає результати порівняння категоріальних значень початкового вихідного стовпця і категоріальних значень розрахованого вихідного стовпця. Використовується для оцінки якості класифікації:
  - “*що – якщо*”. Таблиця та діаграма. Дозволяють оцінити вплив того або іншого чинника на результат;
  - *навчальна вибірка*. Набір даних, що використовується для побудови моделі;
  - *діаграма прогнозу*. Застосовується після використання методу обробки-прогнозування. Прогнозні значення виділяються кольором;
  - *граф нейромережі*. Візуальне відображення навченої нейромережі. Відображається структура нейронної мережі і значення ваг;
  - *дерево рішень*. Відображення дерева рішень, отриманого за допомогою відповідного алгоритму;
  - *дерево правил*. Відображення в ієрархічному (у вигляді дерева) вигляді асоціативних правил;
  - *правила*. Відображає в текстовому вигляді правила, одержані за допомогою алгоритму побудови дерев рішень або пошуку асоціацій;
  - *карта Кохонена*. Відображення карт, побудованих за допомогою відповідного алгоритму;
  - *опис*. Текстовий опис параметрів імпорту/обробки/експорту в дереві сценаріїв обробки.

Сценарій є ієрархічною послідовністю обробки і візуалізації наборів даних.

Сценарій завжди починається з імпорту набору даних з певного джерела інформації. Після імпорту даних може бути застосована довільна кількість обробників будь-якого ступеня глибини і вкладеності. Кожній операції обробки відповідає окремий вузол дерева або об'єкт сценарію. Будь-який об'єкт можна візуалізувати тим або іншим доступним способом. Набір даних служить механізмом, що сполучає всі об'єкти сценарію.

Можна сказати, що сценарій – найбільш природний з погляду аналітика спосіб подання етапів побудови моделі. Це дозволяє швидко створювати моделі, що володіють великою гнучкістю і розширюваністю, порівнювати декілька моделей. На рис. 3.5.4 зображений приклад такого сценарію.

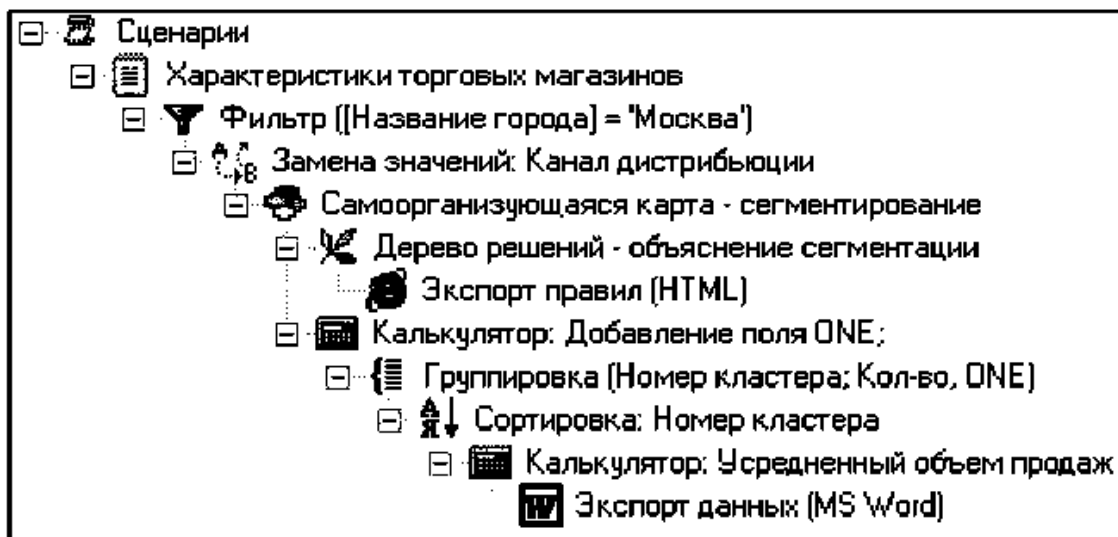


Рис. 3.5.4. Приклад сценарію в Deductor Studio

Інтерфейс Deductor Studio складається з головного вікна, в якому розташовуються панелі сценаріїв, звітів, джерел даних і результати моделювання (таблиці, графіки, крос-діаграми, правила і т.д.). Всі сценарії створюються на основі запуску майстрів. У розпорядженні аналітика є 4 майстри: імпорт, експорт, обробка, відображення.

Майстер імпорту призначений для автоматизації отримання даних з будь-якого джерела, передбаченого в системі. На першому кроці майстра імпорту відкривається список всіх передбачених у системі типів джерел даних. Кількість кроків майстра імпорту, а також набір параметрів, що настраюються, відрізняється для різних типів джерел.

*Майстер обробки* призначений для настроювання параметрів обраного алгоритму.

*Майстер відображень* дозволяє у покроковому режимі вибрати і будувати найбільш зручний спосіб подання даних. Залежно від обробника, в результаті якого була одержана гілка сценарію, список доступних для нього видів відображень буде різним. Наприклад, після побудови дерев рішень їх можна відобразити за допомогою візуалізаторів “Дерева рішень” і “Правила”. Ці способи відображення не є доступні для інших обробників.

*Майстер експорту* дозволяє в покроковому режимі виконати експорт даних у файли найбільш поширених форматів.

### ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

1. Скопіюйте на ПК інсталяційний пакет програми Deductor Studio із сайту розробника.
2. Ознайомтесь зі змістом файла “Руководство аналитика.pdf” (за замовчуванням він знаходиться у теці C:\Program Files\BaseGroup\Deductor\Manual ) – стор. 17-37 і підготуйте відповіді на такі питання:
  - призначення Deductor Studio та його склад;
  - алгоритм створення сховища даних;
  - імпорт даних зі сховища даних, імпорт процесів і вимірів.
3. Ознайомтесь зі змістом файла “Импорт и экспорт данных.pdf” (папка C:\Program Files\BaseGroup\Deductor\Manual) і детально з розділами 1.1-1.4, 2.1, 3.1 цього файла.
4. Створіть сховище даних за назвою “SSPR\_5\_1 ” у власній папці та імпортуйте у нього дані з текстового файла “TestForPPP.txt”, який знаходиться у папці “C:\Program Files\BaseGroup\Deductor \Samples”. Додатково виконайте візуалізацію імпортованих даних.

*Примітка.* Вказівки щодо виконання завдання можна отримати з файла “Описание демопримера.pdf” (C:\Program Files \BaseGroup\Deductor\Samples).
5. Створіть нове сховище даних за назвою “SSPR\_5\_2 ” у власній папці та заповніть його даними з двох таблиць баз даних.
6. Повторіть всі описані нижче дії з таблицями (їх структура наведена в табл. 3.5.1 та 3.5.2), що призведе до створення та наповнення сховища даних, розташованого на мережному або локальному диску.

Таблиця 3.5.1

Структура таблиці “Товари” (файл *goods.dbf*)

Поля та їх вміст таблиці <i>goods.dbf</i>			
КОДТОВАРУ	ВИРОБНИК	КОДГРУПИ	КІЛЬКІСТЬ
1	Genen Shouyu	2	24
2	Pavlova	3	32
3	Alice Mutton	6	20
4	Carnarvon Tigers	8	16
5	Teatime Chocolate Biscuits	3	10
6	Sir Rodney's Marmalade	3	30

Таблиця 3.5.2

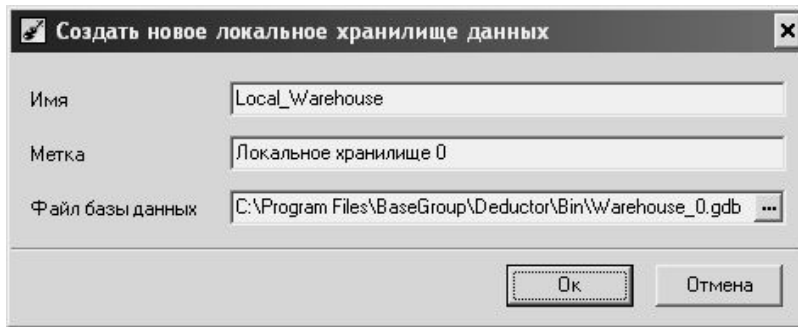
Структура таблиці “Групи” (файл *groups.dbf*)

Поля та їх вміст таблиці <i>groups.dbf</i>	
КОДГРУПИ	НАЗВА
1	Напої
2	Приправи
3	Кондитерські вироби
4	Молочні продукти
5	Хлібобулочні вироби
6	М'ясо/птиця
7	Фрукти
8	Рибопродукти


**Створення сховища даних**

Для створення нового сховища даних у Deductor необхідно виконати таку послідовність дій:

1. Відкрийте панель “Джерела даних” (однойменний пункт у меню “Вид”).
2. На дереві джерел даних викличте контекстне меню і виберіть дію “Создать локальное хранилище данных”. На екрані з’явиться діалогове вікно, в якому потрібно задати ім’я, мітку і розташування сховища даних або погодитися з пропонуваними за замовчуванням (рис. 3.5.5).



**Рис. 3.5.5. Вікно створення сховища даних**

Після натиснення на кнопку **Ок** за вказаною адресою буде створено порожнє сховище даних. За допомогою кнопки  перевірте підключення до сховища.

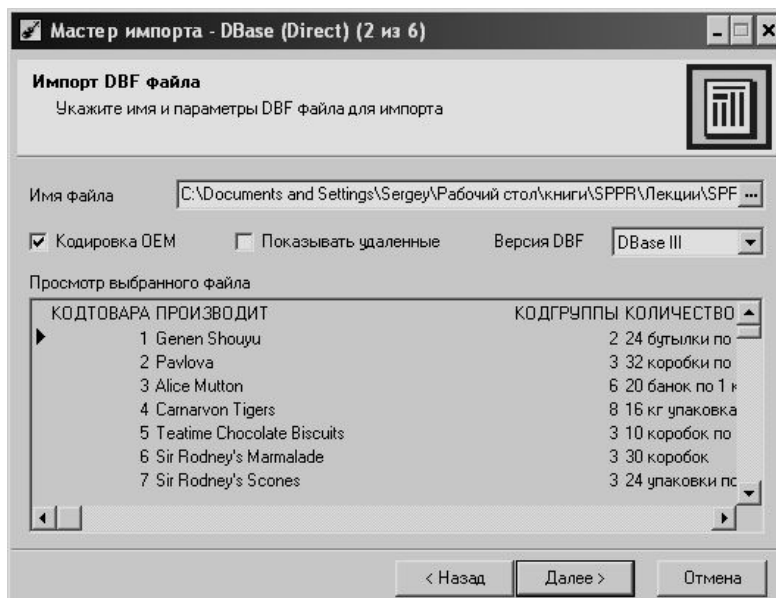
### **Наповнення сховища даних**

Розглянемо на прикладі декількох таблиць послідовність дій, необхідну для наповнення сховища даних інформацією.

Будемо вважати, що вже створено дві таблиці з іменами “Товари” (goods.dbf) і “Групи” (groups.dbf), які містять інформацію про номенклатуру продукції деякого торгового підприємства (див. табл. 3.5.1, 3.5.2).

Для того, щоб отримати багатовимірні звіти без створення сховища даних, потрібно об’єднати таблиці, оскільки, по-перше, вони знаходяться в нормалізованому вигляді, по-друге, з кодами груп товарів працювати незручно.

Для цього першим кроком у новому сценарії створюється вузол, що імпортує таблицю “Товари” (запускається “Майстер імпорту”). Вікно підключення даного файла показано на рисунку 3.5.6.



**Рис. 3.5.6. Експорт даних із зовнішнього файла**

Після таких дій до вузла імпорту таблиці “Товари” застосовується обробник “Злиття”. У полях “Мітка стовпця” передбачена можливість завдання альтернативних назв стовпців. При злитті на кроці 6 майстри задаються загальні поля двох таблиць, які називаються *вимірюваннями*.

Після злиття до початкової таблиці будуть додані поля-факти. У нашому випадку вимірюванням служить поле “КодГруппы”, фактом – поле “Название” (рис. 3.5.7).

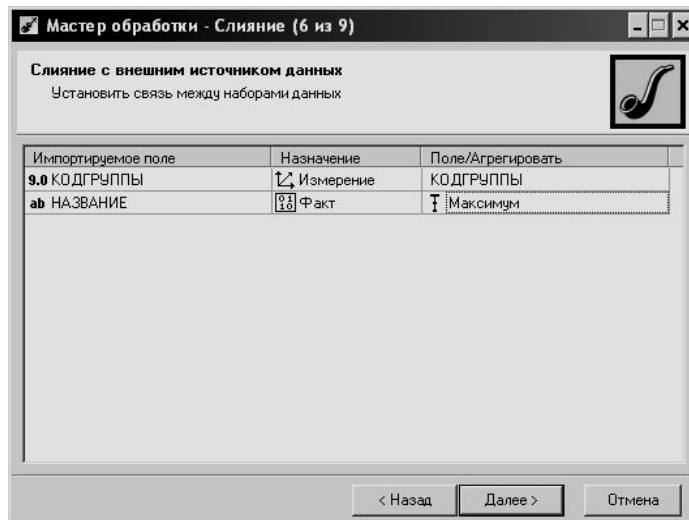


Рис. 3.5.7. Встановлення параметрів злиття таблиць

У результаті буде створена нова таблиця з п'ятьма полями (“Код товару”, “Виробник”, “КодГруппы”, “Кількість”, “Назва”), готова для подальшої обробки (рис. 3.5.8).

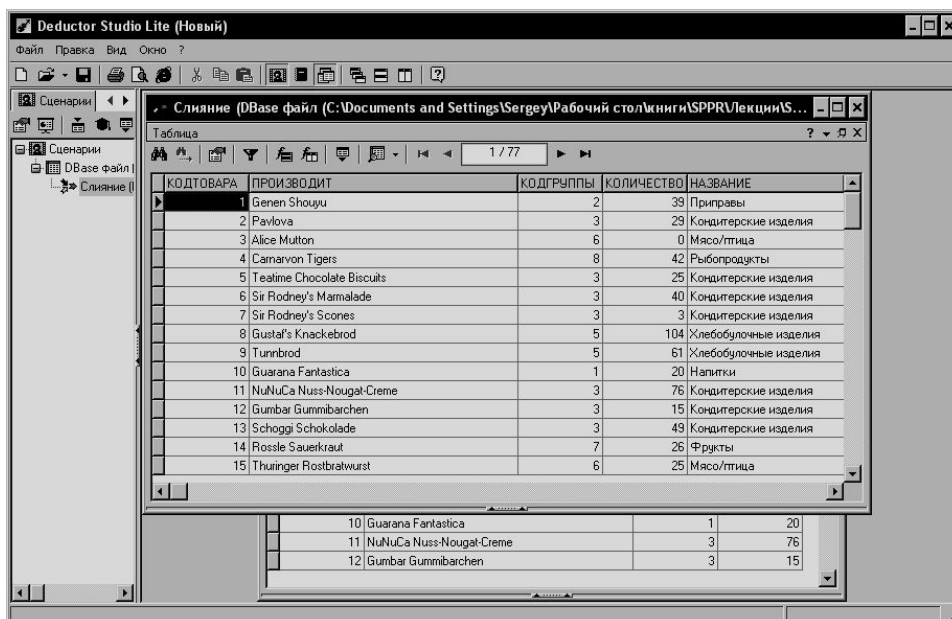


Рис. 3.5.8. Результат злиття двох таблиць



Сценарій злиття таблиць матиме два вузли (рис. 3.5.9).

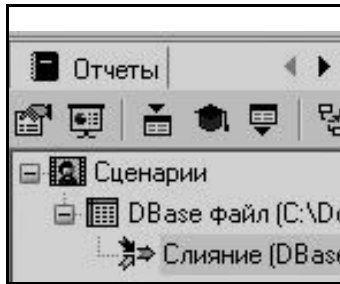


Рис. 3.5.9. Сценарій обробки початкових даних

При первинному наповненні порожнього сховища даних інформацією про товари рекомендується дотримуватися певної послідовності дій (рис. 3.5.10). Перед цим слід визначитися, які поля є вимірюваннями, а які – фактами, а також з’ясувати, які таблиці є процесами.

**Процес** – це певна дія, наприклад, продажу товару, відвантаження, надходження грошових коштів та інше. Можна сказати, що з кожним процесом пов’язаний певний бізнес-процес.

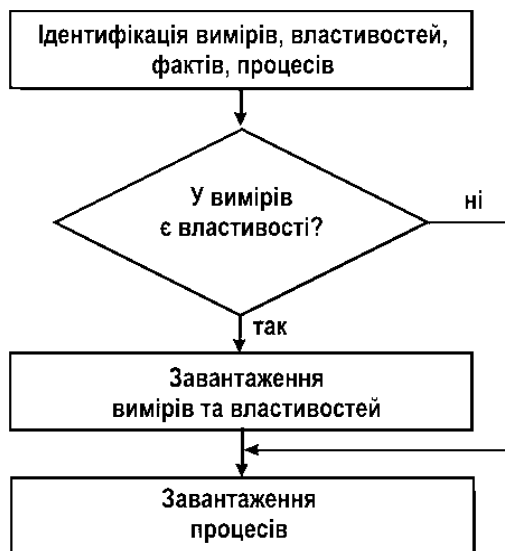


Рис. 3.5.10. Послідовність завантаження даних у сховище

*Вимірювання* може мати властивості. Тому завантажувати вимірювання окремо поза процесом має сенс у тому випадку, якщо воно має властивості. При завантаженні процесу вимірювання з властивостями завантажуються згідно з його ідентифікатором, а при завантаженні вимірювання завантажуються також і його властивості.

У таблиці “Группы” поле “КодГруппы” є *вимірюванням*, а поле “Название” – його *властивістю*.

Як правило, властивості присутні в таблицях-довідниках, а вимірювання вказує на ключове (унікальне) поле.

Для завантаження вимірювань та їх властивостей запускається “Майстер експорту”, джерелом вибирається “Deductor (вимірювання)” і в списку доступних сховищ даних вказується те, в яке необхідно виконати завантаження. Спочатку вимірювання відсутні, тому *створимо їх*. З’явиться вікно редактора вимірювань, в якому зробимо поле “КодГрупи” вимірюванням, “Название” – властивістю (рис. 3.5.11). У колонці “Название” введемо мітки полів.

Назначение поля	Поле в хранилище	Поле в источнике данных
↑ Измерение	КОДГРУППЫ	КОДТОВАРА
↓ Свойство	НАЗВАНИЕ	ПРОИЗВОДИТ

**Рис. 3.5.11. Створення нового вимірювання**

Дані з таблиці “Товари” завантажуються в сховищі у вигляді *нового процесу* (наприклад, процес “Розподіл товарів”). Знову запускається “Майстер експорту”, але джерелом вибирається “Deductor (процес)”.

Фактом буде поле “Количество”, всі інші поля таблиці – *вимірюваннями*. Вимірювання “КодГрупи” вже є в сховищі, оскільки воно мало властивість і завантажувалося окремо. Тому цей рядок зафарбований сірим кольором (рис. 3.5.12).

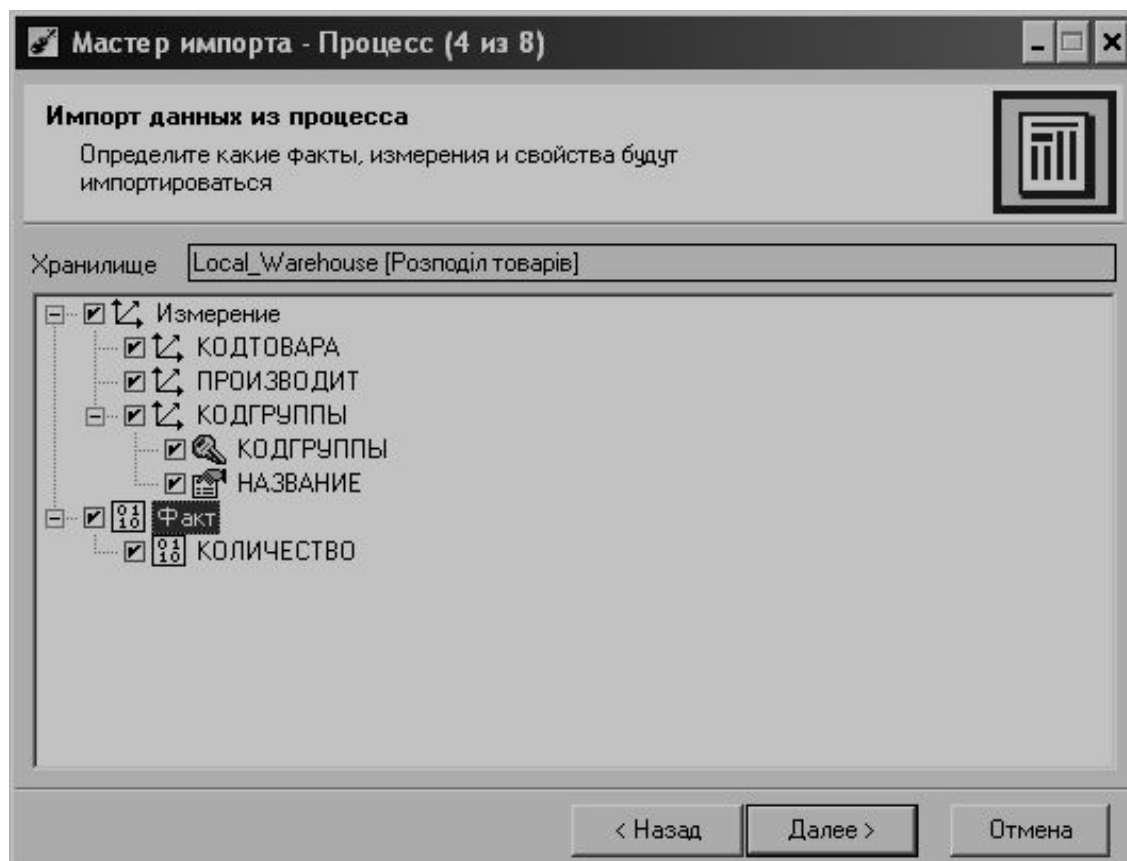
Назначение	Тип поля	Название
↑ Измерение	9.0 Вещественный	↑ КОДТОВАРА
↑ Измерение	ab Строковый	↑ ПРОИЗВОДИТ
↑ Измерение	9.0 Вещественный	↑ КОДГРУППЫ
0.1 Факт	9.0 Вещественный	0.1 КОЛИЧЕСТВО

**Рис. 3.5.12. Створення процесу “Товари”**

Таким чином, за допомогою сценарію буде створена структура сховища та завантажені дані про розподіл номенклатури товарів за виробниками і групами.

### **Отримання інформації зі сховища даних**

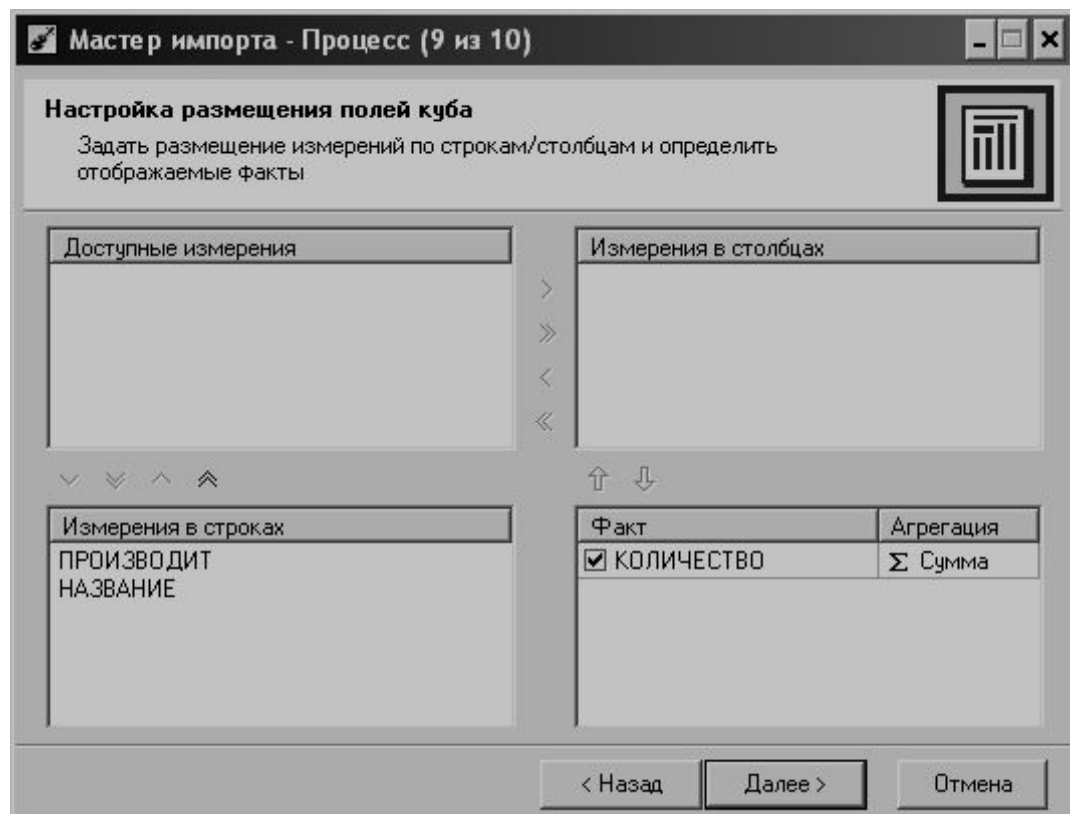
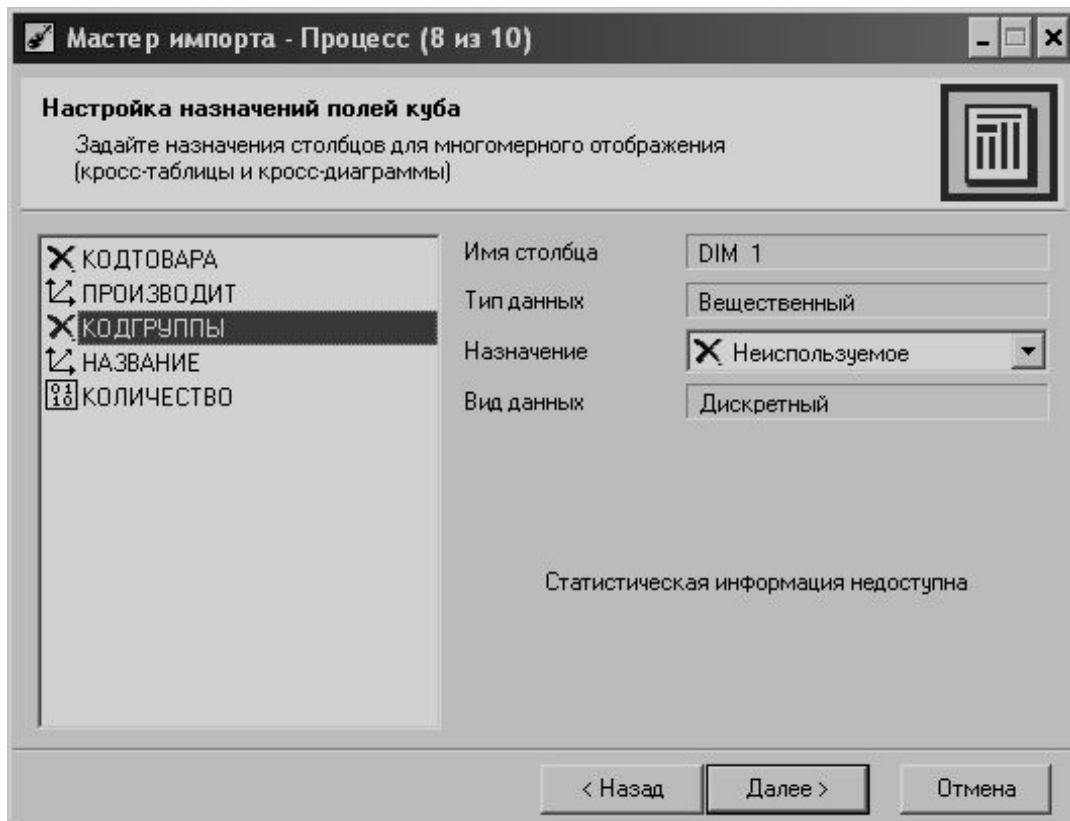
Після створення і наповнення сховища інформацію з нього можна отримувати за допомогою “Майстра імпорту”, вибравши як джерело “Deductor Warehouse” і вказавши необхідні вимірювання та факти процесу (рис. 3.5.13).



**Рис. 3.5.13. Вибір даних зі сховища, що імпортуються**

### **Створення багатовимірних звітів**

Після закінчення імпорту “Майстер” запропонує визначити способи відображення даних. Для створення багатовимірного звіту слід вибрати “Куб”, знову вказати вимірювання та факти, задати розміщення вимірювань, спосіб агрегації фактів і заголовки для гілки сценарію. Наприклад, щоб одержати багатовимірний звіт розподілу продажів товарів у розрізі виробника і груп товарів, то на 3 і 4 кроці “Майстра настройки відображення” (або 8 з 9 кроків “Майстра імпорту”) слід вибрати параметри, як це показано на рис. 3.5.14.



**Рис. 3.5.14. Этапы настройки OLAP-куба**


У результаті одержимо OLAP-куб за двома вимірюваннями.

Вимірювання в крос-таблиці зображуються спеціальними полями. Сині поля показують вимірювання, що беруть участь у побудові таблиці. Зеленими полями відображаються приховані вимірювання, тобто такі, що не використовуються при побудові таблиці. Програма надає можливість перебудувувати таблицю за допомогою миші “на льоту”. Зробити це можна, якщо перетягувати поля із заголовками вимірювань.

Змінювати розташування вимірювань можна, використовуючи операцію транспонування таблиці. У результаті транспонування дані, що раніше відображалися в рядках, відображаються в стовпцях, а дані в стовпцях перетворюються в рядки. Транспонування у багатьох випадках дозволяє оперативно зробити таблицю зручнішою для сприйняття.

Передбачено п’ять способів об’єднання (агрегації) фактів у крос-таблиці:

- *сума* – обчислюється сума об’єднаних фактів;
- *мінімум* – серед всіх об’єднаних фактів у таблиці відображається тільки мінімальний;
- *максимум* – серед всіх об’єднаних фактів у таблиці відображається тільки максимальний;
- *середнє* – обчислюється середнє значення об’єднаних фактів;
- *кількість* – у крос-таблиці відобразатиметься кількість об’єднаних фактів.

Для зміни способу агрегації фактів потрібно викликати вікно “Настройка розміщення”, натиснувши відповідну кнопку  “Зміна розміщення” на панелі інструментів.

Крос-діаграма є діаграмою заданого типу, побудованою на основі крос-таблиці. Основна відмінність крос-діаграми від звичайної діаграми полягає в тому, що така діаграма однозначно відображає поточний стан крос-таблиці і при будь-яких її змінах змінюється відповідним чином.

### **Автоматичне завантаження даних у сховищі**

При повторному завантаженні процесів у сховище даних кожному вимірюванню процесу зіставляється вимірювання джерела даних, кожному факту процесу – факти джерела. Також можна вказати вимірювання, за яким відбуватиметься видалення фактів при повторному завантаженні. Наприклад, вказавши як таке вимірювання дату відвантаження, зі сховища будуть видалені всі факти відвантаження у випадку, якщо ця ж дата є в джерелі. Таким чином, досягається усунення дублюючих значень за будь-яким вимірюванням.

## ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ

1. Назвіть та охарактеризуйте основні типи архітектури СППР.
2. Назвіть принципи, на основі яких створюється архітектура СППР.
3. Призначення та відмінності між СУБД та СУБМ.
4. Назвіть основні функції СУБМ.
5. Дайте визначення та з'ясуйте призначення сховища даних.
6. Які етапи проведення робіт зі створення сховища даних ви знаєте?
7. Назвіть основні класи задач, які дозволяє вирішувати аналітична платформа Deductor.
8. Що являють собою OLAP-куби та з якою метою вони будуються?
9. Що мається на увазі під поняттями “процес” і “вимірювання” у програмі Deductor?

*Література: 2; 6; 10; 21; 22; 29; 37; 43; 45.*

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 Отримання багатовимірних і аналітичних звітів у пакеті Deductor Studio

*Мета:* сформувати і закріпити навички зі створення сховища даних і отримання з нього інформації, побудови багатовимірних звітів і крос-діаграм та їх аналізу.

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ Створення обробників подій

*Обробник “Перетворення дати/часу”.* Розбиття дати служить для аналізу показників за певний період (день, тиждень, місяць, квартал, рік). Суть розбиття полягає у тому, що на основі стовпця з інформацією про дату формується інший стовпець, в якому вказується, до якого заданого інтервалу часу належить рядок даних. Тип інтервалу задається аналітиком, виходячи з того, що потрібно отримати – дані за рік, квартал, місяць, тиждень, день або відразу за всіма інтервалами.

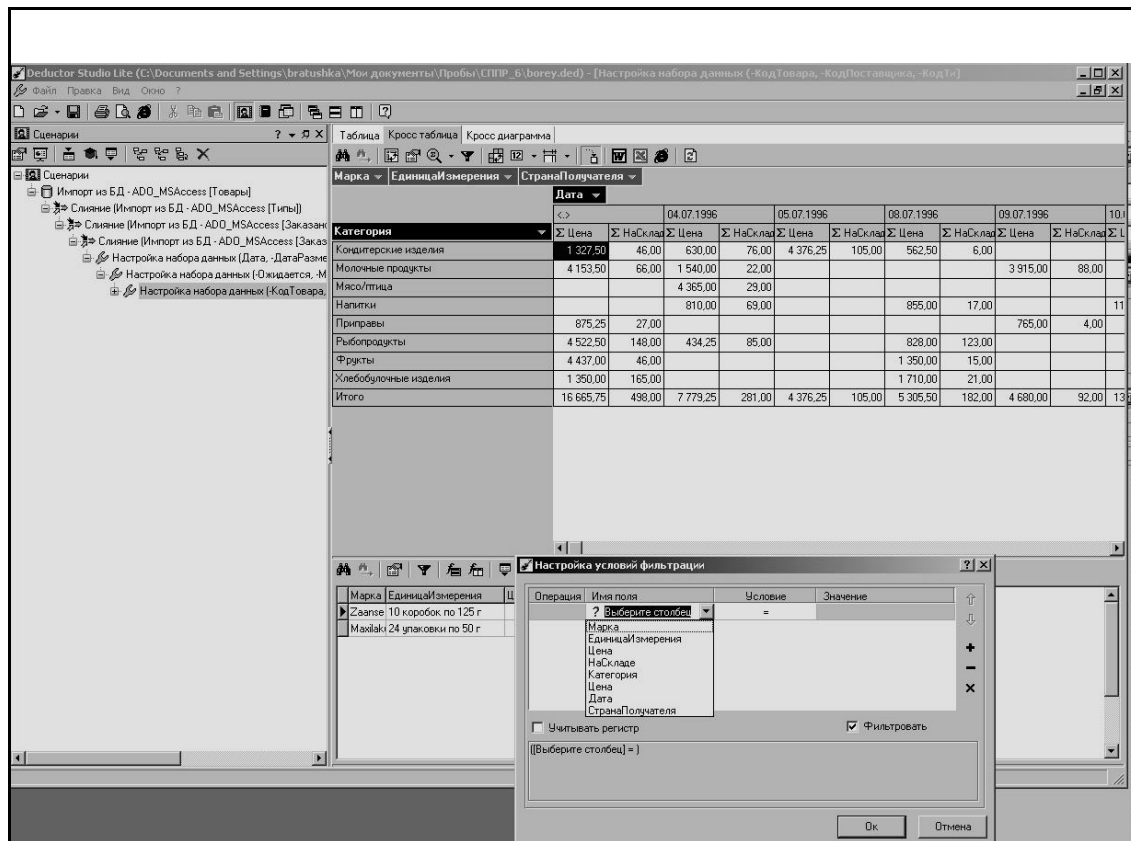
Значення нового стовпця, одержаного після застосування перетворення дати, можуть бути одного з трьох типів: рядок, число або дата.

Наприклад, потрібно перетворити дату “10.04.2004” і замінити її місяцем.

Тоді в стовпці рядкового типу міститиметься “2004-M04” і його вже не можна використовувати як дату, наприклад, до нього не можна знову застосувати перетворення дати.

*Обробник “Фільтрація”.* За допомогою операції фільтрації даних можна залишити в таблиці тільки ті записи, які задовольняють певні умови, а інші приховати.

Додаткові можливості для фільтрації даних, представлених у крос-таблиці, надають фільтри користувача. Відповідне вікно для встановлення фільтрації відображається знизу від крос-таблиці. При натисненні на піктограму “Фильтрация...” відкривається діалогове вікно настроювання умов фільтрації, в якому користувач має змогу побудувати власний фільтр для даних у крос-таблиці (рис. 3.6.1).



**Рис. 3.6.1. Вікно встановлення параметрів фільтрації**

**Вказівка.** Додаткову інформацію щодо використання перетворення та фільтрації даних можна знайти у файлі “Руководство аналитика.pdf” (див. лаб. роботу № 5).

### **Робота із зовнішньою базою даних**

Для проведення аналізу можна використовувати не тільки бази даних в окремих таблицях (файлах), але й більш розгалужені бази даних, які складаються з декількох таблиць (наприклад, база даних MS Access). Для підключення такої бази даних до програми і подальшої роботи з нею необхідно скористатися майстром підключення даних (“Источники данных”) і вибрати команду База данных – добавить источник данных – база данных (рис. 3.6.2).

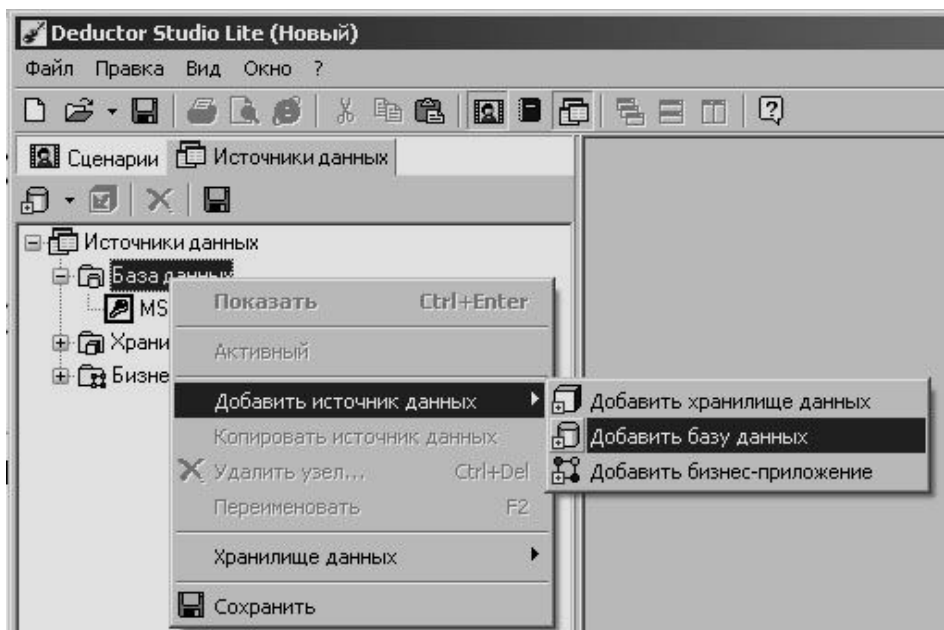


Рис. 3.6.2. Вікно створення нового джерела даних

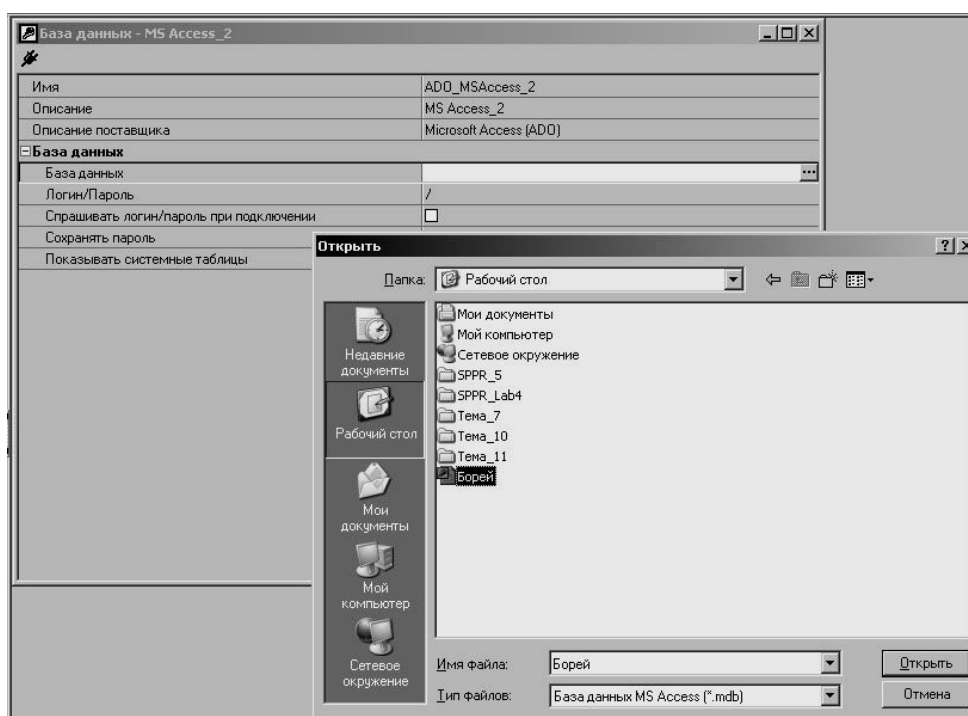


Рис. 3.6.3. Вікно підключення нової бази даних

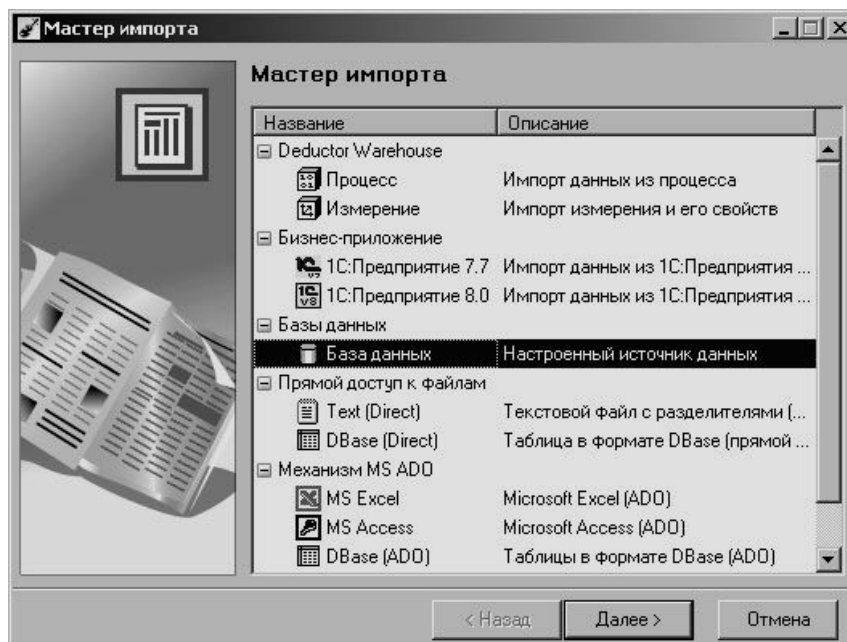
Виконання цієї команди спричинить появу діалогового вікна встановлення типу даних, що будуть підключені (наприклад, MS Access), після чого у вікні підключення файла бази даних необхідно вказати шлях до нього (рис. 3.6.3).

**Порада:** при підключенні бази даних рекомендується зняти опцію запити пароля при відкритті та доступу до бази.



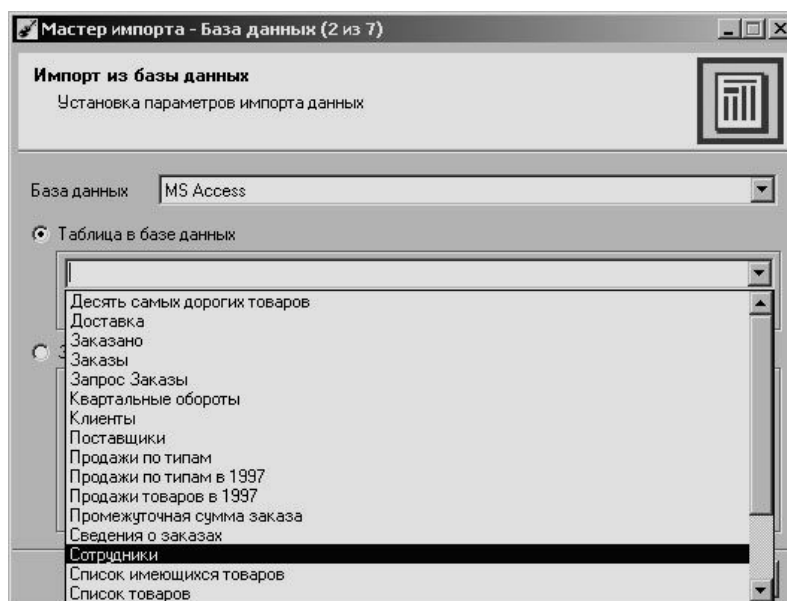
Для подальшої роботи можна використовувати інформацію, що знаходиться у таблицях підключеної бази даних.

Розглянемо, наприклад, імпорт інформації з таблиці “Сотрудники” бази даних “Борей”. Після підключення до цієї бази за допомогою майстра імпорту створюється новий вузол, джерелом даних якого буде база даних (рис. 3.6.4).



**Рис. 3.6.4. Вікно вибору типу джерела даних**

На другому кроці майстра імпорту вказується тип бази даних та вибирається таблиця, з якої потрібно отримати інформацію (рис. 3.6.5).



**Рис. 3.6.5. Вибір таблиці з даними у базі даних**

На наступних кроках майстра імпорту встановлюються параметри та спосіб відображення даних з підключеної таблиці. У результаті виконання таких дій користувач матиме змогу отримувати для роботи інформацію з підключеної таблиці бази даних (рис. 3.6.6).

КодСотрудн	Фамилия	Имя	Должность	Обращение	ДатаРождения	ДатаНайма	Адрес
1	Белова	Мария	Представитель	г-жа	08.12.1968	01.06.1992	ул. Нефтяников, 14-4
2	Новиков	Павел	Вице-президент	др.	19.02.1952	14.08.1992	Строительная ул., 12-245
3	Бабкина	Ольга	Представитель	г-жа	30.08.1963	01.04.1992	Крещатик, 34-55
4	Воронова	Дарья	Представитель	г-жа	19.09.1958	03.05.1993	ул. Пехотицев, 1-34
5	Кротов	Андрей	Менеджер по продажам	г.	04.03.1955	17.10.1993	Зеленый просп., 24-78
6	Ахбаев	Иван	Представитель	г.	02.07.1963	17.10.1993	Студенческая ул., 22-15
7	Кравец	Петр	Представитель	г.	23.05.1960	02.01.1994	Сиреневый бульв., 11-11
8	Крылова	Анна	Внутренний координатор	г-жа	09.01.1958	05.03.1994	Лесная ул. 12-456
9	Ясенева	Инна	Представитель	г-жа	02.07.1969	15.11.1994	Родниковый пер. 1

**Рис. 3.6.6. Остаточний вигляд імпортованої з бази даних таблиці**

За таким же сценарієм можна виконати злиття даних з декількох таблиць бази даних для подальшої обробки та аналізу інформації.

Інколи при об'єднанні даних декількох таблиць необхідно перевизначити назви стовпців у таблиці з даними. Для цієї мети можна скористатися *Мастером обработки – Настройка набора данных* – і в полі “Метка столбца” (крок 2 з 4) ввести потрібну назву (рис. 3.6.7).

**Изменение параметров набора данных**  
Укажите новые параметры столбцов, а также необходимость кэширования данных

ab	Марка	Имя столбца	И1
ab	ЕдиницаИзмерения	Метка столбца	Марка
9.0	Цена	Тип данных	ab Строковый
12	НаСкладе	Вид данных	... Дискретный
ab	Категория	Назначение	Информационное
9.0	Цена		
7	Дата		
ab	СтранаПолучателя		

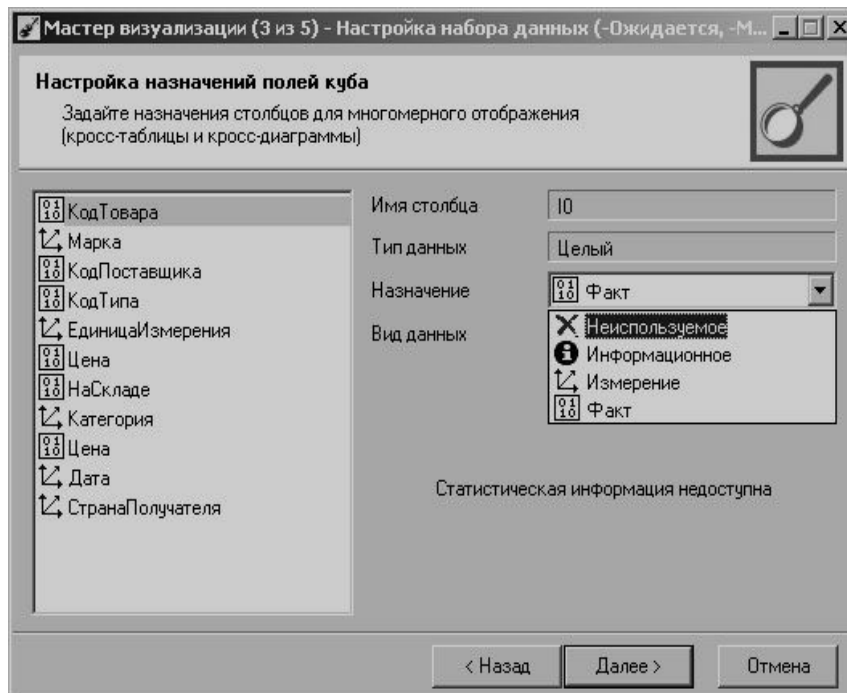
Кэшировать результирующий набор данных

Сброс настроек

< Назад    Далее >    Отмена

**Рис. 3.6.7. Вікно визначення властивостей полів таблиці бази даних**

При роботі з майстром візуалізації користувач має змогу вибирати ті поля, дані з яких потрібні для аналізу. Для зайвих полів таблиці слід встановити при цьому опцію: *Назначение – Неиспользуемый* (рис. 3.6.8).



**Рис. 3.6.8. Вікно відбору полів таблиці бази даних**

## ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

**Постановка завдання.** Побудувати сценарії і на їх основі за допомогою операцій транспонування вимірювань і агрегації фактів сформулювати звіти та відповіді на питання в завданнях.

Для виконання завдань використовуйте відомості з лабораторної роботи № 5 і додаткові обробники:

- перетворення дати/часу;
- фільтрація.

### **Завдання 6.1**

- 6.1.1. Імпортуйте до створеного в лабораторній роботі № 5 сховища даних текстовий файл “Credit.txt”, який знаходиться в теці “C:\Program Files\BaseGroup\Deductor\Samples” і містить інформацію про видані банківською установою кредити.
- 6.1.2. За допомогою майстра обробки створіть сценарій перетворення дати і часу для поля імпортованої таблиці “Дата кредитування”, виконавши розбиття за тижнем (як рядок) і днем тижня (як число).
- 6.1.3. За допомогою майстра візуалізації та створення відповідних фільтрів створіть крос-таблиці та крос-діаграми для відповіді на такі питання:
  - визначити суму та кількість кредитів, виданих по тижням залежно від статі одержувачів;
  - визначити суму кредитів, отриманих жінками протягом першого тижня, для сплати туристичних поїздок і розваг;

- визначити кількість кредитів, отриманих протягом першого тижня особами з вищою освітою для сплати за навчання;
- визначити суму та кількість кредитів, отриманих чоловіками, що знаходяться у шлюбі, на купівлю та ремонт нерухомості і отриманих 4 та 10 січня 2003 року;
- визначити кількість клієнтів віком від 35 років, що працюють на керівних посадах, і які отримали кредит.

### Завдання 6.2

За замовчуванням у теці C:\Program Files\Microsoft Office\OFFICExx\SAMPLES знаходиться файл “Борей” – база даних з декількох таблиць. Потрібно:

6.2.1. Підключити базу даних для подальшої роботи.

6.2.2. Виконати імпорт даних і злиття для наступних таблиць: “Товари”, “Типы”, “Заказано”, “Заказы”.

Структура вказаних таблиць з описом полів наведена на рис. 3.6.9:

Товары : таблица			
Имя поля	Тип данных	Описание	
КодТовара	Счетчик	Уникальное число, автоматически присваиваемое новой записи.	
Марка	Текстовый		
КодПоставщика	Числовой	Совпадает со значением поля "КодПоставщика" в таблице "Поставщики".	
КодТипа	Числовой	Совпадает со значением поля "КодТипа" в таблице "Типы".	
ЕдиницаИзмерения	Текстовый	(например, в ящиках по 24 бутылки, 1-литровая бутылка и т.п.).	
Цена	Денежный		
НаСкладе	Числовой		
Ожидается	Числовой		
МинимальныйЗапас	Числовой	Минимально допустимый складской запас.	
ПоставкиПрекращены	Логический	"Да" означает, что товар больше не поставляется.	

Заказано : таблица			
Имя поля	Тип данных	Описание	
КодЗаказа	Числовой	Совпадает со значением поля "КодЗаказа" в таблице "Заказы".	
КодТовара	Числовой	Совпадает со значением поля "КодТовара" в таблице "Товары".	
Цена	Денежный		
Количество	Числовой		
Скидка	Числовой		

Заказы : таблица			
Имя поля	Тип данных	Описание	
КодЗаказа	Счетчик	Уникальный номер заказа	
КодКлиента	Текстовый	Совпадает со значением поля "КодКлиента" в таблице "Клиенты".	
КодСотрудника	Числовой	Совпадает со значением поля "КодСотрудника" в таблице "Сотрудники".	
ДатаРазмещения	Дата/время		
ДатаНазначения	Дата/время		
ДатаИсполнения	Дата/время		
Доставка	Числовой	Совпадает со значением поля "КодДоставки" в таблице "Доставка".	
СтоимостьДоставки	Денежный		
НазваниеПолучателя	Текстовый	Название организации или ФИО получателя.	
АдресПолучателя	Текстовый	Адрес получателя (без почтового индекса).	
ГородПолучателя	Текстовый		
ОбластьПолучателя	Текстовый	Область, республика или район получателя.	
ИндексПолучателя	Текстовый		
СтранаПолучателя	Текстовый		

Типы : таблица		
	Код типа	Категория
▶ +	1	Напитки
+ +	2	Приправы
+ +	3	Кондитерские изделия
+ +	4	Молочные продукты
+ +	5	Хлебобулочные изделия
+ +	6	Мясо/птица
+ +	7	Фрукты
+ +	8	Рыбпродукты
* +	(Счетчик)	

**Рис. 3.6.9. Структура та опис полів необхідних таблиць бази даних**

6.2.3. Згідно з власним варіантом (розподіл завдань наведено у табл. 3.6.1) побудуйте:

1. Фільтр (Майстер обробки, фільтрація даних) і Куб за трьома вимірюваннями (країна, місяць року, товарна група) – за допомогою майстра візуалізації – в осередках якого відображається сума і обсяг (кількість проданих одиниць продукції) продажів за всі періоди, що є в базі даних. Яка торгова точка забезпечує найбільшу суму продажів? Яка товарна група має максимальну суму продажів? Побудуйте крос-діаграму для відображення сум продажів: загальні продажі, продажі по країнах, продажі по товарних групах.
2. Те ж, що в п.1, але за останні три місяці за наявними даними.
3. Те ж, що в п.1, але за останні три тижні за наявними даними.
4. Знайдіть суму максимальної і середньої вартості покупок за останній місяць за наявними даними.
5. Сформуйте багатовимірний звіт і графік продажу товарів по країнах за часом. На які дні припадають піки продажів?
6. Те ж, що в п. 5, але за три місяці за наявними даними.
7. Сформуйте багатовимірний звіт і побудуйте графік замовлень по країнах і по днях тижня.
8. Те ж, що в п. 7, але за останній місяць за наявними даними.
9. Сформуйте багатовимірний звіт і побудуйте графік замовлень країн по днях місяця. Побудуйте лінію тренда.
10. Те ж, що в п. 9, але за останні три місяці за наявними даними.
11. Визначте перелік 20 товарів, що є у продажу.
12. Те ж, що в п. 11, але за останні три тижні за наявними даними.
13. Визначте перелік 10 товарів, що продаються, по четвергах.
14. Визначте перелік 5 найпопулярніших товарів у кожній товарній групі.
15. Те ж, що і в п. 14, але за останній тиждень.

16. Визначте перелік товарів, що забезпечують 50 % загального обсягу продажів.  
 17. Те ж, що і в п. 16, але за останній місяць за наявними даними.  
 18. Те ж, що і в п. 16, але за останній тиждень.

6.2.4. Результати звітів (таблиці) необхідно експортувати у MSWord.

Таблиця 3.6.1

### Розподіл завдань за варіантами

Завдання	Варіант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	+			+		+			+		+	+		+	+
2		+			+		+		+		+		+		+
3			+			+		+	+				+	+	
4	+	+	+	+	+		+	+		+		+			+
5	+			+		+			+		+			+	
6	+				+		+		+				+		
7		+		+	+		+						+		
8		+		+			+			+		+		+	
9						+		+			+				+
10			+		+			+		+	+			+	
11	+		+				+		+		+		+		
12		+				+		+		+		+			+
13			+			+	+			+		+			
14	+	+	+		+			+			+	+		+	
15		+		+	+	+			+	+			+		+
16	+		+		+			+		+		+		+	+
17		+	+	+			+	+			+		+		+
18	+			+		+			+	+		+	+	+	+

### ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ

1. Назвіть методи формування сховища даних.
2. У чому полягає специфіка аналітичної інформації?
3. Назвіть основні типи аналітичних програм та охарактеризуйте їх функціональні особливості.
4. Що являють собою та з якою метою використовуються обробники подій в аналітичній платформі Deductor?
5. Охарактеризуйте основні етапи роботи з обробником “Фільтрація даних” у програмі Deductor.
6. Назвіть та охарактеризуйте основні етапи роботи з майстром візуалізації у програмі Deductor.
7. Поясніть призначення та етапи створення сценаріїв при роботі з аналітичною платформою Deductor.

*Література: 6; 10; 11; 14; 15; 21; 24; 28-30; 45; 46.*

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7**

### **Створення сценаріїв обробки інформації в пакеті Deductor Studio**

*Мета:* створення закінченого аналітичного рішення з аналізу даних для організації, що займається роздрібною торгівлею, сформувані і закріпити навички створення сховища даних та отримання з нього інформації, побудови багатовимірних звітів і крос-діаграм та їх аналізу.

#### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

На ринку програмного забезпечення існує безліч розрізнених додатків, призначених для консолідації та аналізу даних. Побудова аналітичної системи в цьому випадку відбувається таким чином. Для очищення даних використовується окрема програма. Дані для неї готуються в спеціальному форматі. Після очищення оброблені дані зберігаються в якомусь-небудь файлі або базі даних. У подальшому для побудови моделей використовуються інші програми, для яких дані також повинні бути представлені в певному форматі і збережені в окремому файлі. Зазвичай ці програми містять власні способи візуалізації результатів. Але щоб отримати різні зведення даних, необхідно знову використовувати окрему програму для побудови OLAP-куба. Причому для кожної програми необхідно десь зберігати настройки. Такий підхід до побудови аналітичної системи досить незручний і вимагає багато часу. Нерідко не можна обійтись без написання додаткових програм, які забезпечують взаємодію різних аналітичних модулів.

Програма Deductor Studio дозволяє пройти всі кроки побудови аналітичних систем у рамках єдиної платформи. Є можливість інтеграції з різними джерелами даних: файли різних форматів, бази даних, власне сховище даних. Результати обробки подаються у вигляді таблиць і до них знову можна застосовувати різні методи обробки. Немає необхідності використовувати проміжні джерела даних. Архітектура побудови сценаріїв дозволяє провести практично будь-який аналіз. Програма Deductor є універсальною платформою і ніяк не прив'язана до певної наочної області. Deductor дозволяє пройти всі етапи загального алгоритму отримання корисних знань з даних для довільної предметної галузі.

Наявність алгоритмів, що здатні до самонавчання, дозволяє легко адаптувати створену систему до специфіки роботи конкретного підприємства. Можливість перенавчити модель на нових даних забезпечує перенесення сценарію у нову ситуацію.

Широкий спектр візуалізаторів дозволяє представити результати аналізу в зручному для сприйняття вигляді. OLAP-куб, як один з методів

візуалізації даних, дозволяє отримати різноманітні зрізи даних. Він будується на основі таблиць даних, тому такий куб можна одержати на будь-якому кроці сценарію. Аналіз “що – якщо” дозволяє протестувати побудовану модель на нових даних.

Експорт даних дає можливість інтегрувати програму з існуючими корпоративними обліковими системами.

Наявність у програмі Deductor значної кількості інструментів аналізу, мінімальні терміни розробки готових рішень, можливість нарощувати й адаптувати створене рішення гарантує швидке отримання якісного результату.

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ

У даній роботі для отримання результату необхідно виконати рекомендовану послідовність дій і на основі отриманих таблиць і графіків виконати прогнозування щодо подальшої діяльності торговельної організації.

### Створення сховища даних

Для аналізу буде потрібна інформація про продаж товарів. Збиратимемо інформацію, представлену даними вимірюваннями та фактами.

Вимірювання:

- Дата – дата покупки;
- Клієнт – покупець;
- Товар – товар, що був замовлений;
- Номер чека – для аналізу споживчої корзини.

Факти:

- Ціна товару – закупівельна ціна товару – для розрахунку знижки і націнки у відсотках;
- Сума знижки – загальна сума знижки;
- Кількість товару – кількість придбаного за один раз товару.

Вся інформація повинна бути подана у трьох таблицях, структура і призначення полів яких наведена нижче.

Дані про клієнтів (файл “Клиент.dbf”).

КЛИЕНТ : таблица	
Имя поля	Тип данных
№КЛИЕНТА	Текстовый
НАИМЕНОВАН	Текстовый

Поле в БД	№ КЛИЕНТА	НАИМЕНОВАНИЕ
Призначення	Ключове поле	Властивість

ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”



Дані про товар (файл “Товар.dbf”).

ТОВАР : таблиця	
Имя поля	Тип данных
№ТОВАРА	Числовой
НАИМЕНОВАН	Текстовый
ГРУППА	Числовой

Поле в БД	№ ТОВАРА	НАИМЕНОВАНИЕ	ГРУППА
Призначення	Ключове поле	Властивість	Властивість

Дані про продаж товару (файл “Продажа.dbf”).

ПРОДАЖА : таблиця	
Имя поля	Тип данных
№КЛИЕНТА	Текстовый
№ТОВАРА	Числовой
СКИДКА	Числовой
ЦЕНА	Числовой
ДАТА	Дата/время
№ЗАКАЗА	Числовой
КОЛИЧЕСТВО	Числовой

Поле в БД	ДАТА	№ КЛИЕНТА	№ ТОВАРА	№ ЗАКАЗА	ЦЕНА	СКИДКА	КОЛИЧЕСТВО
Призначення	Вимірювання				Факти		

Таблиці “Клієнт” і “Товар” містять інформацію про відповідні вимірювання. Необхідність у них виникла через наявність властивостей у цих вимірюваннях. Таблиця “Продаж” містить інформацію про процес, якщо говорити термінами сховища Deductor Warehouse.

На першому кроці відкриємо панель “Джерела даних” і створимо нове сховище, вказавши шлях до файла сховища і мітку (його назва, яка відобразатиметься при експорті та імпорті даних).

Другим кроком при створенні сховища є імпорт даних у програму. Для цього відкриємо Deductor Studio і викличемо майстра імпорту. Припустимо, що початкові таблиці містяться в текстових файлах з роздільником. У вікні майстра імпорту потрібно буде вказати, що перший рядок таблиці є заголовком, вказати ознаку роздільника стовпців, а також ознаку роздільника дробової частини в числах. Останнє залежить від налаштувань операційної системи і може бути або крапкою, або комою. Імпортуємо всі три таблиці в програму. Вузли імпорту назвемо відповідно “Клієнт”, “Товар” і “Продаж”.

*Третім кроком* буде вивантаження вимірювань “Товар” і “Клієнт” у сховищі. Для цього для вузлів “Клієнт” і “Товар” по черзі викличемо майстра експорту, вибравши в ньому джерело “Deductor Warehouse – вимірювання”. Далі вкажемо, що є вимірюванням, а що властивостями, як показано в таблицях вище.

*Четвертим кроком* буде вивантаження даних про продаж у процес сховища. Для цього для вузла “Продаж” викличемо майстра експорту, вибравши в ньому джерело “Deductor Warehouse – процес”.

Створений сценарій можна зберегти й використовувати при завантаженні нових даних у сховищі. Для аналізу даних, що знаходяться в сховищі, створимо новий сценарій.

### **Прогнозування обсягів продажу**

Прогнозування є невід’ємною частиною для вирішення завдань оптимізації. Торгові організації прагнуть звести до мінімуму час, протягом якого товар лежить на складі, а також місце, яке він там займає. З іншого боку, необхідно, щоб на складі завжди знаходився потрібний у даний час товар. Прогнозування обсягів продажу є важливим кроком на шляху ухвалення рішення щодо оптимізації роботи підприємства.

Важливими даними для побудови прогнозу обсягів продажу є статистика продажу за попередні періоди. Така інформація є в нашому сховищі.

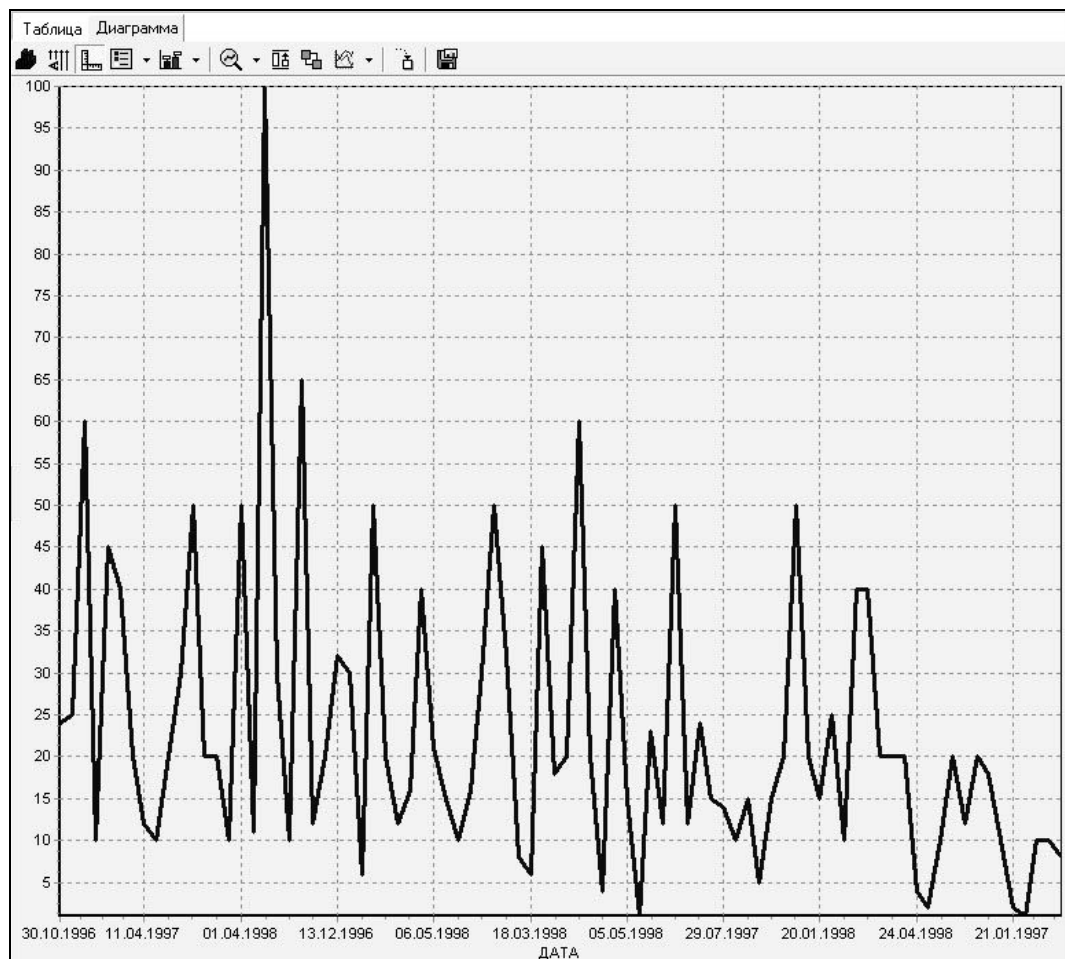
Спочатку потрібно імпортувати дані зі сховища в програму. Нас цікавлять не всі дані, а тільки кількість товару, що продається, в розрізі дати і товару. Викличемо майстра імпорту й виберемо в ньому джерело “Deductor Warehouse” (процес). Визначимо завантажувані вимірювання і факти. Після імпорту дамо назву створеному вузлу сценарію “Дата, товар, кількість”.

Розглядати продажі по днях не має сенсу, оскільки щодня їх обсяги можуть значно відрізнитись. Але якщо розглядати такі обсяги протягом тижня або місяця, різниця буде незначною. Тому другим кроком буде перетворення дати до тижня. У таблиці з’явиться новий стовпець “Дата (Год + Неделя)”.

Прогнозувати обсяги за різними групами товарів одночасно немає сенсу, оскільки тенденції продажу товару з різних груп можуть дуже відрізнитися. Тому зробимо фільтрацію по кожній групі товару. Для цього до вузла з перетворенням дати по тижнях потрібно застосувати обробку “Фільтрація”, вказавши умову, наприклад, “Група товару = 3”.

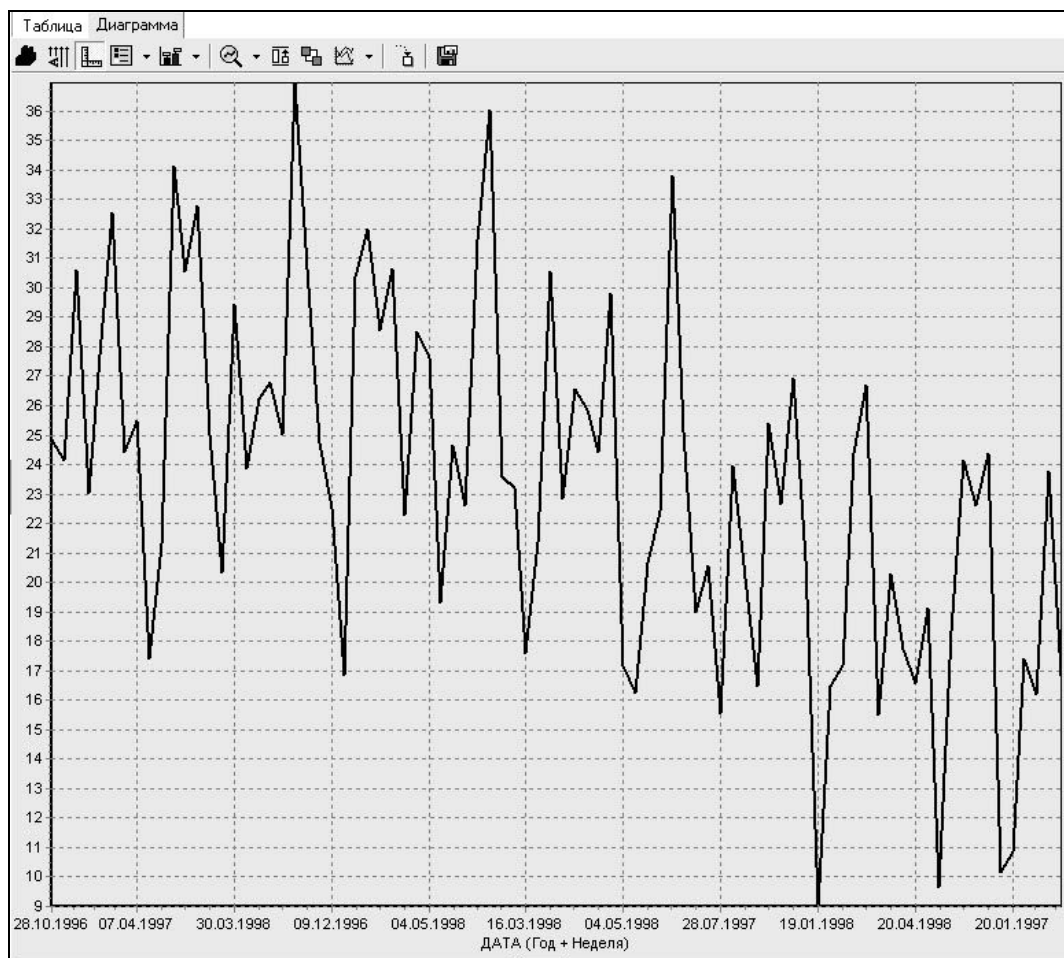
Потім потрібно згрупувати кількість обсягів продажу по тижнях. Для цього застосуємо обробку “Групування” до вузла з фільтрацією

по певному товару. Як вимірювання вкажемо поле “Дата (Год + Неделя)”, як факт – поле “Количество”. Таким чином, буде одержана таблиця з обсягами продажу товару групи 3, згрупованими по тижнях. Криву продажів можна розглянути на діаграмі (рис. 3.7.1).



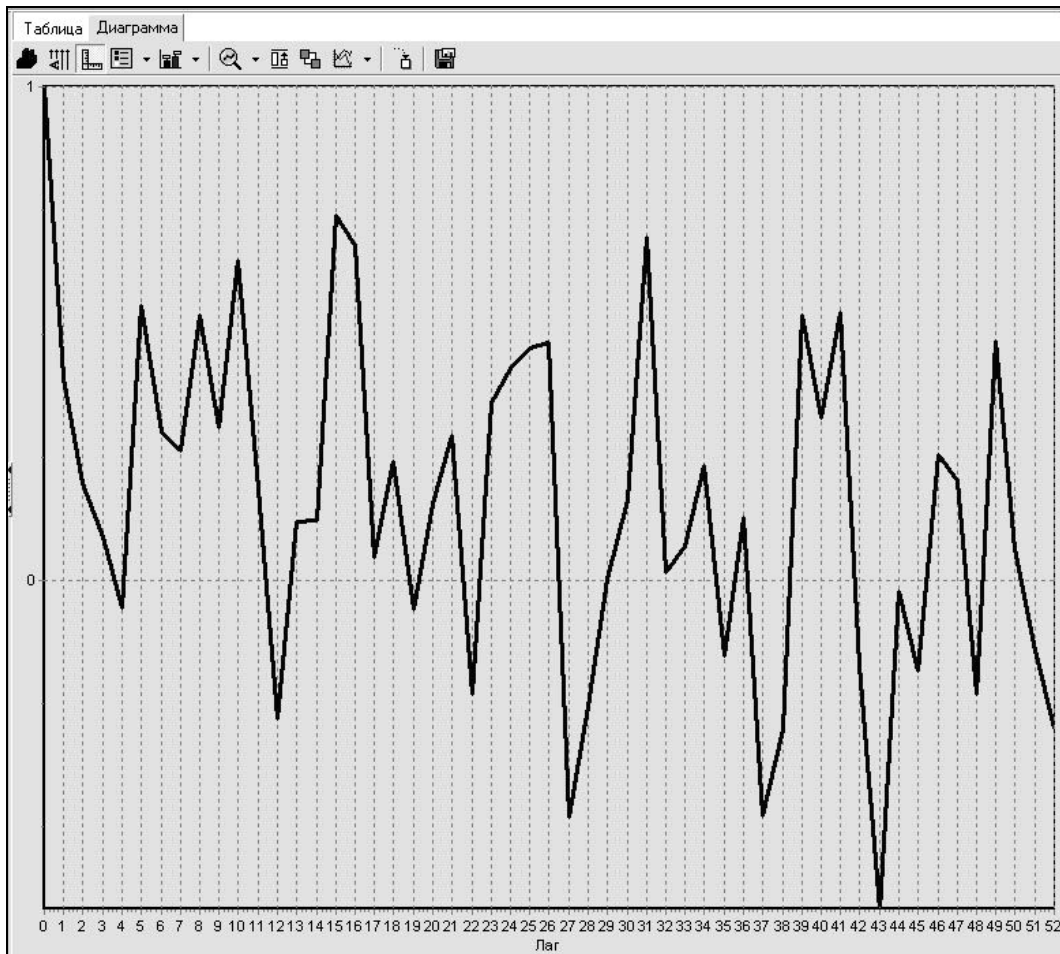
**Рис. 3.7.1. Тенденція продажу товарів 3-ї товарної групи**

Крива продажу побудована для нерівних діапазонів значень по осі часу і додатково може містити шуми і викиди, які необхідно видалити для отримання якіснішого прогнозу. Для цього потрібно скористатися *парціальною обробкою даних*. Викличемо майстра парціальної обробки для вузла з групуванням. У настройках вкажемо для поля “Кількість” – апроксимацію (крок 2) з низьким ступенем редагування аномальних значень. На подальших кроках для поля “Кількість” встановити опцію віднімання шуму з високим ступенем віднімання шуму (на 4-му кроці). Результат такого перетворення можна побачити на діаграмі (рис. 3.7.2).



**Рис. 3.7.2. Результат парціальної обробки даних**

На цьому етапі отримано досить добре підготовлені для побудови моделі дані. Але для більш точного прогнозу необхідно визначити сезонність продажу товару даної групи. Для цього служить обробка “Автокореляція”. Застосуємо її до вузла з парціальною передобробкою. Шукатимемо залежності в полі “Кількість”. Таку залежність слід шукати, наприклад, протягом 52 тижнів, тобто протягом одного року. Для цього вкажемо кількість відліків – 52. Для отриманої автокореляційної функції (“кількість”–“лаг”) можна побудувати діаграму (рис. 3.7.3). З діаграми видно, що продаж товарів даної групи відбувається досить нерівномірно, причому протягом року обсяги продажу поступово зменшуються.



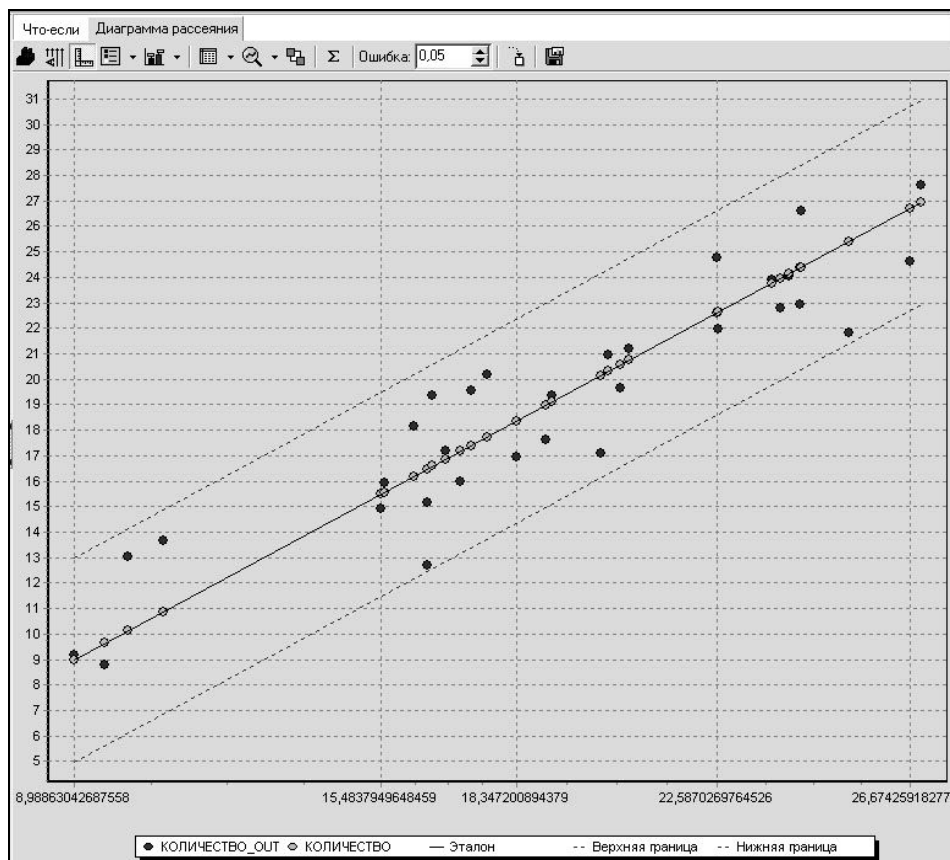
**Рис. 3.7.3. Результат виділення часового лага з ряду даних**

Для побудови моделі будемо досліджувати річну залежність обсягів продажів. При цьому візьмемо до уваги продажі за два попередні тижні для того, щоб врахувати загальний розвиток ринку, і продажі за два аналогічні місяці року для того, щоб врахувати сезонність продажів. Таким чином, необхідно підготувати таку вибірку, щоб у ній містилися такі поля:

Дата (Год+Неделя)	Количество-53	Количество-52	Количество-2	Количество-1	Количество
Неделя	Объем продаж год назад		Объем продаж предыдущие две недели		Текущий объем продаж

Таким чином, відбулося перетворення стовпця “Кількість” до ковзаючого вікна. Викличемо обробку “Ковзаюче вікно” до вузла з парціальною обробкою. Вкажемо стовпець “Кількість” як такий, що використовується, і для нього встановимо значення параметра – “глибину” 53. Одержана таблиця матиме не тільки вказані вище стовпці, але й стовпці “Кількість-3” – “Кількість-51”.

Побудуємо регресійну модель на основі лінійної залежності. Викличемо після вузла з перетворенням до ковзаючого вікна обробку “Лінійна регресія”. Поле “Дата (Год + Неделя)” вкажемо як інформаційне з тією метою, щоб дані цього поля не брались до уваги при побудові моделі, але були присутніми в результуючій таблиці. Поля “Количество-53”, “Количество-52”, “Количество-2” і “Количество-1” вкажемо вхідними. Поле “Количество” – вихідним. А поля “Количество-3”–”Количество-51” вкажемо або такими, що не використовуються, або інформаційними. На цьому настройка лінійної регресії завершена. Після побудови моделі результати можна переглянути на діаграмі розсіювання та оцінити якість побудованої моделі (рис. 3.7.4).



**Рис. 3.7.4. Результат регресійного аналізу даних**

Отже, було побудовано модель, за допомогою якої можна визначити прогнозні значення обсягів продажу товару на невеликий проміжок часу. Для цього викличемо обробку “Прогнозування” для вузла лінійної регресії і вкажемо в ній горизонт прогнозу, рівний чотирьом. Тобто побудуємо прогноз на 4 тижні вперед. Після проведення розрахунків результат можна переглянути в таблиці або на діаграмі прогнозу. У таблиці 3.7.1 наведено приклад розрахунку прогнозних значень.



Таблиця 3.7.1

## Результати розрахунку прогнозних значень часового ряду

ДАТА (Год + Неделя)	КОЛИЧЕ- СТВО-53	КОЛИЧЕ- СТВО-52	КОЛИЧЕ- СТВО	№ ТОВАРА	Шаг прогноза
12.05.1997 0:00	27,6321019	19,2847709	19,0568314	3,0	1
12.05.1997 0:00	19,2847709	24,6294424	27,3667003	3,0	2
12.05.1997 0:00	24,6294424	22,5879609	20,9433057	3,0	3
12.05.1997 0:00	22,5879609	31,6303108	20,2424049	3,0	4

У полі “Количество” в останніх чотирьох рядках містяться прогнозні значення кількості продажів за чотири тижні в сумі по групі товару № 3. На діаграмі прогнозу можна побачити майбутню тенденцію продажу (рис. 3.7.5).

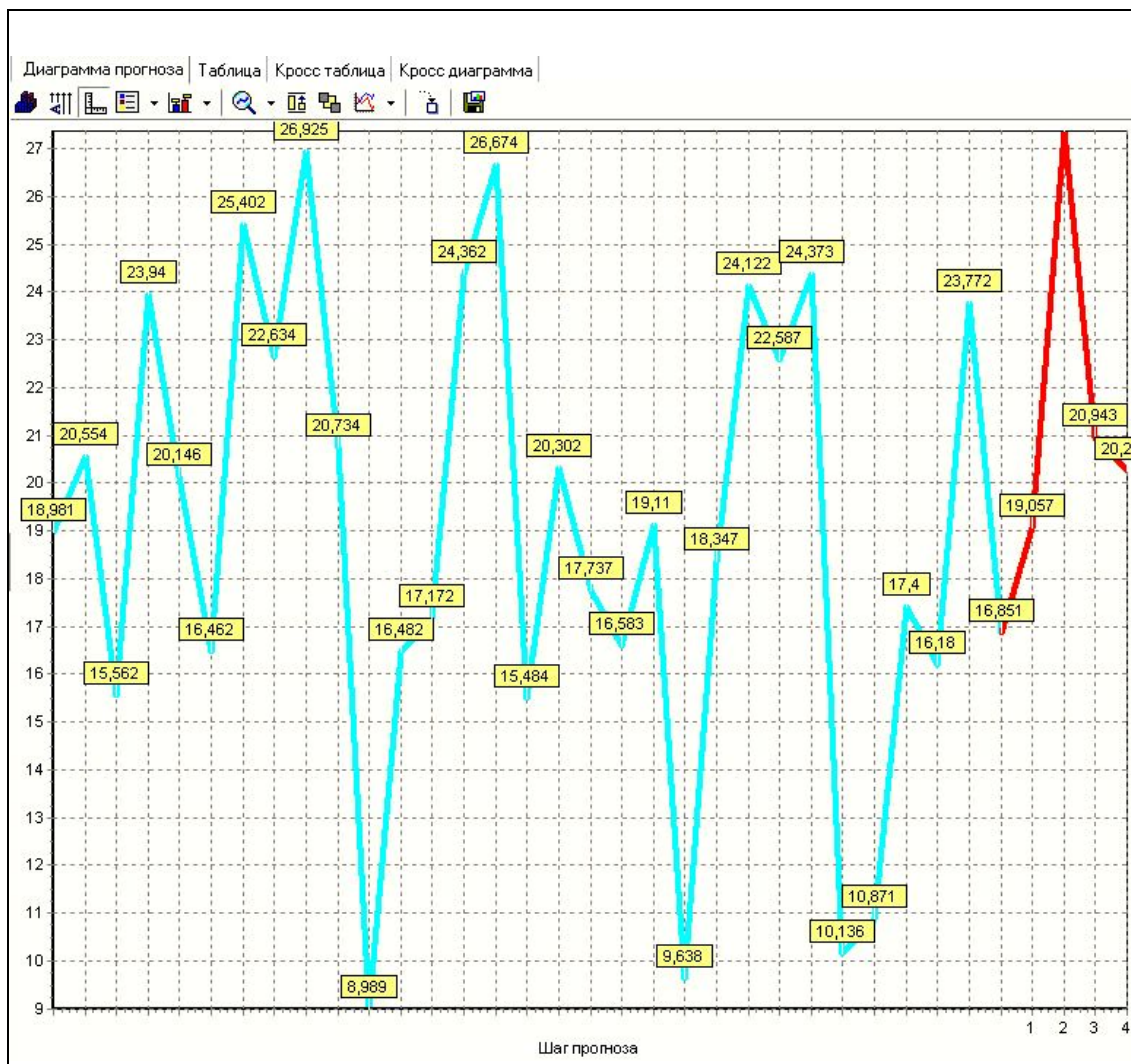


Рис. 3.7.5. Часовий ряд і його прогнозні значення

Досить часто виникає необхідність експортувати результати прогнозу в зовнішній файл. Викличемо для вузла прогнозу майстра фільтрації даних і вкажемо в ньому умову: “Крок прогнозу не порожній”. Результатом фільтрації потрібно вибрати куб, для якого встановимо вимірами всі поля, окрім поля “Кількість”. Представлення даних у кубі повинно відображати прогнозовану кількість товарів вибраної товарної групи на кожному кроці. У результаті буде сформована таблиця, готова для експорту. Викличемо для цього останнього вузла фільтрації майстра експорту і виберемо джерело, наприклад “Microsoft Excel”. Далі слід вказати поля таблиці, що експортуються. Вкажемо поля: “Кількість”, “Крок прогнозу” і “Найменування”. У результаті буде сформований файл формату MS Excel з прогнозними значеннями обсягів продажу товару на наступні 4 тижні.

Таку процедуру потрібно повторити з рештою груп товару. У результаті всіх цих дій одержимо сценарій прогнозування обсягів продажів (рис. 3.7.6).

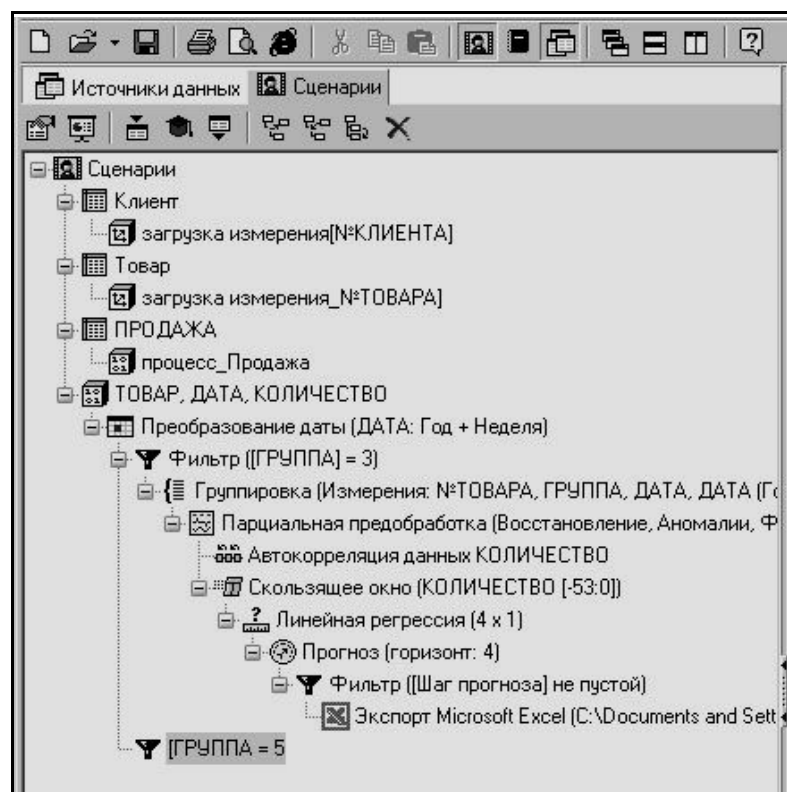


Рис. 3.7.6. Сценарій обробки даних у Deductor Studio

### ***Пошук оптимальної торговельної націнки***

Надання знижки покупцям є стимулом для збільшення обсягів продажу товару. Чим більше продається деякого товару, тим більший прибуток. З іншого боку, чим більша надається знижка, тим менша



торговельна націнка на товар і тим менше прибутку приносить продаж цього товару. Для знаходження оптимальної знижки необхідно побудувати залежність прибутку від розміру знижки.

У створеному сховищі даних відсутня інформація про знижку у відсотках і прибутки, однак є інформація, за допомогою якої ці дані можна обчислити.

Імпортуємо в програму (*процес!*) зі сховища всі факти в розрізі вимірювань: “Дата”, “Клієнт”, “Товар”, “Номер замовлення”.

Застосуємо до створеного вузла обробку “Калькулятор”. Назвемо вираз “Знижка” й у вікно формули введемо вираз: Знижка / (Знижка + Ціна).

**Примітка.** Вводити вираз потрібно за допомогою миші, вибираючи відповідні поля у вікні зі списком стовпців.

Потім додамо ще один вираз, назвавши його “Прибуток”. У вікні формули необхідно ввести: “Ціна” + 100\* “Знижка” / (“Знижка” + “Ціна”) – рис. 3.7.7.

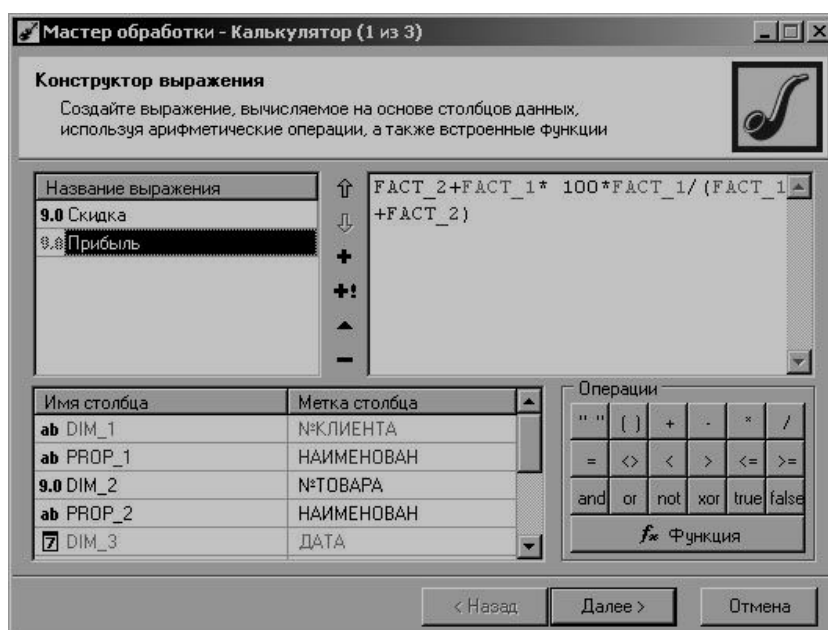


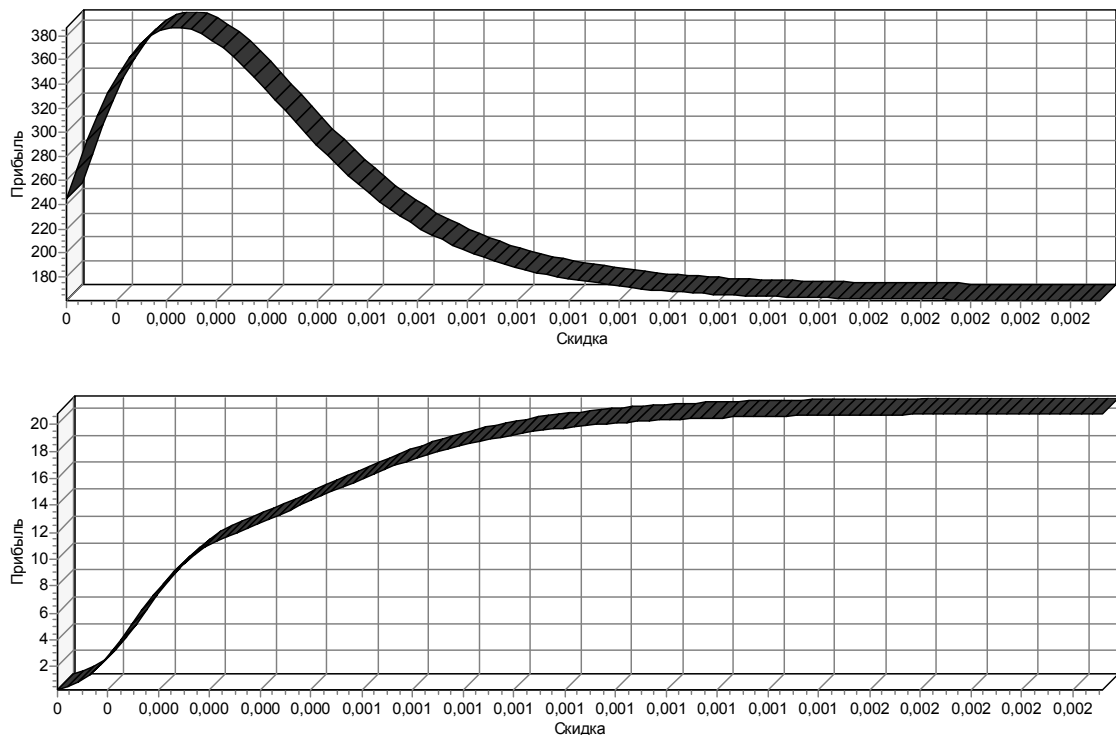
Рис. 3.7.7. Визначення формул у Калькуляторі

У результаті виконання обробки даних у таблицю буде додано два поля – “Знижка” і “Прибуток”.

Оскільки залежність прибутку від знижки може бути нелінійною, для прогнозу скористаємося оцінкою за допомогою нейронних мереж. Застосуємо цю обробку до вузла з обчислюваними даними. Вкажемо поле “Знижка” вхідним, а поле “Прибуток” – вихідним. Решту полів визначимо як такі, що не використовуються. Запустимо алгоритм, залишивши решту всіх настройок без зміни.

Оцінити якість побудованої залежності можна за допомогою діаграми розсіювання. Якщо прогнозоване алгоритмом значення прибутку розкидане щодо дійсних значень, то необхідно змінити настройки нейромережі, наприклад, збільшивши кількість шарів або нейронів у шарі або змінивши функцію активації.

Нас буде цікавити результат, представлений діаграмою “Що – якщо” (рис. 3.7.8). Ця діаграма наочно показує, при якому значенні знижки досягається максимум прибутку.



**Рис. 3.7.8. Визначення оптимального розміру торговельної знижки**

Спробуйте побудувати власну функцію залежності прибутку від знижки та визначити оптимальне значення знижки для кожної групи товарів.

### ***Аналіз споживчого кошика***

Зазвичай клієнти купують не один товар, а декілька. Причому ці товари можуть бути якимсь чином взаємопов’язані. Наприклад, людина, що купує двері, швидше за все купить ще й дверні ручки. Інформація про товари, що будуть придбані спільно, міститься у сховищі в полі “Дата”. Знайдемо правила сумісного придбання товарів за допомогою інструмента “Асоціативні правила”.

Імпортуємо в програму зі сховища кількість товару в розрізі № чека і товару. Застосуємо до цього вузла *асоціативні правила*. Полю “Номер

клієнта” виберемо призначення “Транзакція”, а полю “Найменування” – призначення “Елемент”.

Виконаємо спочатку алгоритм, не змінюючи інших налаштувань. Після його виконання можливі такі варіанти:

- знайдено тільки одноелементні множини. Це видно на діаграмі на сторінці навчання майстра формуванню асоціативних правил. На діаграмі буде відображений тільки один стовпчик. У цьому випадку потрібно повернутися на крок назад і зменшити мінімальну підтримку або збільшити максимальну підтримку. Такі дії слід повторювати до того часу, доки не будуть одержані дві і більше елементні множини;
- кількість правил рівна нулю – це відображається у відповідному полі на сторінці навчання майстра. Тоді потрібно повернутися на крок назад і зменшити мінімальну або збільшити максимальну достовірність.

У результаті будуть одержані асоціативні правила, які можна переглянути за допомогою візуалізаторів: “Правила”, “Дерево правил” і “Що – якщо”. Наприклад, дерево правил може мати такий вигляд, як на рис. 3.7.9.

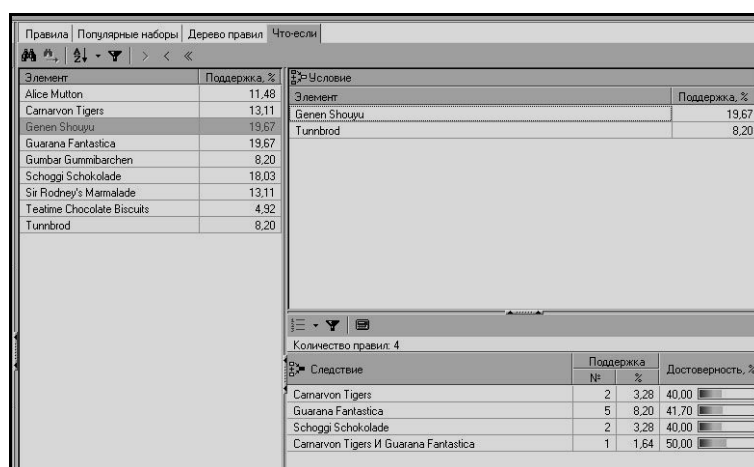
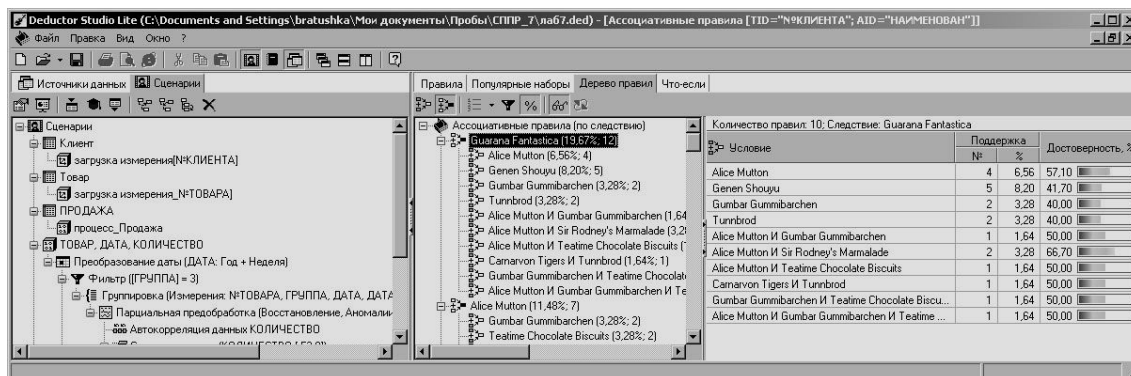


Рис. 3.7.9. Асоціативні правила, отримані у Deductor Studio

Наприклад, якщо людина придбала одночасно “Genen Shouyu” і “Tounnbrod”, то вона, скоріше за все, купить ще й “Guarana Fantastica” з достовірністю 8,2 % і/або “Garnarvon Tigers” з достовірністю 3,28 %.

### Аналітична звітність

За допомогою OLAP-куба можна швидко одержувати аналітичні звіти даних, що містяться в сховищі.

Проведемо, наприклад, аналіз клієнтів. Для цього нам знадобиться інформація про продаж товару в розрізі клієнтів. Викличемо майстра візуалізації для вузла “Обчислювані дані: Знижка; Прибуток”, створеного у розділі “Пошук оптимальної націнки”. Виберемо візуалізатор “Куб”. У настройках куба вкажемо, що поле найменування клієнта є вимірюванням, а поле прибуток є фактом. Розмістимо вимірювання в рядках. Одержана крос-таблиця матиме вигляд, наведений на рис. 3.7.10.

№КЛИЕНТА	№ТОВАРА	НАИМЕНОВАН	ДАТА	№ЗАКАЗА
		НАИМЕНОВАН	Σ Прибыль	
		Alfreds Futterkiste	5,00	
		Ana Trujillo Emparellados	0,00	
		Antonio Moreno Taqueria	0,00	
		Around the Horn	0,00	
		Berglunds snabbkop	34,96	
		Blauer See Delikatessen	0,00	
		Blondel pere et fils	0,00	
		Boldo Comidas preparadas	0,00	
		Bon app'	59,96	
		Bottom-Dollar Markets	0,00	
		B's Beverages	0,00	
		Chop-suey Chinese	19,98	
		Comercio Mineiro	0,00	

Рис. 3.7.10. OLAP-куб з результатами аналізу

Додаткові можливості для аналізу надає інструмент “ABC-аналіз”.

Іноді перед побудовою куба потрібна деяка попередня обробка даних. Наприклад, потрібно відстежити постійних, нових і втрачених клієнтів. Це можна зробити на основі інформації про кількість звернень клієнтів за місяць. Наприклад, якщо клієнт упродовж декількох місяців не звертався в організацію, то його вважатимемо втраченим. Якщо клієнт звертається приблизно однакову кількість разів кожного місяця, то його можна вважати постійним.

Зазвичай весь сценарій, побудований вище, готує аналітик організації. Кінцевим же користувачам необхідно швидко отримати доступ до результатів аналізу. Для цього в програмі призначена панель звітів. Відкриємо цю панель і створимо на ній дерево звітів. Для кожного звіту настроюється свій спосіб відображення. Це зручно, оскільки

одному вузлу дерева сценаріїв може відповідати декілька вузлів дерева звітів.

На цьому створення рішення закінчено, воно готове до використання.

Вище був наведений всього лише один із варіантів вирішення поставленої задачі. В аналізі даних завжди існує багато шляхів досягнення однієї мети. Проте базові речі залишаються незмінними, і при створенні більшості проекту будуть пройдені ті ж самі етапи, що і в даному прикладі.

За наведеним вище прикладом розробіть власні сценарії створення аналітичного рішення. Це рішення повинно дозволяти вирішувати такі задачі:

- виконувати консолідацію даних, тобто збір даних про продаж товарів з розподілених баз даних;
- отримувати аналітичні звіти;
- дозволяти проводити аналіз споживчого кошика;
- прогнозувати обсяги продажу товарів;
- знаходити розмір оптимальної торговельної націнки;
- виконувати сегментацію клієнтів за певними ознаками.

### **ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ**

1. Які типи архітектур СППР на основі сховищ даних ви знаєте?
2. Дайте визначення і охарактеризуйте основні методи Data Mining.
3. У чому полягають особливості проведення аналізу на основі алгоритмів Data Mining?
4. З'ясуйте призначення та охарактеризуйте особливості проведення аналізу на основі методу дерева рішень.
5. Сформулюйте призначення методу асоціативних правил та особливості його реалізації в аналітичній платформі Deductor.
6. У чому полягає особливість аналізу та представлення результатів за допомогою методу “Що – якщо”?
7. З якою метою будуються карти Кохонена при прийнятті управлінських рішень?

*Література: 6; 10; 11; 14; 15; 21; 22; 28-30; 45; 46.*

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

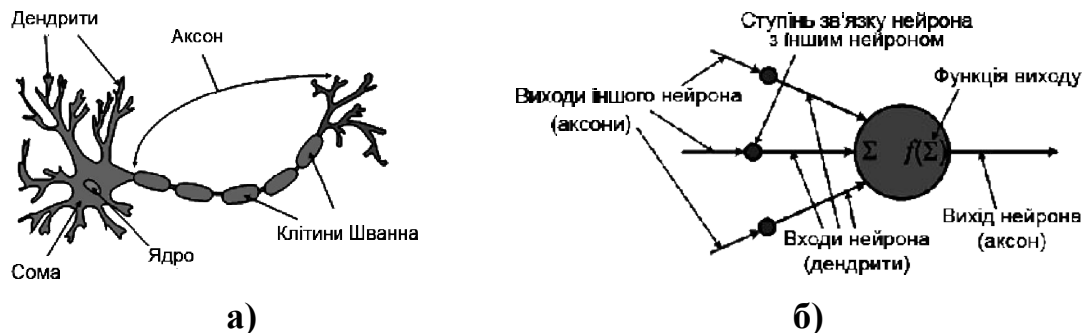
### Побудова та навчання штучної нейромережі

*Мета:* вивчення аналогії побудови природних і штучних нейромереж; побудова простої нейромережі в MathCAD; вивчення та програмування алгоритму зворотного розповсюдження помилки.

#### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

#### **Будова біологічного і штучного нейронів**

Кожен нейрон складається з соми і відростків – аксонів і дендритів (рис. 3.8.1а). Сомма – це клітина, що містить ядро і клітинні складові, занурені в цитоплазму. Аксони – це передавачі сигналів, а дендрити – сильно розгалужені відростки – приймачі сигналів. Базовий модуль нейронних мереж – штучний нейрон – моделює основні функції природного нейрона (рис. 3.8.1б).



**Рис. 3.8.1. Типова структура біологічного нейрона (а) та структура штучного нейрона (б)**

У більш формалізованому вигляді рисунок 2 виглядатиме так, як це показано на рис. 3.8.2. Математичну модель нейрона було запропоновано американськими вченими Уорреном Маккалохом (Warren McCulloch) і Вальтером Піттсом (Walter Pitts). Вона має такий вигляд:

$$\begin{cases} net_j = \sum w_{ij} O_i + \theta_j \\ O_i = f(net_i) \end{cases}, \quad (3.8.1)$$

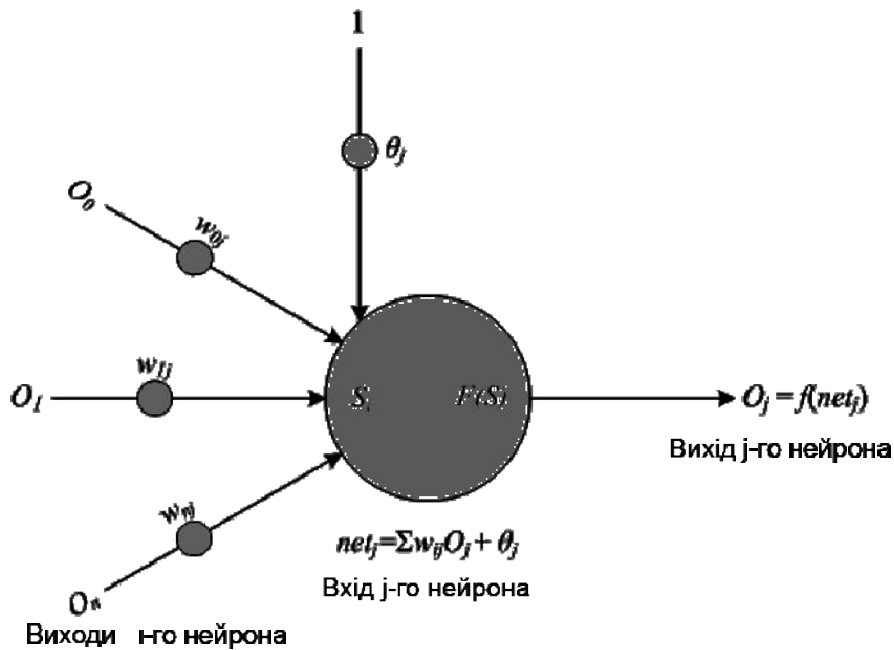
де  $net_i$  – вхідний сигнал мережі для  $j$ -го нейрона;

$\theta_j$  – вага зсуву;

$w_{ij}$  – сила синаптичного зв'язку  $i$ -го нейрона з  $j$ -м (ваговий коефіцієнт);

$O_i$  – вихідний сигнал  $i$ -го нейрона;

$f(x)$  – функція виходу.



**Рис. 3.8.2. Схематична модель штучного нейрона**

Різні функції виходу дозволяють реалізовувати в нейромережі нелінійність і логічні функції. Для простоти зазвичай розглядають тільки три типи функції виходу:

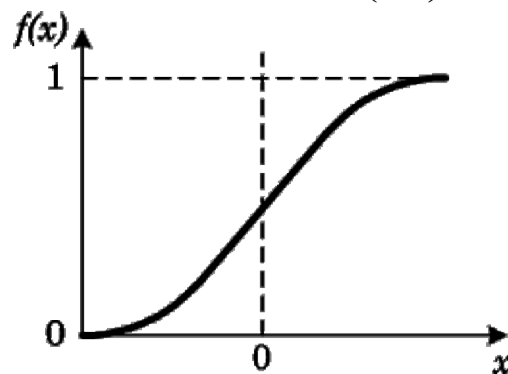
1) *функція знака* (сигнум-функція):

$$f(x) = \text{sign}(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \geq 0 \\ 0, & \text{якщо } x < 0 \end{cases};$$

2) *лінійна функція*:  $f(x) = x$ ;

3) *сигмоїдна функція* (рис. 3.8.3):

$$f(x) = \text{sigmoid}(x) = \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{x}{T}\right)}, T > 0.$$

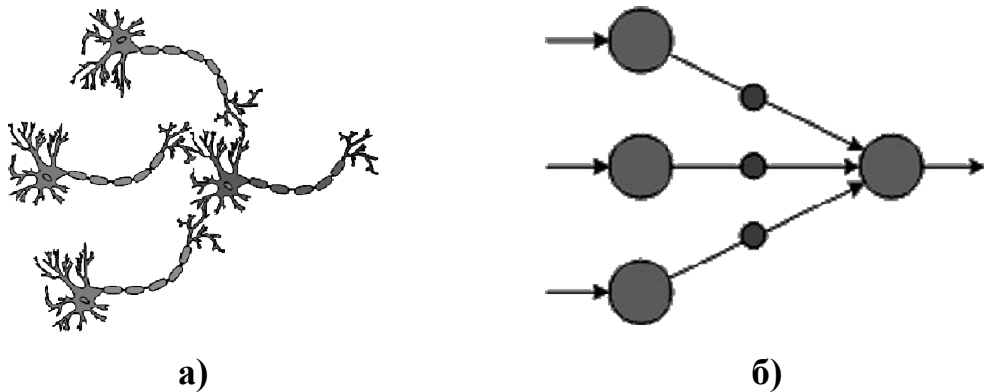


**Рис. 3.8.3. Сигмоїдна функція**

Незважаючи на схожість штучних і природних нейронів, їх основна відмінність полягає в тому, що штучний нейрон є неінерційною системою, тобто сигнал на виході з'являється одночасно з появою сигналів на вході, що нехарактерно для біологічного нейрона.

### **Будова біологічної та штучної нейромереж**

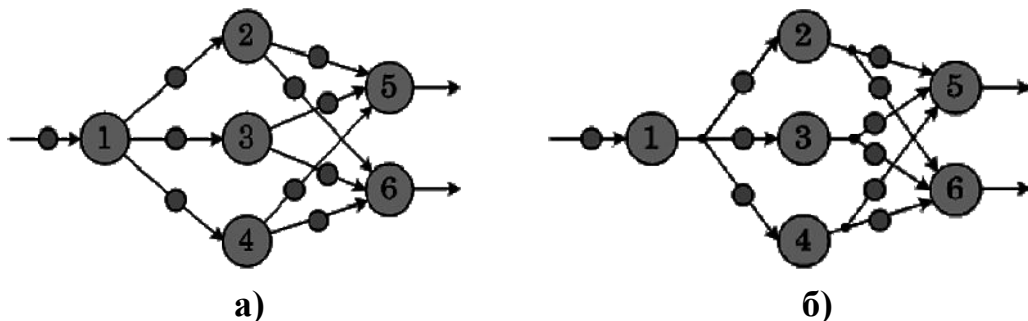
Нейрони обмінюються інформацією з безліччю своїх сусідів. У результаті цього виходить конструкція, яка подібна тій, що зображена на рис. 3.8.4а. Подібно до біологічних нейронів в мережу з'єднуються і штучні нейрони (рис. 3.8.4б).



**Рис. 3.8.4. Фрагмент біологічної (а) та штучної (б) нейромереж**

У результаті можна отримати багатошарову структуру з будь-якою конфігурацією, наприклад такою, що зображена на рис. 3.8.5а. Ця модель має один вхід і два виходи. Нейрон № 1, на який подається вхідний сигнал, утворює *вхідний шар*. Нейрони № 5 і 6, які формують вихідні сигнали, утворюють *вихідний шар*. Нейрони № 2, 3 і 4, які проводять основні обчислення, утворюють *прихований шар*.

Слід зазначити, що кожен нейрон має один вихід, тому, зокрема, з нейрона № 1 виходить не три сигнали, а один, який потім подається на три різні вагові коефіцієнти. Якщо підходити більш строго, то дану нейромережу слід зображати так, як це показано на рис. 3.8.5б.



**Рис. 3.8.5. Приклад штучної нейромережі (а) та відображення виходів нейронів (б)**



Проте на практиці вузли і вагові коефіцієнти зазвичай не зображають, маючи на увазі, що і те, й інше існує. Частіше всіх нейромережу зображають так, як показано на рисунку 3.8.6.

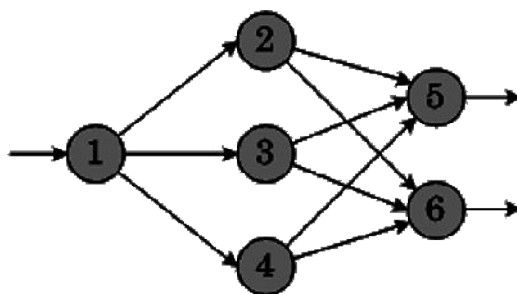


Рис. 3.8.6. Спрощене зображення нейромережі

### ПЛАН ВИКОНАННЯ

Моделювання нейронної мережі розглянемо на прикладі системи MathCAD (оскільки, згідно з навчальними планами, до третього курсу студенти, що навчаються за спеціальністю “Економічна кібернетика”, повинні вміти працювати з даною системою). Для того, щоб реалізувати в середовищі MathCAD систему рівнянь (1), створимо два одновимірні масиви – масив вхідних сигналів  $O$  і масив значущості (ваг) зв’язків  $w$ . Нехай на вході нейрона буде три сигнали ( $n = 3$ ). Крім того, необхідно задати вагу зсуву  $\theta$ :

$$O := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad w := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \theta := 1.$$

Після визначення всіх початкових умов ( $w$ ,  $O$ ,  $\theta$ ) реалізуємо перше рівняння з системи (3.8.1) і переглянемо результат обчислення значення  $net$ :

$$net := \sum_{i=0}^2 w_i \cdot O_i + \theta,$$

$$net = 4.$$

Перш ніж реалізувати друге рівняння з системи (3.8.1), необхідно визначити функцію виходу. Для спрощення розглядатимемо *лінійну функцію* виходу:

$$f(x) := x.$$

Тепер визначимо друге рівняння з системи (1) і одержимо результат:

$$Out := f(net),$$

$$Out = 4.$$

Програмний код на сторінці робочого документа MathCAD матиме такий вигляд:

$$O := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad w := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \theta := 1 \quad \text{Задаються початкові умови.}$$

$$net := \sum_{i=0}^2 w_i \cdot O_i + \theta \quad \text{Визначається сума вхідних сигналів і додається вага зсуву.}$$

$$net = 4$$

$$f(x) := x$$

Виводиться на результат підсумовування. Визначається функція виходу. Назвемо її лінійною.

$$Out := f(net),$$

$$Out = 4.$$

Реалізується друге рівняння з системи (3.8.1) і одержуємо результат.

### Модельовання логічних функцій

Нейрон з пороговою передавальною функцією може моделювати різні логічні функції. На рис. 3.8.7 показано, яким чином можна, задавши ваги вхідних сигналів і поріг чутливості, змусити нейрон виконувати кон'юнкцію (логічне “І”), диз'юнкцію (логічне “АБО”) над вхідними сигналами і його логічне заперечення (логічне “НІ”). Цих трьох операцій досить, щоб змоделювати будь-яку логічну функцію будь-якої кількості аргументів.

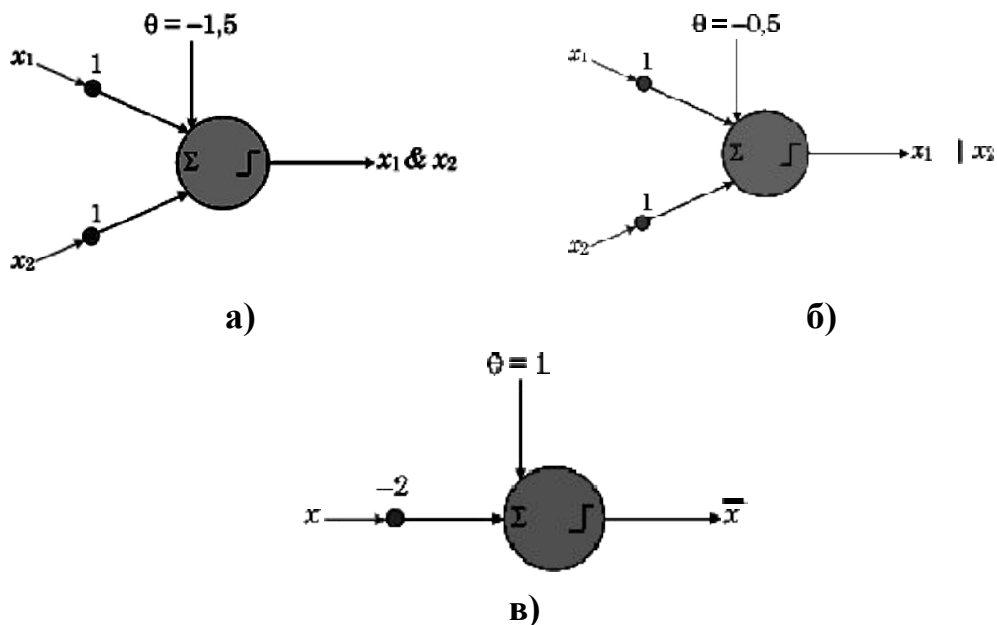


Рис. 3.8.7. Модельовання логічних функцій за допомогою штучного нейрона: а – логічне “І”, б – логічне “АБО”, в – логічне “НІ”

Щоб реалізувати логічні функції на основі коду, описаного вище, необхідно змінити розмірність матриць  $O$  і  $w$ . Також необхідно замість лінійної функції  $f(x) = x$  використовувати іншу функцію – крокову.

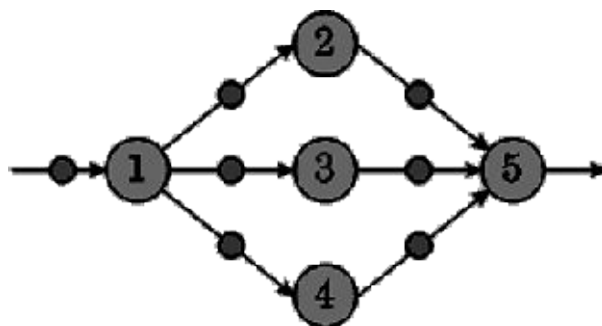
У системі MathCAD крокова функція називається *headviside step*. Ця функція повертає значення 1, якщо  $x$  більше або дорівнює нулю, і значення 0, якщо  $x$  менше нуля. Її можна викликати за допомогою команди меню *Insert / Function / Piecewise Continuous* або за допомогою грецької букви  $\Phi$  (фе):

$$f(x) := \Phi(x).$$

Далі, експериментуючи з різними значеннями вхідних сигналів, можна пересвідчитись у коректному виконанні штучними нейронами логічних функцій.

### **Модельовання простої нейромережі**

Створимо модель простої нейромережі, на вхідному шарі якої буде один елемент, на прихованому – три елементи, на вихідному – один. Така мережа виглядатиме так, як це зображено на рис. 3.8.8.



**Рис. 3.8.8. Нейромережа з одним входом, одним виходом і трьома елементами в прихованому шарі**

Щоб не створювати новий код, можна модифікувати код, створений на попередньому етапі, і внести до нього ряд змін.

По-перше, тепер замість одновимірної матриці  $O$  з трьома елементами і сигналу *Out* у нас повинні бути представлені сигнали:

- вхідний сигнал на нейрон № 1;
- вихідний сигнал з нейрона № 1;
- вихідні сигнали з нейронів № 2, 3, 4;
- вихідний сигнал з нейрона № 5.

Сигнали, посилені (або послаблені) ваговим коефіцієнтом, самі по собі інтересу не становлять, оскільки є аналітичними в першому рівнянні системи (3.8.1). Це означає, що їм не слід присвоювати окремого позначення.

Вхідний сигнал на нейромережі (на нейрон № 1) позначимо змінною  $In$ .

Вихідні сигнали з елементів нейромережі № 1-5 представимо в трьох змінних, відповідних шарам. Змінна  $O1$  відповідатиме виходу з вхідного шару (з елемента № 1); матриця з трьох елементів  $O2$  відповідатиме виходу з прихованого шару (з елементів № 2, 3, 4). Останнє число  $O3$  позначатиме вихід з нейромережі (з елемента № 5).

Сигнали зсуву  $\theta$  представимо у вигляді масиву з трьох елементів, оскільки вони задаються не для кожного нейрона, а для кожного шару.

Вагові коефіцієнти подамо у вигляді матриці  $w$  2x3 елемента, де перший стовпець відображатиме коефіцієнти між вхідним і прихованим шарами, а другий стовпець – коефіцієнти між прихованим і вихідним шарами. Ваговий коефіцієнт на вході нейрона № 1 позначимо через змінну  $w1$ . Відразу слід визначити і функцію виходу. Слід зазначити, що змінні  $O1$ ,  $O2$ ,  $O3$  не є початковою умовою. Навпаки, це вихідні сигнали, які розраховуються в процесі виконання програми.

Отже, початкові умови в MathCAD можна описати таким чином:

$$In := 1 \quad w1 := 1 \quad f(x) := x$$

$$\theta := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad w := \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Визначимо вихід з першого нейрона, скориставшись системою рівнянь (3.8.2):

$$net1_0 := w1 \cdot In + \theta_0 \quad O1 := f(net1_0). \quad (3.8.2)$$

Знаючи вихід з вхідного шару, тепер можна визначити вихідні сигнали з нейронів прихованого шару. Потрібно визначити три сигнали – виходи з нейронів № 2, 3, 4. Значення цих сигналів знаходяться в матриці  $O2$ , що складається з трьох елементів. Заповнимо матрицю, змінюючи значення змінної  $i$  від нуля до двох.

$$i := 0..2$$

$$net2_i := w_{i,0} \cdot O1 + \theta_1 \quad O2 := f(net2).$$

Визначимо вихідний сигнал вихідного елемента.

$$net3 := \sum_{i=1}^2 w_{i,1} \cdot O2_i + \theta_2 \quad O3 := f(net3).$$

Варіюючи початкові умови, можна побачити, як змінюватимуться вихідні сигнали з нейромережі.

Спробуйте:

- змінити значення вхідного сигналу  $In$ ;
- змінити ваговий коефіцієнт  $w_1$ ;
- задати нові значення коефіцієнтів матриці  $w$ ;
- задати нові значення коефіцієнтів зсуву  $\theta$ ;
- задати іншу функцію виходу.

### Навчання мережі за алгоритмом зворотного розповсюдження

Алгоритм зворотного розповсюдження – *backpropagation algorithm* – ґрунтується на багатошаровій нейронній мережі. У ньому використовується не менше трьох шарів нейронів. Для спрощення розглядатимемо якраз тришарові мережі, які складаються з вхідного, прихованого і вихідного шарів (рис. 3.8.9).

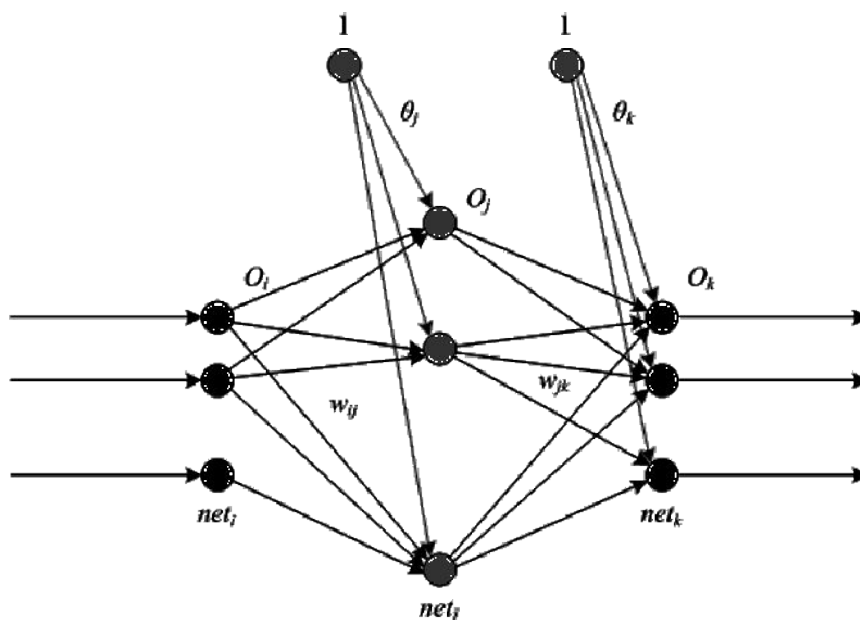


Рис. 3.8.9. Схема тришарової нейромережі

Таким чином, на вихідному шарі:

$$\begin{cases} net_k = \sum_j w_{jk} O_j + \theta_k \\ O_k = f(net_k) \end{cases}$$

на прихованому шарі:

$$\begin{cases} net_j = \sum_i w_{ij} O_i + \theta_j \\ O_j = f(net_j) \end{cases}$$

де  $f(x) = sigmoid(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$ .

Процедура навчання мережі включає формування набору пар вхідних і вихідних образів. Тобто потрібно “вказати” нейромережі, який сигнал слід очікувати на виході мережі у тому випадку, коли на вхід подано певну комбінацію сигналів. Спочатку нейронна мережа на основі вхідного образу створює власний вихідний образ, а потім порівнює його з цільовим вихідним чином. Якщо відмінностей між фактичним і цільовим образами немає, то навчання не відбувається. Інакше кажучи, ваги зв’язків змінюються таким чином, щоб відмінність між сигналами зменшилася. Мірою відмінності при цьому є *функція квадратичної помилки*, що задається таким чином:

$$E = \sum_p E_p = \frac{1}{2} \sum_k (\tau_{kp} - O_{kp})^2,$$

де  $\tau_{kp}$  – бажаний вхід для  $k$ -ї компоненти  $p$ -го вихідного образу,  
 $O_{kp}$  – відповідний фактичний вихід.

Таким чином,  $E_p$  – міра помилки вхід-вихід для  $p$ -го образу, а  $E$  – загальна міра помилки. Завдання алгоритму – добитися мінімуму цієї помилки, управляючи ваговими коефіцієнтами. Алгоритм визначення міри відмінності може бути поданий у вигляді таких кроків.

**Крок 1.** Присвоїти початкові значення величинам:

$$w_{ij}, w_{ik}, \theta_j, \theta_k, \eta, \alpha.$$

$\eta$  – швидкість навчання. Ця константа є коефіцієнтом пропорційності між зміною ваги зв’язку й градієнтом помилки  $E$  щодо ваги. Чим більша ця константа, тим більші зміни у вагах зв’язків.

$\alpha$  – константа, що визначає вплив попередньої зміни вагів на поточний напрям руху в просторі вагів зв’язків. Рекомендується використовувати величину альфа, приблизно рівну 0,9.

**Крок 2.** Подати на нейронну мережу вхідний сигнал. Задати відповідний йому бажаний вихід, обчислити  $O_k$  і  $\delta_k$  за формулою:

$$\delta_k = O_k(1 - O_k)(\tau_k - O_k).$$

$\delta_k$  – величина узагальненого сигналу помилки, що задається співвідношенням:

$$\delta_k = -\frac{\partial E_p}{\partial net_k}.$$

**Крок 3.** Змінити ваги зв'язків на величину:

$$\Delta w_{jk}(t+1) = \eta \delta_k O_j + \alpha \Delta w_{jk}(t).$$

**Крок 4.** Обчислити  $\delta_j$  за формулою:

$$\delta_j = O_j(1 - O_j) \sum_k \delta_k w_{jk}.$$

**Крок 5.** Змінити ваги зв'язків на величину:

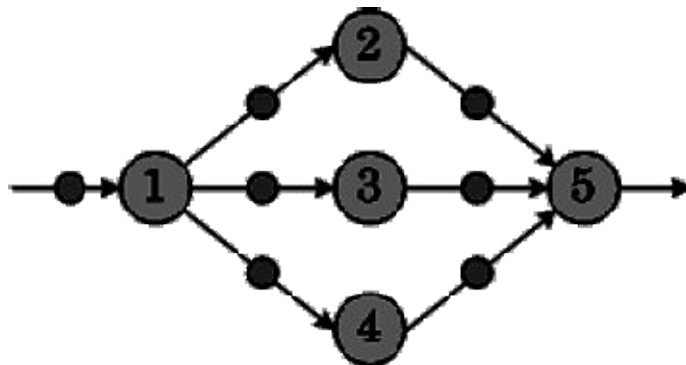
$$\Delta w_{ij}(t+1) = \eta \delta_j O_i + \alpha \Delta w_{ij}(t).$$

**Крок 6.** Збільшити параметр  $t$  на одиницю і перейти до кроку 2.

### **Приклад навчання неймережі в системі MathCAD**

Змоделюємо в середовищі MathCAD нейронну мережу з даними параметрами (рис. 3.8.10):

- кількість шарів – 3;
- кількість входів – 1;
- кількість виходів – 1;
- кількість нейронів у прихованому шарі – 3.



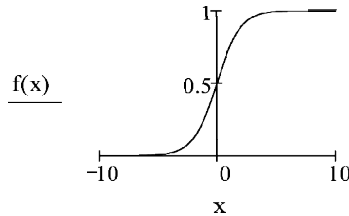
**Рис. 3.8.10. Неймережа з одним входом, одним виходом і трьома елементами в прихованому шарі**

Задаємо початкові значення  $w_{ij}$ ,  $w_{ik}$ ,  $\theta_j$ ,  $\theta_k$  (рис. 3.8.11, частина 1) і обчислюємо значення вихідних сигналів з нейронів (рис. 3.8.11, частина 2).

### 1) Визначення початкових параметрів

$$I_{in} := 1 \quad \theta_0 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad j := 0..2 \quad k := 0..1$$

$$W_{ij} := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad W_{jk} := \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \quad f(x) := \frac{1}{1 + e^{-x}}$$



### 2) Обчислення вихідних сигналів з нейронів

$$O_i := I_{in} \quad net_j := W_{ij} \cdot O_i + \theta_0 \quad O_j := f(net_j)$$

$$net_k := \sum_{j=0}^2 (W_{jk,j,k} \cdot O_j) + \theta_1 \quad O_k := f(net_k)$$

2	0.881
2	0.881
2	0.881

3.642	0.974
3.642	0.974

**Рис. 3.8.11. Реалізація та навчання нейромережі з одним входом, одним виходом і трьома елементами в прихованому шарі у MathCAD**

Далі слід повторити процедуру навчання кілька разів. Для цього слід скористатися стандартними циклічними процедурами MathCAD.

## ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

### Завдання 8.1. Моделювання нейромережі

- 8.1.1. Реалізувати та зберегти в окремому файлі логічні функції, на основі яких моделюється робота нейрона.
- 8.1.2. Сформулювати математичний опис нейрона в середовищі MathCAD.
- 8.1.3. Промоделювати за допомогою штучного нейрона логічні функції “Г” і “АБО”.
- 8.1.4. В окремому файлі змоделювати роботу нейромережі, описаної у розділі “Моделювання простої нейромережі”, а також розрахунки при різних початкових значеннях.
- 8.1.5. Виконати математичний опис простої нейромережі в середовищі MathCAD.
- 8.1.6. Побудувати в середовищі MathCAD штучну нейромережу з двома прихованими шарами, а також нейромережу із заданою логікою роботи.



Завдання полягає в тому, щоб продумати і змодельовати нейронну мережу, яка має два приховані шари, а до вихідного сигналу застосовується логіка (також побудована на нейромережі). Відповідно до варіанта завдання вам належить змодельовати нейронну мережу з  $k$  вхідними сигналами та з  $l$  і  $m$  сигналами в прихованому шарі, і з  $n$  вихідних сигналів, із заданою функцією виходу, а також логічну функцію (табл. 3.8.1).

Варіанти завдань наведені в таблиці 3.8.1.

Таблиця 3.8.1

**Початкові дані для завдання 1**

Варіант	Кількість елементів у шарі				Функція виходу*	Логічна функція**
	вхідний ( $k$ )	прихований № 1 ( $l$ )	прихований № 2 ( $m$ )	вихідний ( $n$ )		
1	1	2	3	2	Знакова	$x_1 \parallel x_2$
2	2	2	3	2	Лінійна	$\overline{x_1 \& x_2}$
3	1	3	2	1	Сигмоїдна	$\bar{x}$
4	2	3	2	2	Порогова	$x_1 \& x_2$
5	1	4	3	1	Знакова	$\bar{x}$
6	2	2	3	3	Лінійна	$\overline{x_1 \& x_2 \parallel x_3}$
7	1	3	2	2	Порогова	$x_1 \& x_2$
8	1	2	3	2	Знакова	$x_1 \& x_2$
9	2	3	3	2	Лінійна	$\overline{\overline{x_1 \& x_2}}$
10	1	2	4	2	Лінійна	$x_1 \parallel x_2$
11	2	3	3	1	Сигмоїдна	$\bar{x}$
12	2	2	3	3	Знакова	$x_1 \parallel x_2 \parallel x_3$
13	2	4	3	1	Знакова	$\bar{x}$
14	1	3	2	2	Сигмоїдна	$\overline{x_1 \parallel x_2}$
15	1	2	3	2	Сигмоїдна	$x_1 \& x_2$
16	2	2	3	3	Знакова	$x_1 \parallel x_2 \& x_3$

\*Вказана необхідна функція виходу для вхідного і прихованих шарів. Для вихідного шару слід застосовувати *порогову* функцію виходу.

\*\*Слід пам'ятати, що мультиплікативні операції (І) виконуються перед адитивними (АБО).

**Завдання 8.2. Навчання нейромережі для управління конкретним об'єктом**

- 8.2.1. Побудувати в середовищі MathCAD штучну нейромережу з одним прихованим шаром. Конфігурацію мережі взяти з варіанта завдання 1.
- 8.2.2. Реалізувати алгоритм зворотного розповсюдження помилки для побудованої нейромережі. Кількість кроків навчання – 8.
- 8.2.3. Навчити нейромережу для управління конкретним об'єктом. Об'єкт та початкові дані для навчання визначити самостійно.

**ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ**

1. Назвіть складові частини біологічного нейрона.
2. Для чого в штучному нейроні передбачена функція виходу?
3. Що являє собою сигмоїдна функція?
4. Дайте характеристику математичної моделі штучного нейрона.
5. Назвіть основну відмінність штучного нейрона від біологічного. Скільки прихованих шарів може бути в штучній нейромережі?
6. Чи можна застосувати логіку до виходів нейромережі, якщо вони утворені лінійною функцією виходу?
7. Охарактеризуйте структуру та поясніть призначення компонентів нейронної мережі.

*Література: 6; 10; 11; 13-15; 21; 24; 25; 28-30.*

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9**

**Нейромережне прогнозування економічних показників**

*Мета:* дослідження та моделювання нейронних мереж засобами пакета Statistica.

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

Нейронним мережам і прогнозуванню на їх основі присвячена значна кількість статей, наукових робіт і монографій. Тому в даній роботі теоретичні основи побудови нейронних мереж не розглядаються, а основна увага зосереджена на практичній реалізації нейромережного прогнозування. Модуль *Neural Networks* пакета *Statistica* обрано не випадково, оскільки він дозволяє моделювати різні типи мереж, використовувати декілька алгоритмів їх навчання та інше. Слід відмітити, що фірма StatSoft реалізувала даний пакет як окремий додаток, але, починаючи з версії пакета Statistica 6.1, цей модуль інтегровано в оболонку самого пакета.

## Основні можливості модуля *Statistica Neural Networks*

У пакеті *ST Neural Network* навчальні дані зберігаються у вигляді набору (*Data Set*), що являє собою деяку кількість спостережень, для кожного з яких задані значення декількох вхідних і вихідних змінних. Як правило, дані беруться з якогось зовнішнього джерела (наприклад, системи *STATISTICA* або електронної таблиці). Для роботи, наприклад, ми скористаємось даними, що зберігаються у файлі *Series\_g.sta*.

Після запуску модуля *ST Neural Networks* (*Statistics > Neural Networks*) автоматично відкриває діалогове вікно, в якому на вкладках слід встановити спосіб створення мережі (вручну або за допомогою майстра) та призначення роботи мережі – група опцій *Problem Type* (вкладка *Quick*, рис. 3.9.1):

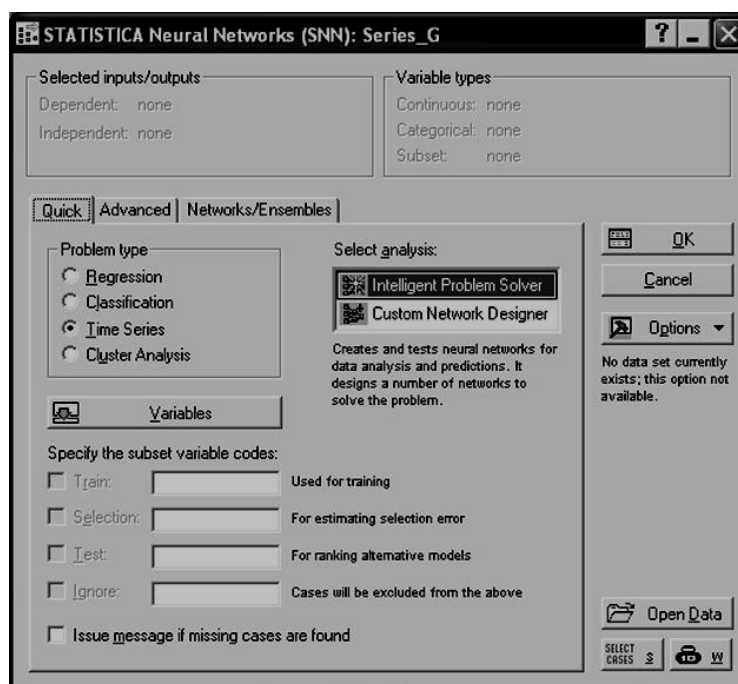


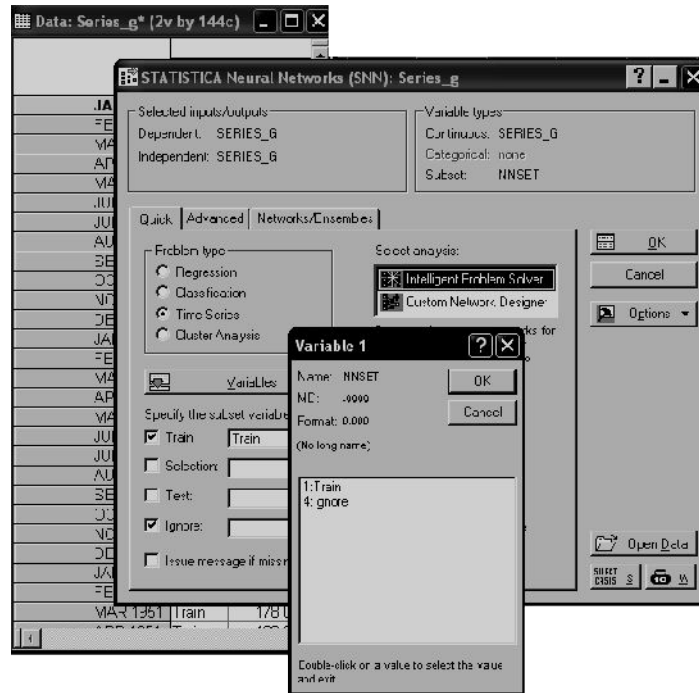
Рис. 3.9.1. Редактор даних для створення нейронної мережі

Початкові дані – це таблиця, що містить всі записи набору даних. Кожному спостереженню відповідає один рядок таблиці. Додавання нових спостережень і редагування вже наявних даних здійснюється звичайним для таблиці способом.

Щоб визначити тип змінної – *Вхідна – Input*, *Вихідна – Output*, *Вхідна/Вихідна – Input/Output* або *Ignored* (така, що не враховується), слід натиснути на кнопку *Variables* і вибрати змінну, клацнувши на мітці відповідного стовпця.

Іноколи змінна може складатися з декількох підмножин. Щоб задати тип підмножини *Навчальне – Training*, *Контрольна – Selection*, *Тестова – Test* або така, що не враховується – *Ignored*, у вікні вибору

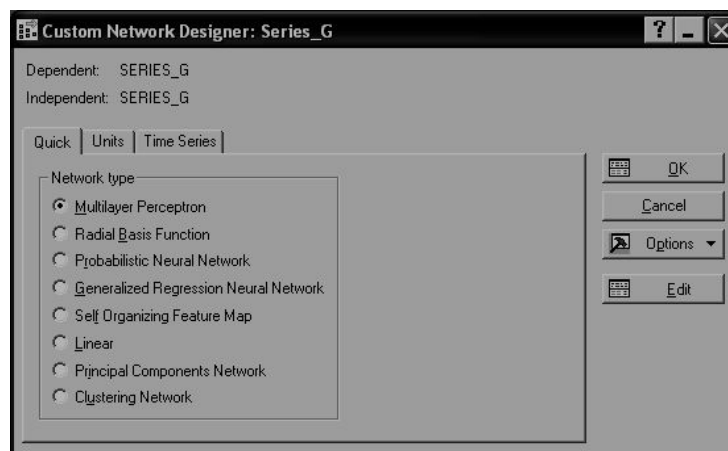
змінних слід вказати тип для такої змінної Subset Variables, а потім на вкладці встановлення швидких опцій моделі подвійним клацанням у полі підмножини вказати код (значення) відповідної підмножини (рис. 3.9.2).



**Рис. 3.9.2. Визначення підмножин вибірок з ряду даних**

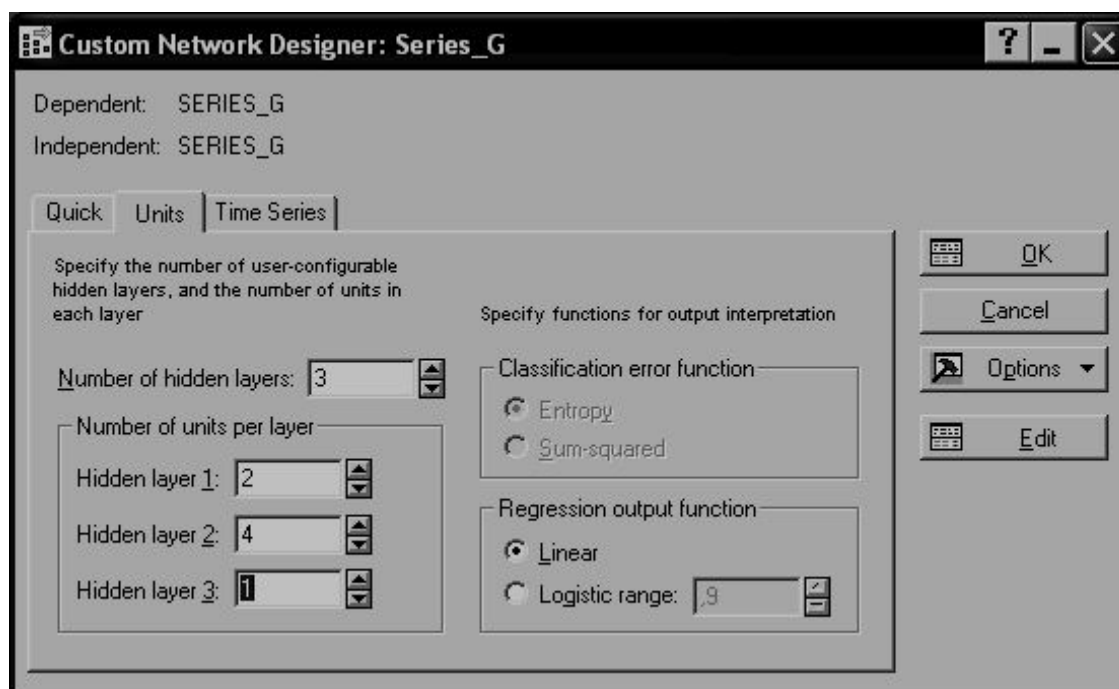
Створити нову мережу в пакеті *ST Neural Networks* можна або за допомогою майстра, або вручну. Розглянемо основні етапи створення мережі за вказівкою користувача (Custom Network Designer).

1. Після встановлення вхідних і вихідних змінних (у нашому випадку дані є одночасно вхідними та вихідними) і натиснення на кнопку ОК визначається тип мережі (рис. 3.9.3). Тип *Багатошаровий перцептрон* – *Multilayer Perceptron* пропонується за умовчанням.



**Рис. 3.9.3. Визначення типу нейронної мережі**

2. Якщо у моделі розглядається декілька змінних, на цьому кроці програма проведе аналіз і запропонує перелік змінних, що найбільше впливають на результат. При роботі з майстром планування мережі програма *ST Neural Networks* встановить параметри за замовчуванням для пре/пост-процесування і конфігурацій мережі, виходячи з типу змінних, складу початкових даних. У цьому діалоговому вікні можна задати і деякі інші параметри, зокрема параметри часового ряду (*Time Series*), параметри перетворення і підстановки пропущених значень при пре/пост – процесуванні, а також кількість і ширину шарів мережі (рис. 3.9.4).



**Рис. 3.9.4. Встановлення конфігурації мережі**

### ***Навчання мережі***

Наступний крок після завдання набору даних і побудови відповідної мережі – це навчання. У пакеті *ST Neural Networks* реалізовані основні алгоритми навчання багатошарових персептронів: методи зворотного розповсюдження, зв'язаних градієнтів і Льовенберга-Маркара.

*Метод зворотного розповсюдження.* Алгоритм зворотного розповсюдження послідовно навчає мережу на даних з навчальної множини. На кожній ітерації всі спостереження з навчальної множини (в даному випадку воно збігається з набором даних) по черзі подаються на вхід мережі. Мережа обробляє їх і видає вихідні значення.

Ці вихідні значення порівнюються з цільовими вихідними значеннями, які також містяться в наборі початкових даних, і помилка,

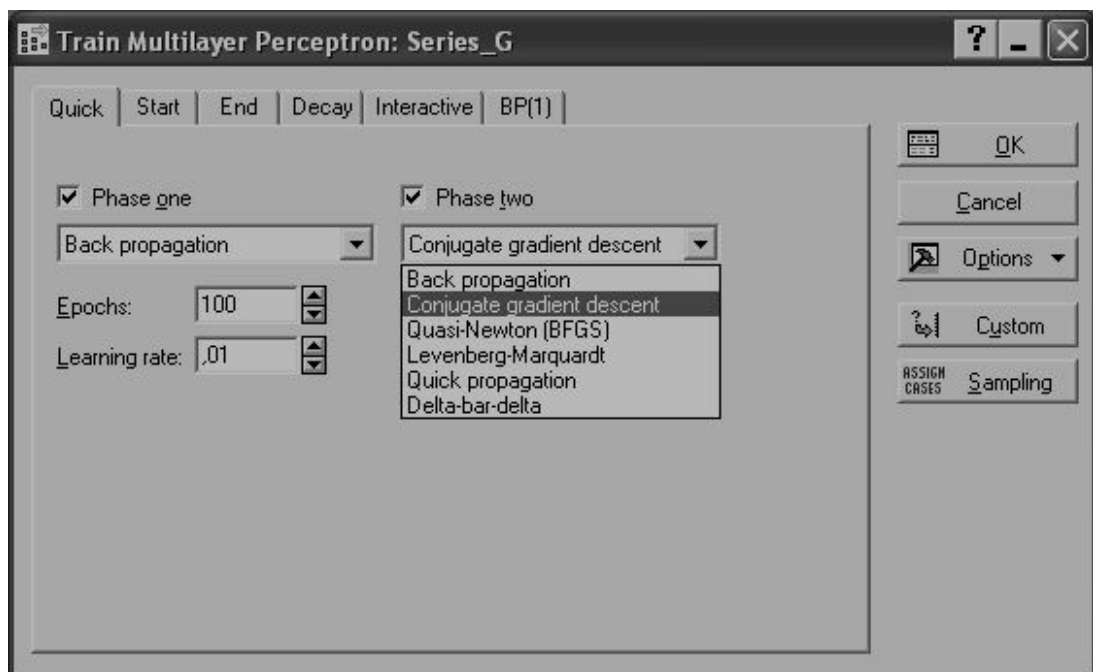
тобто різниця між бажаним і реальним виходом використовується для коректування вагів мережі так, щоб зменшити цю помилку.

Алгоритм повинен знаходити компроміс між різними спостереженнями і міняти ваги так, щоб зменшити сумарну помилку на всій навчальній множині, оскільки алгоритм обробляє спостереження по-одиноці, загальна помилка на окремих кроках обов'язково убуватиме.

У пакеті *ST Neural Networks* відстежується загальна помилка мережі – на графіку, а також її помилки на окремих спостереженнях.

*Навчання методом зворотного розповсюдження.* Для встановлення опцій навчання мережі слід перейти з вікна Custom Network Designer (рис. 3.9.4) на наступний крок – кнопка ОК.

На вкладці швидких опцій задаються алгоритми навчання мережі, а на вкладці Interactive є можливість графічного відображення помилки у процесі навчання мережі.

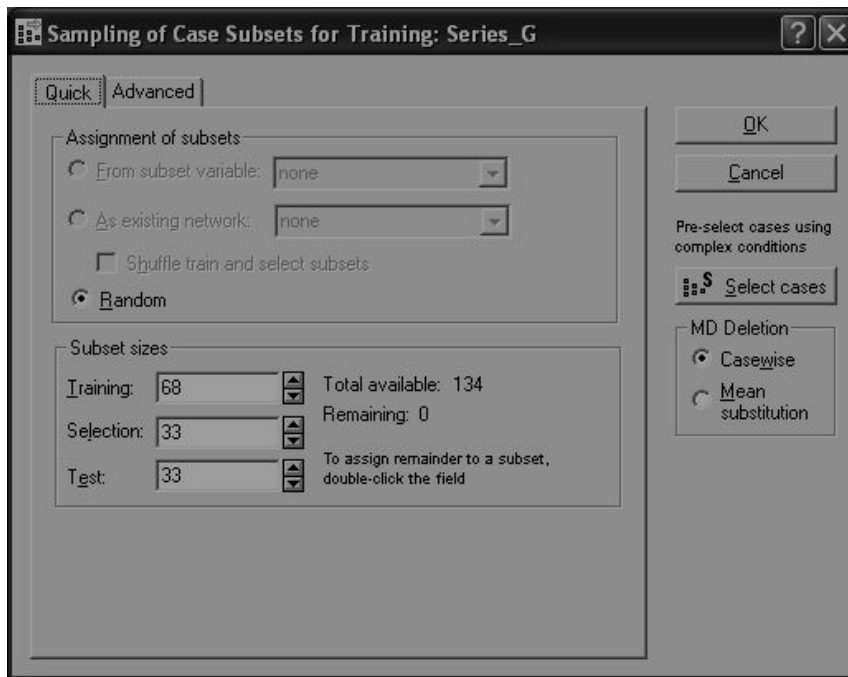


**Рис. 3.9.5. Вікно визначення обсягів вибірок**

При натисненні на кнопку Sampling (рис. 3.9.5) відкриється нове діалогове вікно, в якому користувач має змогу встановити обсяг навчальної та тестової вибірок (рис. 3.9.6). У нашому випадку для навчання обрано 68 із 134 спостережень, а для верифікації моделі – 33 спостереження.

### **Оптимізація навчання**

Режим роботи алгоритму зворотного розповсюдження залежить від ряду параметрів, більшість з яких зібрана в діалоговому вікні “Зворотне розповсюдження” – *Back Propagation* (див. рис. 3.9.5).



**Рис. 3.9.6.** Вікно з визначеними параметрами для аналізу

*Епохи – Epochs.* Задає число епох навчання, які проходять при одному навчанні мережі. Значення за умовчанням 100 цілком прийнятно.

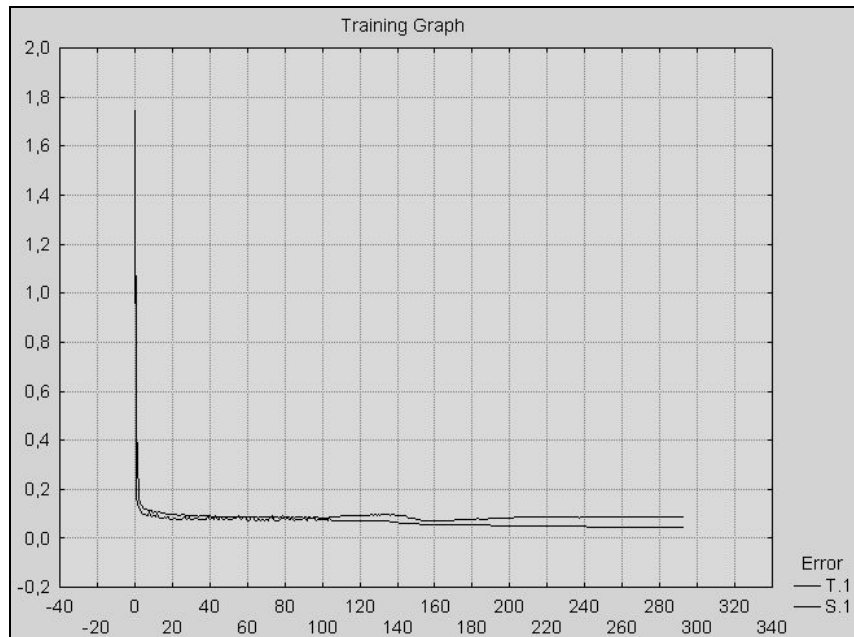
*Швидкість навчання – Learning rate.* При збільшенні швидкості навчання алгоритм працює швидше, але в деяких завданнях це може призвести до нестійкості.

Додаткові опції навчання встановлюються на вкладці BP(1).

*Інерція – Momentum.* Цей параметр покращує (прискорює) навчання в ситуаціях, коли помилка незначно змінюється, а також додає алгоритму додаткову стійкість. Значення цього параметра завжди повинне лежати в інтервалі (0; 1). Часто рекомендується використовувати високу швидкість навчання у поєднанні з невеликим коефіцієнтом інерції і навпаки.

*Перемішувати спостереження – Shuffle Cases.* При використанні цієї функції порядок, в якому спостереження подаються на вхід мережі, змінюється в кожній новій епосі. Це додає в навчання деякий шум, так що помилка може випробовувати невеликі коливання. Проте при цьому менша ймовірність того, що алгоритм не спрацює, і загальні показники його роботи зазвичай поліпшуються.

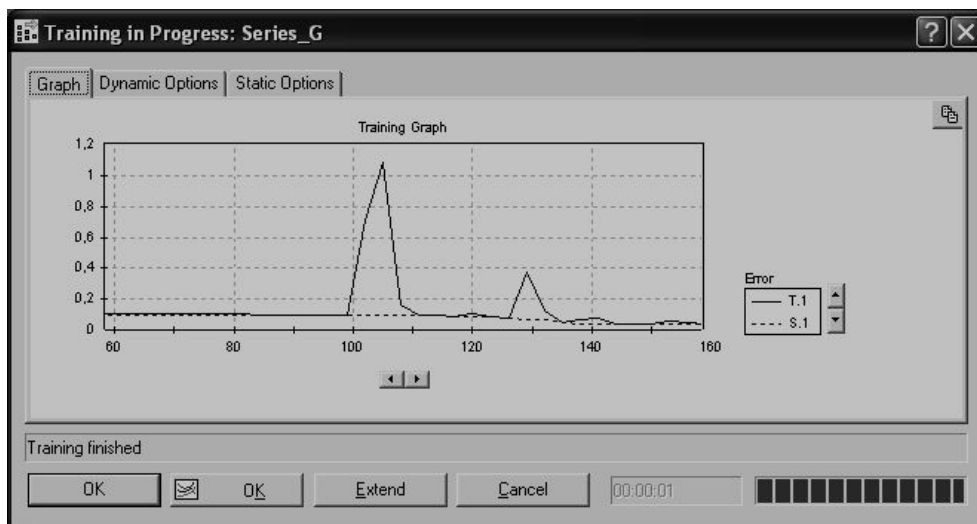
Якщо ви хочете порівняти результати роботи алгоритму в різних варіантах, скористайтеся опцією *Переустановити – Reinitialize* вкладки Start діалогового вікна, показаного на рис. 3.9.5. У результаті ваги мережі знов будуть встановлені випадково для початку наступного сеансу навчання. Якщо тепер після кнопки *Переустановити – Reinitialize* натиснути кнопку *Навчити – Train*, на графіку з'явиться нова лінія.



**Рис. 3.9.7. Графік навчання нейронної мережі**

### ***Помилки для окремих спостережень***

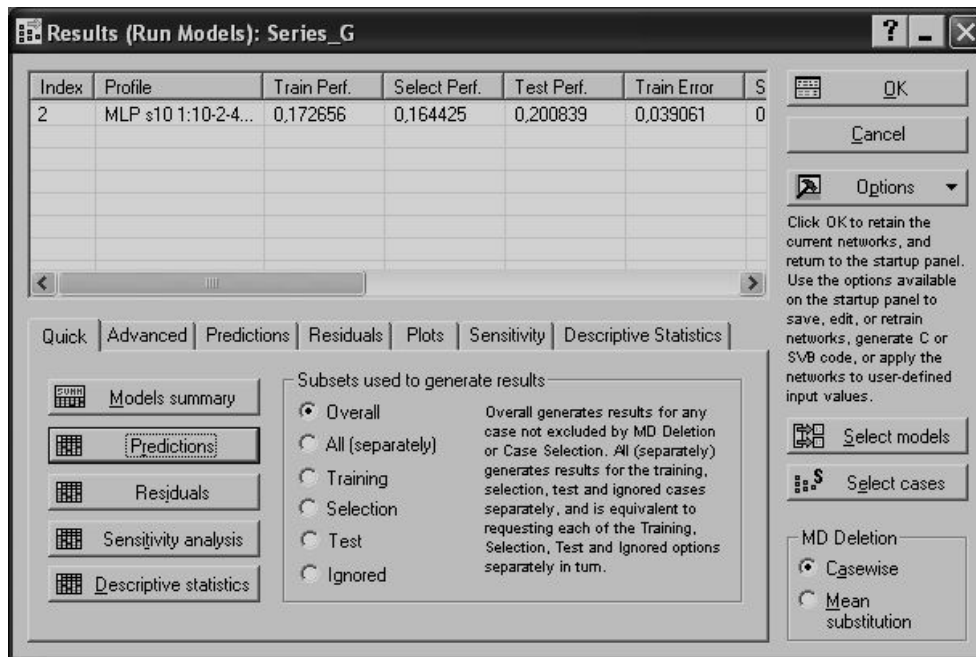
У вікні *Графік навчання – Trainig Graph* виводиться сумарна помилка мережі. Після визначення всіх опцій навчання мережі її навчання можна запустити на виконання – кнопка ОК. Після завершення цього процесу буде показано вікно з графіком помилок – рис. 3.9.8.



**Рис. 3.9.8. Динаміка навчання нейронної мережі**

Натиснення на кнопку ОК у цьому вікні дозволяє перейти до вікна результатів моделювання. Це вікно (рис. 3.9.9) має декілька вкладок, встановлюючи різні опції на яких можна проглянути результати моделі.





**Рис. 3.9.9. Вікно результатів побудови нейронної мережі**

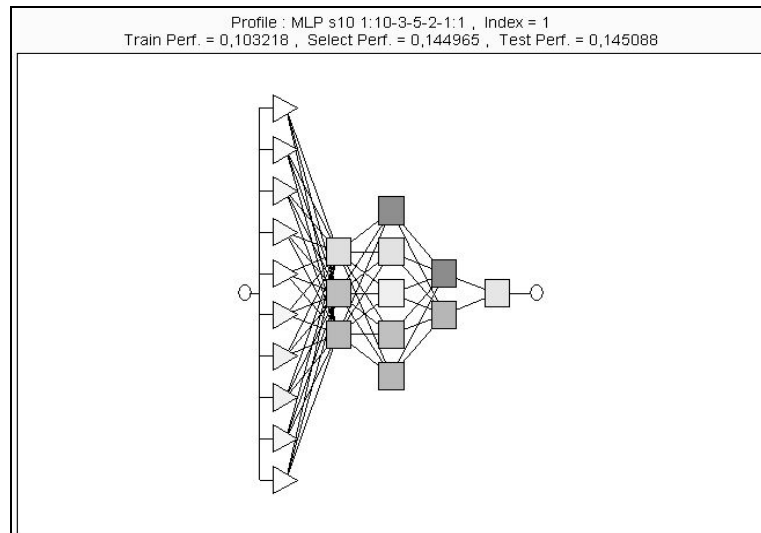
Слід відзначити, що якщо моделюється мережа різних конфігурацій, їх перелік наводиться в інформаційній частині вікна результатів моделювання. Вибираючи ту чи іншу конфігурацію, можна порівнювати результати роботи різних нейронних мереж. У списку приводиться і якість мереж – показник *Train Error*.

У пакеті *ST Neural Networks* це можна зробити в декількох варіантах:

- на поточному наборі даних – в цілому або на окремих спостереженнях;
- на іншому наборі даних – в цілому або на окремих спостереженнях (такий набір даних вже може не містити вихідних значень і призначатися лише для тестування);
- на одному конкретному спостереженні, для якого значення змінних введені користувачем, а не взяті з якогось файлу даних, з іншого – застосування за допомогою інтерфейсу SNN API.

Зупинимось на призначенні основних вкладок вікна результатів моделювання:

- *Quick* – отримання основних табличних результатів роботи мережі;
- *Advanced* – отримання результатів для окремих спостережень, а також перегляд конфігурації мережі (наприклад, як на рис. 3.9.10, опція на вкладці – *Network Illustration*);
- *Predictions* – перегляд обчислених мережею результатів;
- *Residuals* – залишки між фактичними та прогнозованими значеннями.



**Рис. 3.9.10. Конфігурація змодельованої нейронної мережі**

### ***Регресійний аналіз даних***

Розглянемо розв’язок задачі загальної нелінійної регресії, в якій незалежними змінними є як безперервні змінні, так і категоріальні (рівні чинників). Розглядається реальний фізичний процес, який, на думку експертів, досить добре описується п’ятьма змінними у вигляді:

$$z = f(x, y, factor1, factor2),$$

де  $z$  – залежна змінна, показник виходу процесу;

$x$  – перша безперервна незалежна змінна;

$y$  – друга безперервна незалежна змінна;

$factor1$  – перший незалежний чинник, що приймає два значення  $m$  і  $s$ ;

$factor2$  – другий незалежний чинник, що набуває два значення  $l$  і  $d$ .

Початкові дані збережені в таблиці системи STATISTICA. Вигляд такої таблиці даних показано на рис. 3.9.11.

Data: NiceDat* (10v * 200c)					
Данные по реальному физическому процессу					
	1	2	3	4	5
	X	Y	Factor1	Factor2	Z
1	33.75958	40.2234	m	l	1357.921
2	67.40318	53.43791	m	l	3601.639
3	84.7438	4.086428	m	d	-0.49068
4	95.52904	53.16935	s	l	148.8916
5	84.3379	14.12091	s	l	98.31806
6	33.91217	2.569658	m	l	87.4407
7	2.444533	14.72823	s	d	0.061378
8	90.99399	70.47945	m	d	0.076019
9	83.3491	10.57772	s	l	93.15478
10	71.79174	55.54979	s	d	-0.08583
11	93.82305	72.1305	m	d	-0.39306
12	97.56157	86.84347	m	l	8472.709
13	58.64742	21.05167	m	d	0.073404
14	49.04935	76.18641	m	d	0.234397

**Рис. 3.9.11. Таблиця початкових даних про процес**

Метою дослідження є побудова математичної моделі процесу на основі початкових даних, яка за заданими чотирма значеннями ( $x$ ,  $y$ ,  $factor1$ ,  $factor2$ ) дозволяла б отримати значення  $z$  з точністю не менше 5 %.

Для такої задачі можна було б спробувати вирішити завдання, скориставшись модулем *STATISTICA Nonlinear Estimation* – за допомогою реалізованих у модулі ітеративних процедур “знайти” вид функції. Однак у цій ситуації є ряд особливостей, які значно ускладнюють процедуру пошуку розв’язку. Найважливішою з них є формулювання гіпотези про вид залежності, що вивчається, яка зовсім не є очевидною. Для ілюстрації сказаного приведемо згладжену поверхню залежності  $z = f(x, y)$  для двох рівнів змінної  $factor1$ .

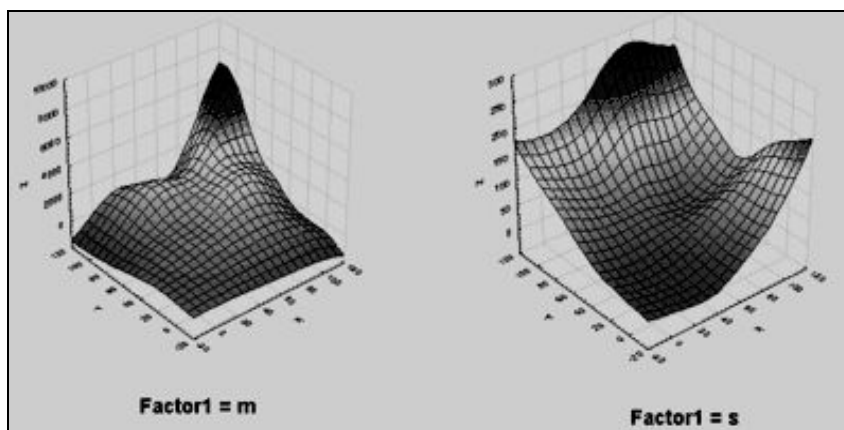


Рис. 3.9.12. Залежності  $z = f(x, y)$  для двох рівнів  $factor1$

За виглядом поверхні, зображеної на рис. 3.9.12, без додаткових досліджень про явну форму залежності сказати що-небудь складно. Тим більше, що ми не врахували дію ще одного чинника. Загалом розв’язання подібної задачі методами нелінійного оцінювання може не дати прийняттого результату. У таких критичних ситуаціях, коли відомо, що:

- залежність між змінними існує;
- залежність, безумовно, нелінійна;
- про явний вид залежності сказати що-небудь складно;
- допомагають нейромережні алгоритми.

Розглянемо алгоритм розв’язання даної задачі в модулі *STATISTICA Neural Networks*.

*Перший крок. Спроба вирішити завдання відразу.*

Дуже поширеною є така теза: “нейронні мережі є універсальною структурою, що дозволяє реалізувати будь-який алгоритм”. Спробуємо побудувати нейронну мережу, яка б “уловила” пропоновану залежність відразу. Тим більше що експерти, що спостерігають за цим процесом, впевнено стверджують, що залежність є. Здійснюватимемо

пошук мережі, на вхід якої подаються чотири чинники ( $x$ ,  $y$ ,  $factor1$ ,  $factor2$ ), а на виході знімаються значення  $z$ .

Одним із найважливіших питань є питання про структуру нейронної мережі, яка була б здатна до відтворення шуканої багатовимірної нелінійної залежності. Відомо, що будь-яка безперервна функція може бути апроксимована тришаровою нейронною мережею з одним прихованим шаром і алгоритмом зворотного розповсюдження помилки з будь-яким ступенем точності. Таким чином, у нашому випадку позитивним аспектом є знання того, що мережа повинна бути тришаровою, але знову-таки в розпорядженні немає правил, що встановлюють залежність між “будь-яким ступенем точності” і кількістю нейронів на проміжному (так званому прихованому) шарі.

Відзначимо, що універсальних правил, що свідчать про те, якої топології нейронної мережі варто дотримуватися для вирішення того або іншого завдання немає. Саме тому необхідна розумна процедура пошуку потрібної мережі.

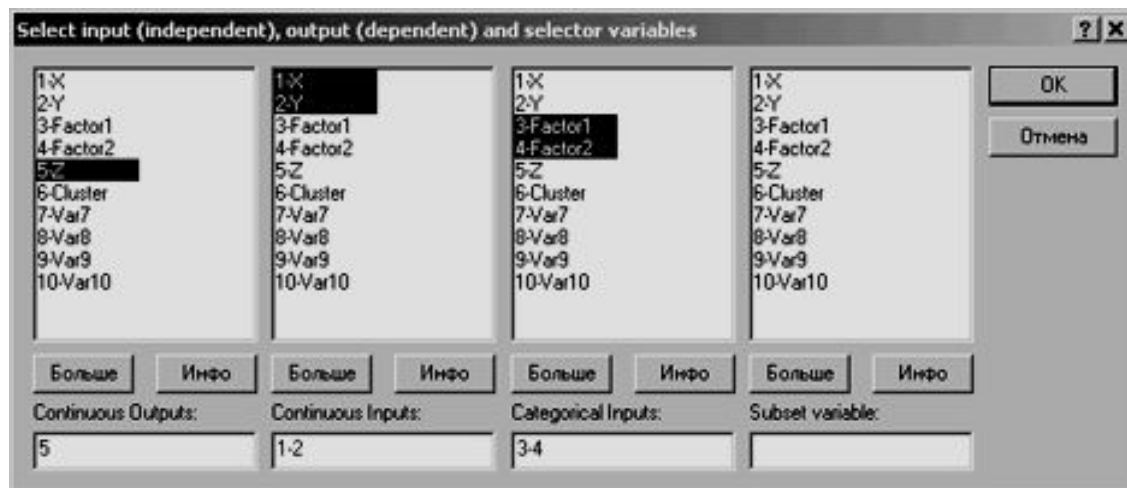
Модуль *Neural Networks* системи *STATISTICA* включає унікальну процедуру, що забезпечує пошук потрібної конфігурації мережі. Даний інструмент називається *Intelligent Problem Solver*. Скористаємося цим інструментом і здійснимо пошук нейронної мережі, яка буде здатна вирішити нашу задачу. Для запуску модуля *Neural Networks* скористаємося однойменною командою основного меню системи *STATISTICA* – *Statistics*. Дана команда зумовить виклик стартової панелі модуля *STATISTICA Neural Networks (SNN)* – рис. 3.9.1.

У вкладці *Quick – Швидкий* даного діалогового вікна доступні три, найбільш часто використовувані опції. У розділі *Problem Type – Клас завдань* пропонується здійснити вибір того класу завдань, з яким ми зіткнулися. Нашою метою є побудова багатовимірної залежності або, іншими словами, багатовимірної регресії. Значить, у розділі *Problem Type – Клас завдань* слід вказати *Regression – Регресія*. Відзначимо, що тут доступні й інші класи завдань *Classification – Класифікація*, *Time series – Прогнозування часових рядів* і *Cluster analysis – Кластерний аналіз*.

Визначившись із класом завдань, необхідно вказати змінні для проведення аналізу. Для того, щоб вибрати змінні, скористаємося кнопкою *Variables*. При натисненні даної кнопки з’являється діалогове вікно *Select input (independent), output (dependent) and selector variables – Вкажіть вхідні (незалежні), вихідні (залежні) і групуючі змінні*. У даному діалоговому вікні необхідно задати три списки змінних:

1. *Continuous outputs (вихідна змінна)* – це змінна  $z$ .
2. *Continuous inputs (вхідні змінні)* – це змінні  $x$  і  $y$ .
3. *Categorical inputs (категоріальні змінні)* – це змінні  $Factor1$  і  $Factor2$ .

Розділ *Subset variable – Розбиття на підмножини* є необов’язковим для заповнення. Він служить для вибору змінної, в якій містяться коди для розбиття даних на навчальну контрольну і тестову множини (рис. 3.9.13).



**Рис. 3.9.13. Вибір змінних для аналізу**

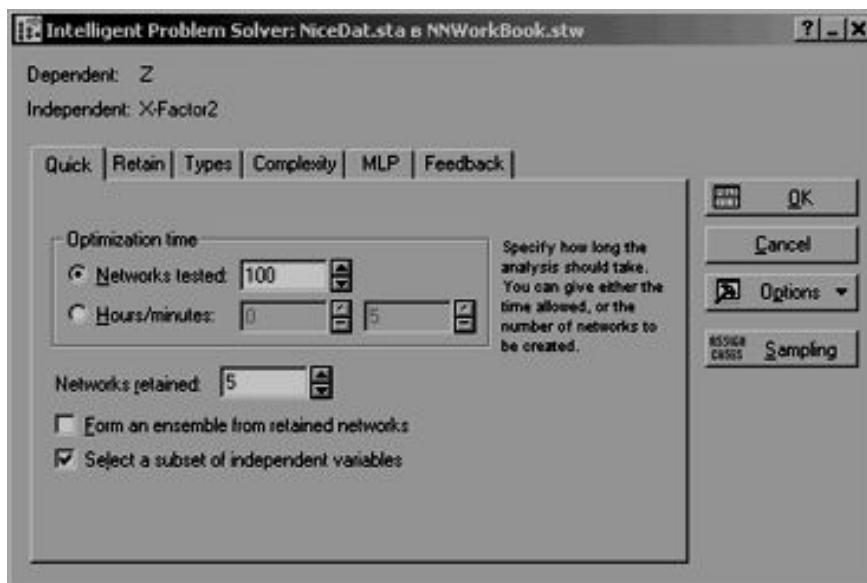
У розділі *Select analysis – Вибір аналізу* доступні дві опції: *Intelligent Problem Solver* і *Custom Network Designer*. На даному етапі нам потрібна перша опція, яка встановлюється за умовчанням. Всі необхідні нам параметри вибрані. Для продовження аналізу натиснемо кнопку ОК.

На наступному кроці з’являється діалогове вікно настройки процедури *Intelligent Problem Solver*. Це вікно містить велику кількість опцій, розподілених у різних вкладках. На даному етапі нам знадобиться вкладка *Quick – Швидкий* і її розділ *Optimization Time – Час оптимізації*.

Даний розділ містить групу опцій, що відповідають за час виконання алгоритму пошуку нейронної мережі. Є дві можливості:

- задати кількість мереж, які необхідно протестувати (з’ясувати, чи підходять вони для вирішення сформульованого завдання);
- самостійно задати час виконання алгоритму. Для цього необхідно скористатися опцією *Hours/Minutes – Годинник/Хвилина*.

Скористаємося першою опцією. У розділі *Optimization Time – Час оптимізації* в розділі *Networks tested – Кількість тестованих мереж* вкажемо 100. Решта всіх параметрів залишається незмінними (рис. 3.9.14).



**Рис. 3.9.14.** Встановлення кількості мереж для тестування

Для запуску процедури пошуку мереж натиснемо ОК.

Стан алгоритму пошуку відображається в діалоговому вікні *IPS Training In Progress – Процес пошуку мережі* (рис. 3.9.15).

	Profile	Train Perf.	Select Perf.	Test Perf.	Train Error	Select
5	Linear 3-3-1-1	0.811574	0.921526	0.735661	0.159584	0.100
6	MLP 4-4-4-1-1	0.157084	0.238466	0.144561	0.030894	0.025
7	MLP 4-4-9-1-1	0.021334	0.057142	0.026329	0.004195	0.006
8	RBF 4-4-9-1-1	0.424292	0.624343	0.404506	0.000252	0.000
9	RBF 4-4-11-1-1	0.271881	0.551811	0.258754	0.000162	0.000
10	RBF 4-4-12-1-1	0.362731	0.472499	0.317693	0.000216	0.000
11	RBF 4-4-12-1-1	0.203426	0.334556	0.180620	0.000121	0.000

**Рис. 3.9.15.** Процес пошуку конфігурації мережі

Під час роботи алгоритму пошуку відповідної нейронної мережі в цьому діалоговому вікні наводиться інформація про час виконання алгоритму, а також про розглянуті нейронні мережі. Мета алгоритму пошуку – перебір ряду нейромережних конфігурацій і вибір якнайкращої з погляду мінімуму помилки на виході мережі та максимуму її продуктивності. Відповідно для здійснення процедури порівняння мереж їх необхідно навчати, розраховувати їх помилки і продуктивності, а потім ці показники порівнювати. У результаті кожна навчена та

перевірена нейронна конфігурація описується рядком в інформаційному полі діалогового вікна. Найбільш важливими показниками тут є такі:

- Profile – *Тип мережі*;
- Train (*Select, Test*);
- Performance – *Продуктивність мережі на навчальній (контрольній, тестовій) множині*;
- Train Error – *Помилка навчання*.

У розділі *Profile – Тип мережі* описується топологія нейронної мережі, тобто клас мереж, до якого вона належить (персептрон, мережа RBF та ін.), кількість вхідних і вихідних змінних, кількість прихованих шарів і кількість елементів на кожному прихованому шарі. Для навчання алгоритм пошуку мережі розбиває (за умовчанням) всю множину спостережень на *Training – Навчальні, Selection – Контрольні і Test – Тестові* множини.

Кожна з цих множин виконує свою важливу функцію.

На *навчальній множині* відбувається безпосереднє навчання мережі, тобто зміна вагових коефіцієнтів кожного з нейронів пропорційна помилці на виході. Відповідно всі спостереження з цієї множини багато разів беруть участь у процедурі зміни вагових коефіцієнтів мережі, що навчається.

Спостереження контрольної множини в процедурі зміни вагів нейронів не беруть участь. Основна функція цих даних у постійному контролі здатності мережі до узагальнення даних, на яких вона не навчалася. Така процедура називається крос-перевіркою. На кожному кроці алгоритму навчання розраховується помилка для всього набору спостережень з контрольної множини і порівнюється з помилкою на навчальній множині. Природно, що ці помилки відрізнятимуться. Як правило, помилка на контрольній множині перевищує помилку на навчальній множині. Проте важливий не сам факт відмінності, а спостережувана тенденція помилок.

Дійсно, алгоритм навчання спрямований на мінімізацію помилки на виході мережі. Відповідно помилка на навчальній множині просто зобов'язана в середньому зменшуватися. Але ніхто не обіцяє зменшення помилки на перевірочній множині. Отже, якщо спостерігається зростання помилки на контрольній множині тоді, як вона зменшується на навчальній множині, то це свідчить про те, що мережа “виключила” всі надані їй спостереження і не здатна до узагальнення. Такий стан називається перенавчанням. Бажано уникати перенавчання. Алгоритм *Intelligent Problem Solver* самостійно відстежує перенавчання і при

завершенні навчання повертає мережу в якнайкращий стан (*Retain Best Network – Відновити якнайкращу мережу*).

Тестова множина не бере участі в навчанні взагалі. Вона використовується після завершення навчання для розрахунку продуктивності одержаної мережі і її помилки в даних, про які “їй взагалі нічого невідомо”. Гарною мережею можна вважати ту мережу, яка має незначну помилку на всіх трьох підмножинах.

Під продуктивністю мережі в завданні регресії мається на увазі відношення стандартного відхилення помилок мережі до стандартного відхилення початкових даних (*SD-ratio*). Емпіричне правило свідчить, що якщо *SD-ratio* не перевищує значення 0,2, мережа підібрана добре. Продуктивність розраховується для кожної з трьох підмножин. Бажано, щоб розкид значень продуктивності на кожній з підмножин був невеликим. Вікно результатів роботи наведено на рис. 3.9.16.

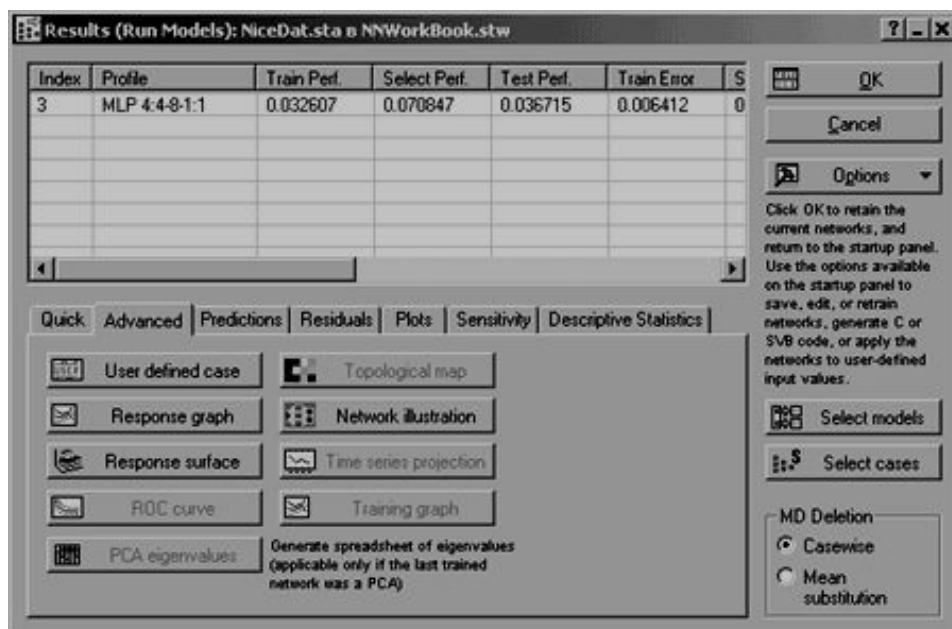
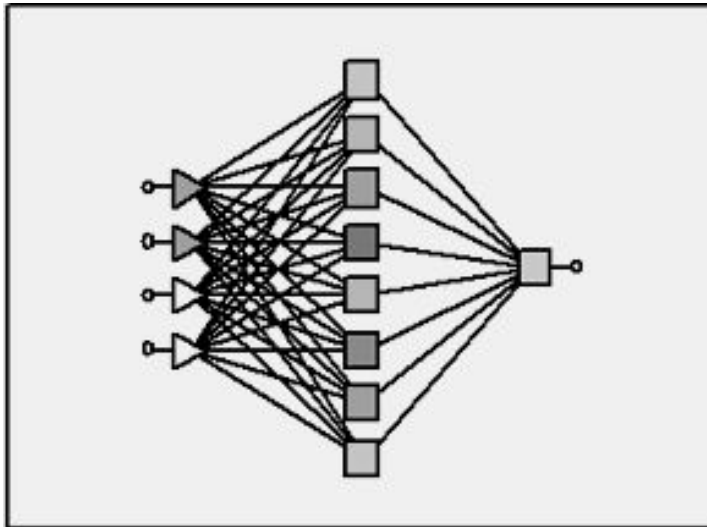


Рис. 3.9.16. Діалогове вікно результатів пошуку мережі

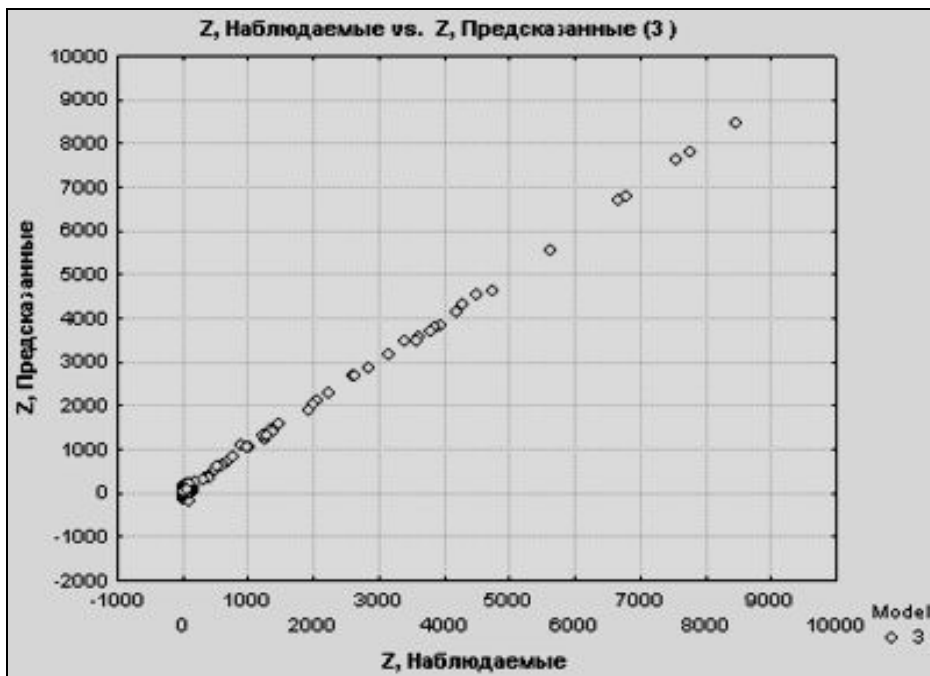
У результаті нами була відібрана мережа – тришаровий перцептрон з 8 нейронами на прихованому шарі, продуктивністю 0,07. Для того, щоб вибрати потрібну мережу зі списку, пропонуваного *Intelligent Problem Solver*, необхідно скористатися кнопкою *Select Models – Вибрати моделі* діалогового вікна *Results – Результати*. У діалоговому вікні, що з’явилося, необхідно підсвітити потрібну нейронну мережу і натиснути на ОК. Для того, щоб розглянути ілюстрацію вибраної мережі, скористаємося кнопкою *Network Illustration* вкладки *Advanced – Додатково* діалогового вікна результатів.





**Рис. 3.9.17.** Ілюстрація вибраної нейронної мережі

Графічною ілюстрацією якості роботи нейронної мережі є графік залежності спостережуваних значень вихідної змінної  $z$  від передбачених значень. Для побудови такого графіка необхідно скористатися кнопкою **Graph X versus Y – Графік X від Y**, розташованою у вкладці Plots, – *Графіки*. При цьому заздалегідь зазначивши, що як  $X$  – *axis – Observed – Спостережувані*, так  $Y$  – *axis – Predicted – Передбачені*. Результат побудови графіка наведений на рис. 3.9.18.



**Рис. 3.9.18.** Графік залежності передбачених значень  $Z$  від спостережуваних  $Z$

Якщо модель побудована добре, то точки цього графіка повинні розташовуватися якомога ближче до прямої, яка знаходиться під кутом 45 градусів до осей координат. На перший погляд, так воно і відбувається. Значить, побудована нами нейромережна модель добре узгоджується з даними. Для того, щоб остаточно переконатися в правильності зробленого висновку, розглянемо чисельні результати.

У вкладці *Predictions – Прогнози* діалогового вікна результатів натиснемо кнопку *Predictions – Прогнози* для перегляду результатів роботи нейронної мережі на всьому наборі даних. Достатньо переглянути одержану таблицю (рис. 3.9.19), щоб переконатися в тому, що навчання пройшло не досить коректно.

	Z	Z.3
3	0.000	-31.760
4	148.698	32.859
5	98.459	187.314
6	87.143	43.556
7	0.000	30.793
8	0.000	-13.195
9	93.927	207.711
10	0.000	56.454
11	0.000	2.556
12	8472.585	8476.334

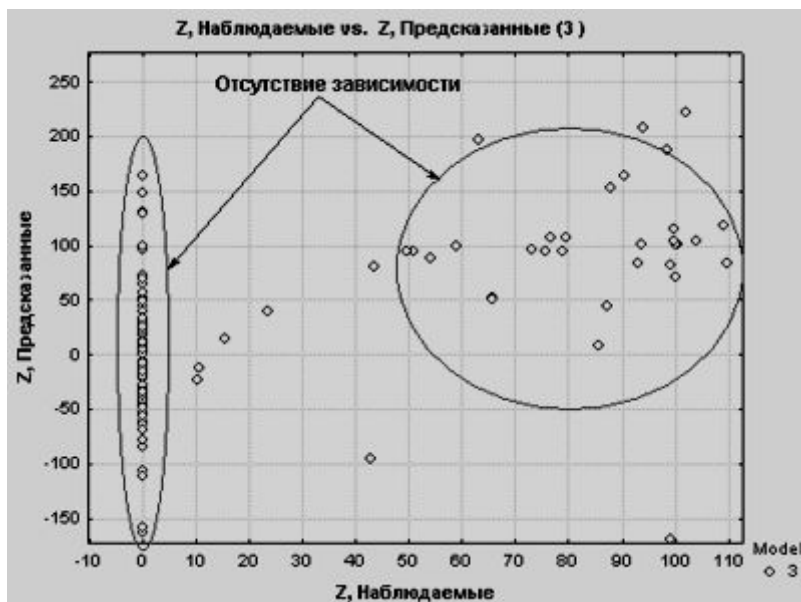
**Рис. 3.9.19. Таблиця результатів прогону всього набору даних через нейронну мережу**

У лівій колонці таблиці відображаються дійсні значення. У правій – відгук нашої нейронної мережі на відповідну четвірку незалежних змінних. Дуже погана справа відбувається з нульовими значеннями  $z$ . У цій області помилки колосальні. В області значень  $z$ , що не перевищують 100, результати теж дуже суперечливі. Мережа більш-менш непогано проявляє себе в області великих значень  $z$ , близько 1 000. Підсумок: необхідної похибки 5 % на всіх даних досягти не вдалося.

Таким чином, результати продуктивності мережі і графік ввели нас в оману. І справа ось у чому. Значення змінної  $z$  змінюються від 0 до 10 000. А свідчення нейронної мережі в області великих значень  $z$  достатньо точні. При розрахунку статистик продуктивності основну роль відіграли саме ці, “великі” дані, тоді як груба помилка у області малих чисел була загублена в результаті усереднювання всіх помилок.

Той же самий ефект ми одержали при дослідженні графіка. Зважаючи на великий діапазон  $z$ , відносно великих змін в області малих значень  $z$  немає. Для того, щоб у цьому переконатися, скористаємося

опцією *Zoom – Збільшити*, розташованою на графічній панелі інструментів (цю панель видно при активному графічному документі *STATISTICA*) в області малих значень  $z$  на побудованому графіку (рис. 3.9.20).



**Рис. 3.9.20. Графік залежності передбачених значень  $Z$  від спостережуваних  $Z$  в області малих значень  $Z$**

На цьому графіку виразно видно відсутність якої-небудь залежності між спостережуваними і передбаченими значеннями. Еліпс, розташований зліва, містить точки з абсцисою 0 і різними ординатами. Отже, через еліпс, розташований справа, неможливо провести пряму лінію, що є свідченням на користь відсутності залежності.

Таким чином, за допомогою побудованої нейронної мережі нам вдалося пояснити лише частину фізичного процесу, що вивчався (область великих значень відгуків процесу  $z$ ). В області малих значень відгуку процесу й області нуля нам не вдалося побудувати точної нейромережної моделі.

На перший погляд може здатися, що ми одержали той, що суперечить теоремі Колмогорова, остаточний результат. Проте, як ми вже згадували раніше, теорема працює тільки з безперервними функціями. У нашому ж випадку є серйозні підстави вважати, що функція фізичного процесу, що вивчається, не є безперервною. Про це можна судити як за графіком залежності  $z$  групи змінних (див. рис. 3.9.1), так і за графіком спостережуваних – передбачених значень (див. рис. 3.9.20). Судячи по отриманих результатах, серед множини даних є і “острівці стабільності”. Інакше кажучи, можна цілком впевнено припустити, що в деяких областях простору незалежних змінних функція процесу

поводиться безперервно. Наприклад, такою областю може бути область незалежних предикторів, що дають великі значення  $z$ . Для нас бажано такі області локалізувати. З цією метою слід розподілити дані на однорідні групи або провести кластеризацію.

## **ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ**

### ***Завдання 1***

Повторіть дії зі створення та навчання нейронної мережі, описані у методичних вказівках.

### ***Завдання 2***

Продумайте і змодельуйте нейронну мережу, яка має різну кількість прихованих шарів. Дослідіть дані питання, відобразивши результати у табличній і графічній формах:

- як впливає кількість шарів на помилку навчання;
- як впливає на результат обсяг кожної вибірки.

## **ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОБОТИ**

1. Який клас задач можна вирішувати за допомогою нейронних мереж?
2. Які функції реалізують системи імітації та прогнозу процесу прийняття рішень?
3. Назвіть та охарактеризуйте основні етапи проведення аналізу на основі нейронних мереж у програмі Statistica Neural Networks.
4. У чому полягає сутність алгоритму зворотного розповсюдження?
5. Назвіть основні кроки навчання нейронної мережі та критерій оцінки якості такого навчання.
6. Назвіть особливості проведення регресійного аналізу даних за допомогою нейронної мережі у Statistica Neural Networks.

*Література: 6; 10; 11; 13-15; 21; 24; 25; 28-30.*

## **IV. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ТА ДИСКУСІЙ**

### **Тема 1. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

1. Основні принципи управління як основа управлінських рішень: значення принципів управління та умови, яким вони мають відповідати.
2. Ієрархічний взаємозв'язок управлінських рішень.
3. Умови оптимальності управлінських рішень. Причини, що перешкоджають прийняттю оптимальних рішень та їх невиконанню.
4. Закони та закономірності, що впливають на прийняття управлінських рішень: загальні закони управління людиною; закони інерційності людських систем; зв'язку із зовнішнім середовищем; соціально-психологічні; біопсихічні.
5. Суть процесу створення рішення та необхідність його підтримки. Ознаки раціональності рішень: економічність, технічна обґрунтованість, легальність, соціальна прийнятність, технологічність, політичність. Обмежена раціональність.
6. Схема підготовки та прийняття рішень. Оформлення "карти проблеми".
7. Класифікація проблем організаційного управління: структуровані, слабоструктуровані та неструктуровані проблеми. Особливості слабоструктурованих проблем.

*Література: 3; 4; 7; 8; 19; 22; 27-29; 37.*

### **Тема 2. ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИБІР МЕТОДІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

1. Роль методів і моделей прийняття рішень в економіці, плануванні й управлінні. Об'єктивна необхідність і значення застосування методів і моделей прийняття рішень.
2. Перспективи розвитку методології економіко-математичного моделювання в завданнях прийняття управлінських рішень. Нестандартні підходи до прийняття управлінських рішень: раціонально-дедуктивна модель; дискретно-інкримінаційна модель; редукціонізм; науковий менеджмент; універсальне передбачення.

3. Основні типи помилок в управлінській діяльності, що збільшують невизначеність управлінських рішень. Кількісні оцінки ризику.
4. Концепція корисності. Пріоритети та їх кількісне відображення. Різке ставлення до ризику і корисності. Міра несхильності до ризику.
5. Задачі прийняття рішень на основі побудови математичних моделей і використання математичних методів оптимізації в умовах неповних даних і неповних знань. Основні типи неповних даних, критерії оптимальності рішень в умовах неповних даних.
6. Стохастичні моделі та методи прийняття оптимальних рішень в умовах стохастичної неповноти даних. Прикладні задачі пошуку оптимальних рішень в умовах ризику.
7. Методи ранжування в умовах багатокритеріальності. Побудова агрегованих критеріїв. Прикладні задачі пошуку оптимальних рішень в умовах багатокритеріальності.
8. Класифікація ситуацій прийняття рішень залежно від наявності елементів невизначеності та ризику.

*Література: 1; 3; 7; 8; 16; 17; 18; 20; 29; 31; 33; 35; 39; 40.*

### **Тема 3. РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ЕВОЛЮЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

1. Сутність ключових понять: інформація та дані, інформаційні ресурси, інформаційна технологія, інформаційні системи.
2. Корисна інформація для ОПР.
3. Чотири основні етапи розвитку комп'ютерних інформаційних технологій.
4. Типи інформаційних систем: системи обробки операцій, управлінські інформаційні системи, системи інформації для вищого менеджменту, а також системи підтримки прийняття рішень і системи штучного інтелекту.
5. Цілі СППР і чинники, що сприяють їх досягненню.
6. Характеристики сучасних СППР. Сфери та приклади застосування СППР.
7. Посилення конкурентної переваги завдяки СППР.
8. Способи взаємодії особи, що приймає рішення, з СППР.
9. Типи організаційних інформаційних систем: інтегровані та вузько-спеціалізовані.
10. Віртуальний офіс і віртуальна організація.

*Література: 2; 4; 8; 11; 13; 19; 22; 23; 25; 26; 28-30; 34; 44, 46.*

#### **Тема 4. РОЗВИТОК МЕТОДІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ І СППР ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В УКРАЇНІ**

1. Еволюція концепції та структури СППР.
2. Основні типи задач, що вирішуються за допомогою методів Data Mining.
3. Аналітична платформа Deductor Studio.
4. Приклади вирішення задач класифікації за допомогою методу дерева рішень. Оцінка якості дерева рішень.
5. Особливості та загальна схема підтримки прийняття рішення на основі карт Кохонена, що самоорганізуються (КСО).
6. Еволюційне програмування. Системи міркувань на основі аналогічних випадків (CBR Case Based Reasoning). Нелінійні регресійні методи.
7. Огляд систем аналізу даних на основі алгоритмів Data Mining. Клас систем та їх представники на ринку програмного забезпечення.

*Література: 2; 5; 6; 8; 10; 11; 14; 15; 20-22; 24; 27; 29; 30; 37; 42.*

#### **Тема 5. БАЗОВІ КОМПОНЕНТИ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

1. Принципи розробки архітектури системи.
2. Компоненти користувацького інтерфейсу.
3. Стандарт проектування інтерфейсу “користувач – система”. Фактори, що впливають на успішне проектування користувацького інтерфейсу.
4. Особливості баз даних у СППР. Види баз даних у СППР та особливості використання різних типів даних.
5. Проектування і програмна реалізація бази моделей і СУБМ.
6. Можливості, які надає СУБМ користувачам.
7. Структурне моделювання.

*Література: 4; 6; 9-12; 19; 21; 23; 26; 28; 30; 33; 35; 43; 45; 46.*

#### **Тема 6. КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

1. Таксономія СППР Альтера. Розширена рамка СППР Пауера.
2. Прикладні СППР, СППР-генератори, СППР-інструментарій: сутність, призначення та приклади реалізації.
3. Порівняльний аналіз моделей СППР.

4. СППР, орієнтовані на особистість користувача. Фактори, які обумовлюють результати обробки інформації людиною. Функції СППР, орієнтованої на користувача. Особливості інтерфейсу СППР залежно від домінуючого типу сприйняття інформації користувачем. Урахування в СППР функціональної асиметрії півкуль головного мозку. “Лівопівкульні” та “правопівкульні” СППР.
5. СППР для планування та прогнозування.
6. СППР для конторської діяльності.

*Література: 4; 7; 9; 11; 12; 26; 29; 35; 45; 46.*

### **Тема 7. СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ СХОВИЩ ДАНИХ ТА OLAP-ТЕХНОЛОГІЙ**

1. Порівняльна характеристика типів архітектур СППР (стосовно технологій сховищ і вітрин даних).
2. Концепція сховищ даних і її реалізація в інформаційних системах.
3. Загальна та фірмові архітектури сховищ даних. Моделі побудови сховищ даних: багатовимірна модель, моделі реляційного типу, схеми “зірка” та “сніжинка”.
4. Підходи до проектування сховищ даних.
5. Призначення і способи використання аналітичної інформації.
6. Інструментальні засоби створення та супроводження сховищ даних і технології OLAP.
7. Реляційні сервери баз даних залежно від типу аналітичної обробки.
8. Виявлення знань у базах даних.
9. Особливості добування даних.

*Література: 2; 6; 10; 14; 15; 234; 29; 30; 35; 37; 42; 43; 45.*

### **Тема 8. ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

1. Поняття “штучний інтелект”.
2. Експертні системи. Основні відмінності експертної системи від орієнтованої на знання СППР. Компоненти експертних систем, що застосовуються в СППР.
3. Обробка даних природною мовою.
4. Генетичні алгоритми: сутність, переваги та недоліки. Приклади задач, котрі можуть бути розв’язані генетичними алгоритмами.
5. Особливості застосування програмних агентів у системах підтримки прийняття рішень і у виконавчих інформаційних системах.



6. Класифікація багатоагентних систем. Розвиток штучних організацій і співтовариств, що складаються з віртуальних агентів.
7. Евристичні алгоритми при прийнятті рішень. Види евристичних правил. Евристичні модулі в СППР.

*Література:* 4; 10; 12; 13; 17; 22; 24; 25; 29; 30; 38; 40.

### **Тема 9. ЗАСОБИ МАШИННОЇ ІМІТАЦІЇ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

1. Основні напрямки прийняття рішень за результатами імітаційного моделювання.
2. Сценарний підхід. Багатоваріантний ситуативний аналіз моделюваної системи.
3. Використання нейромережних технологій при створенні систем підтримки прийняття рішень (СППР). Особливості СППР, побудованої на основі нейромережних технологій.

*Література:* 3; 9; 11; 20; 22; 28; 29; 32; 39.

### **Тема 10. ВИКОНАВЧІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

1. Організаційно-технологічні засади створення та прийняття виконавчих рішень.
2. Виконавчі ролі. Виконавська інформація. Джерела надходження інформації. ВІС і робота виконавців.
3. Модель і компоненти ВІС. Програмне забезпечення, інтерфейс і комунікації у ВІС. Порівняння характеристик ВІС, СППР та інформаційних систем у менеджменті.
4. Деякі особливості побудови ВІС. Доступне програмне забезпечення ВІС.
5. Розвиток і впровадження виконавчих інформаційних систем.

*Література:* 8; 11; 19; 22; 23; 26; 29; 30; 34; 35; 44.

### **Тема 11. ГРУПОВІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

1. Сутність групової роботи. Ситуації, що потребують підтримки групового рішення.
2. Групове програмне забезпечення (Groupware).
3. Стиль мислення groupthink.

4. Методи підтримки участі колективу в прийнятті рішень. Типи підтримки групової роботи та міжособистісних комунікацій.
5. Роль і місце фасилітатора в груповій системі підтримки прийняття рішень.

*Література: 8; 11; 19; 22; 23; 26; 29; 30; 32; 34, 35; 44.*

## **Тема 12. СТВОРЕННЯ, ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ СППР**

1. Фактори, що визначають інженерію СППР. Специфікація системи.
2. СППР-адаптована методологія розроблення життєвого циклу системи (SDLC).
3. Використання СППР-генераторів для створення специфічних СППР. Швидке прототипування (Rapid Prototyping).
4. Розроблення СППР кінцевим користувачем (End-User Development).
5. Стратегії проектування СППР. Сутність, мета й стратегія макетування СППР. Адаптивне проектування.
6. Проблематика, зумовлена впровадженням і оцінюванням СППР.

*Література: 2; 5; 8; 9; 11; 12; 23; 26; 27; 29; 30; 35; 41-43; 45; 46.*

## V. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ТА ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

### ТЕСТ 1

1. Для поліпшення очікуваних результатів при прийнятті управлінських рішень значущими є певні властивості інформації. Виберіть правильні ознаки корисності інформації для ОПР:

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| а) новизна;                 | ж) різні рівні деталізації та агрегації; |
| б) своєчасність;            | з) квантифікація;                        |
| в) достатність;             | и) нормування значень;                   |
| г) надмірність;             | і) наочність;                            |
| ґ) зрозумілість;            | ї) економічна ефективність;              |
| д) мультиформатність;       | й) релевантність;                        |
| е) порівнянність;           | к) надійність.                           |
| є) недопустимість зміщення; |  |

2. Кількісне вираження якісної інформації обов'язково передбачає використання того чи іншого типу шкал. Розмістіть у порядку зростання значущості (від 1 до 4) такі типи шкал:

- а) рангові;
- б) інтервальні;
- в) відношень;
- г) номінальні.

3. Вкажіть, яке поняття описує дане визначення.

\_\_\_\_\_ – це комплекс методів і процедур, за допомогою яких реалізуються функції збору, передачі, обробки, збереження та доведення до кінцевого користувача інформації в організаційно-управлінських системах з використанням обраного комплексу технічних засобів.

4. Вкажіть, яке поняття описує дане визначення.

\_\_\_\_\_ – це автоматизована людино-машинна система, визначальною особливістю якої є те, що вона забезпечує інформацією користувачів різних організацій.

5. Виберіть правильний напрямок розвитку систем підтримки прийняття рішень з точки зору еволюції даного класу систем:

- а) MIS – TPS – EIS – ES – DSS;
- б) TPS – ES – MIS – DSS;

- в) ES – DSS – MIS – EIS – TPS;
- г) TPS – MIS – EIS – ES – DSS;
- г) DSS – EIS – ES – TPS – MIS.

6. Виберіть, які з наведених визначень системи підтримки прийняття рішень є правильними:

- а) СППР – це такі системи, що ґрунтуються на використанні моделей і процедур з обробки даних та думок, що допомагають керівнику приймати рішення;
- б) СППР – це інтерактивні автоматизовані системи, що дозволяють ОПР вирішувати неструктуровані та слабоструктуровані проблеми;
- в) СППР – інтерактивна прикладна система, яка забезпечує користувачу доступ до даних і моделей з метою прийняття рішень у різних галузях діяльності;
- г) СППР – взаємодіюча з іншими системами комп'ютеризована система для надання допомоги менеджерам у прийнятті рішень.

7. Досягнення яких з перелічених цілей передбачає використання СППР:

- а) підвищення компетентності ОПР, збільшення їх продуктивності праці, виправлення помилок ОПР при роботі з системою удосконалення рішень, доповнення арсеналу інструментальних засобів;
- б) ОПР, формування нових знань, допомога ОПР при розв'язанні неструктурованих або слабоструктурованих проблем;
- в) стимулювання роздумів ОПР про проблему, повторення характерної для певної людини майстерності управління знаннями;
- г) упорядкування, спрощення аналізу шляхів розв'язання проблеми, забезпечення отримання рішення незалежно від типу проблеми.

8. Поставте у відповідність визначення та поняття, до якого воно належить.

<i>Визначення</i>	<i>Поняття</i>
а) ситуація, яка вимагає прийняття рішення внаслідок протиріччя між існуючим та бажаним станами об'єкта;	1) АНАЛІТИК
б) особа, яка, на думку оточуючих чи за службовим положенням, повинна вирішувати проблему та відповідати за ухвалені рішення;	2) ВЛАСНИК ПРОБЛЕМИ
	3) ЕКСПЕРТ
	4) ОСОБА, ЩО ПРИЙМАЄ РІШЕННЯ
	5) ПРОБЛЕМА

- в) індивід або колектив, який здійснює вибір на множині альтернатив, а також має бажання та повноваження до такої зміни;
- г) особа, що добре знає певні аспекти проблеми та служить джерелом інформації для прийняття рішення;
- г) особа, яка правильно організує процес прийняття рішення

9. Розташуйте етапи прийняття рішення у правильній послідовності:

- а) порівняння альтернатив;
- б) вибір критеріїв альтернатив;
- в) оцінка ефекту від реалізації кожної альтернативи;
- г) оцінка ймовірностей настання певних станів зовнішнього середовища;
- г) оцінка результатів реалізації альтернатив для кожного зі станів зовнішнього середовища;
- д) розрахунок значень критеріїв для кожного стану середовища;
- е) затвердження плану виходу з проблемної ситуації;
- е) опис бажаного кінцевого результату та визначення спрямованості діяльності;
- ж) опис можливих станів зовнішнього середовища;
- з) виявлення можливих наслідків реалізації кожної альтернативи;
- и) розробка альтернатив досягнення мети;
- і) визначення проблеми, її елементів, меж, причин та наслідків.

10. Рішення раціональні, інтуїтивні та такі, що засновані на судженнях, розрізняють за класифікацією, яка базується на:

- а) повноті вихідної інформації;
- б) визначеності процедури вибору альтернативи;
- в) способі обґрунтування вибору рішення;
- г) ставленні до осіб, стосовно яких приймається рішення.

11. Одна із класифікацій управлінських рішень базується на кількості розглянутих альтернатив. Згідно з цією класифікацією, якщо розглядаються тільки дві альтернативи, говорять про \_\_\_\_\_ рішення. Якщо вибір здійснюється на невеликій кількості альтернатив, говорять про \_\_\_\_\_ рішення. У випадку, коли кількість альтернатив значна, але скінченна, рішення є \_\_\_\_\_. А у випадку, коли кі-

лькість альтернатив нескінченна, таке рішення називається \_\_\_\_\_.

12. Чи є правильним твердження, що коли подано дані за номінальною шкалою, то над такими даними не можна виконувати ніяких дій?
- а) так;
  - б) ні.

## ТЕСТ 2

1. Чи є правильним твердження, що рейтинг методів дослідження операцій при прийнятті слабоструктурованих рішень нижчий від рейтингу ймовірнісних методів?
- а) ні;
  - б) однаковий рейтинг;
  - в) так.

2. Віднесіть названу категорію ситуацій до того чи іншого класу:

<i>Категорія</i>	<i>Клас ситуацій</i>
а) неструктуровані проблеми;	1. ВІДКРИТІ РІШЕННЯ
б) ситуації ризику;	2. ЗАКРИТІ РІШЕННЯ
в) детерміновані ситуації;	3. КРИЗОВІ СИТУАЦІЇ
г) слабоструктуровані проблеми;	
г) ситуації неясних цілей.	

3. Нижче наведено перелік моделей і позначення змінних у даних моделях.

1	2	3	4
$A = \arg \max_i K_i$	$A = \arg \max_i K_i$	$A = \arg \max_i K_i$	$A = \arg \max_i K_i$
$K_i = \sum_j F_{ir} \cdot x V_r$	$K_i = \sum_j Y_{ij} \cdot x P_j$	$K_i = \max_j Y_{ij}$	$K_i = \min_j Y_{ij}$

де  $A$  – оптимальна альтернатива;

$K_j$  – очікуваний ефект від вибору  $i$ -ї альтернативи, розрахований з урахуванням наслідків даної альтернативи в кожному зі станів зовнішнього середовища;

$Y_{ij}$  – наслідки  $i$ -ї альтернативи у випадку настання  $j$ -го стану зовнішнього середовища;

$P_j$  – імовірність настання  $j$ -го стану зовнішнього середовища;

$F_{ir}$  – оцінка переваги  $i$ -ї альтернативи за  $r$ -м критерієм;

$V_r$  – оцінка важливості  $r$ -го критерію з погляду досягнення загальної мети.

Установіть відповідність між номером моделі та її назвою:

---

ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”

- а) Байеса;
- б) Вальда;
- в) оптимізму;
- г) сумарної ефективності.

4. Яка з моделей є “синонімом” для моделі Вальда?

- а) модель оптимізму;
- б) модель песимізму;
- в) модель в умовах багатокритеріальності;
- г) модель з найбільшим очікуваним виграшем.

5. Виберіть, для якої з ситуацій слід застосовувати певний критерій:

<i>Ситуація</i>	<i>Критерій</i>
а) отримання гарантованого результату;	1. КРИТЕРІЙ БАЙЄСА
б) багаторазове повторення ситуації вибору;	2. КРИТЕРІЙ ОПТИМІЗМУ
в) низький порівняно з наявними ресурсами ризик.	3. КРИТЕРІЙ ПЕСИМІЗМУ

6. У таблиці подано критерії, які висувались до кандидатів на посаду секретаря, та їх ваги.

Альтернатива	Критерії		
	Ділові якості $V_1 = 0,2$	Комунікабельність $V_2 = 0,5$	Привабливість $V_3 = 0,3$
1	7	8	5
2	6	4	9
3	4	9	8
4	10	4	7
5	5	7	10

ОПР може використати для вибору кандидатури одну з моделей: песимізму; Байеса; сумарної ефективності; оптимізму. Заповніть поля результату, отриманого ОПР.

У результаті вибору було обрано альтернативу № \_\_\_\_\_ з результатом \_\_\_\_\_ балів.

7. Установіть відповідність між набором задач і відповідним рівнем планування.

<i>Задачи</i>	<i>Рівень планування</i>
а) ефективна організація дій, моніторинг якості продукції або обслуговування;	1. АДМІНІСТРАТИВНИЙ
б) розподіл ресурсів оцінювання інвестицій, контроль ефективності організації;	2. ОПЕРАТИВНИЙ
в) придбання та використання ресурсів, оцінка поведінки клієнтів і постачальників;	3. ОПЕРАЦІЙНИЙ
г) виконання стратегічних, тактичних рішень і поточних операцій.	4. СТРАТЕГІЧНИЙ

8. Визначте правильні твердження:

- а) концепція обмеженої раціональності належить до дескриптивної теорії прийняття рішень;
- б) концепція обмеженої раціональності є синонімом концепції очікуваної корисності;
- в) дескриптивна теорія прийняття рішень не може використовувати так звані “стратегії спрощення” для уникнення необхідності обробки великих обсягів інформації.

9. Говорячи про раціональність управлінських рішень, виділяють \_\_\_\_\_ ознак раціональності (*ввести число*). Одна з таких ознак передбачає, що ОПР не повинна вибирати альтернативу, яка є “доброю для компанії”, але не відповідає етичним правилам суспільства.

У цьому випадку говорять що це \_\_\_\_\_ раціональність.

10. Установіть відповідність між назвою управлінської ролі і групою (видом), до якої належить дана роль.

<i>Назва ролі</i>	<i>Вид (група)</i>
а) посередник;	1. ІНФОРМАЦІЙНІ РОЛІ
б) монітор;	2. МІЖПЕРСОНАЛЬНІ РОЛІ
в) представник;	3. РОЛЬ ВИРІШУВАЧІВ
г) лідер;	
г) розповсюджувач;	
д) зв'язковий;	
е) компенсуючий збурень;	
є) розподілювач ресурсів;	
ж) фігурант;	
з) підприємець.	



11. Заповніть текстові поля таким чином, щоб отримати правильний вислів.

Один зі способів підтримки управлінських рішень полягає у створенні моделей різного типу. Беручи до уваги критерій і мету, яким відповідає та чи інша модель, можна виділити моделі, які \_\_\_\_\_ явища і які можуть бути використані для \_\_\_\_\_.

12. Чи є правильним твердження, що для опису та пояснення спостережуваних факторів або прогнозування поведінки об'єктів призначена дескриптивна модель управління?

- а) тільки в управлінні виробництвом;
- б) так;
- в) ні.

13. Чи є правильним твердження, що нормативна теорія прийняття рішень призначена для "організації" мислення людини, а її методи пропонують ОПР, як слід поводитись у процесі прийняття рішення?

- а) так;
- б) ні;
- в) інший варіант.

14. Установіть відповідність між названими моделями та групою методів, до яких належить вказана модель.

<i>Моделі</i>	<i>Методи</i>
а) обробки інформації;	1. ЗАСНОВАНІ НА ІНФОРМАЦІЇ
б) стохастичні, ймовірнісні;	2. КІЛЬКІСНІ
в) структуровані;	3. ЯКІСНІ
г) дослідження операцій;	
г) причинні моделі;	
д) штучного інтелекту;	
е) дослідження часових рядів, екстраполяція;	
є) суб'єктивного оцінювання.	

15. Заповніть текстові поля у поданому тексті.

В основі нормативної теорії прийняття рішень лежить класична концепція \_\_\_\_\_ очікуваної \_\_\_\_\_. Одним із результатів досліджень, проведених у рамках нормативної ТПР, є розробка \_\_\_\_\_, які дозволяють знайти рішення задачі на множині допустимих \_\_\_\_\_ згідно з принципом \_\_\_\_\_.

### ТЕСТ 3. СППР, ОРІЄНТОВАНІ НА КОРИСТУВАЧА

1. Установіть відповідність між вказаними факторами, що визначають особливості обробки інформації людиною, та категоріями.

<i>Фактори</i>	<i>Категорії</i>
а) стратегія ОПР при прийнятті даного рішення;	1. ОСОБИСТІСНІ ФАКТОРИ
б) креативність;	2. СИТУАЦІЙНІ ФАКТОРИ
в) рівень інтелекту;	
г) домінуючий тип сприйняття інформації;	
г) рівень активності візуального мислення ОПР;	
д) баланс творчого та критичного мислення ОПР;	
е) домінуючий тип дроблення інформації;	
е) знання та ступінь готовності знань до їх застосування;	
ж) суб'єктивне представлення задачі;	
з) домінуюча півкуля головного мозку;	
и) тип темпераменту.	

2. Відповідно до вказаної операції виберіть мету, яку повинна переслідувати кожна операція.

<i>Операція</i>	<i>Мета</i>
а) управління процесом формування суб'єктивного представлення задачі;	1. АКТИВІЗАЦІЯ МИСЛЕННЯ
б) використання засобів мультимедіа;	2. АКТИВІЗАЦІЯ РІЗНИХ ТИПІВ МИСЛЕННЯ
в) формування різних суб'єктивних представлень задачі;	3. ПІДТРИМКА ОПЕРАЦІЙ МИСЛЕННЯ
г) візуалізація інформації;	4. РЕАЛІЗАЦІЯ РІЗНИХ СЦЕНАРІЇВ ВЗАЄМОДІЇ З ОПР
г) створення графіків динаміки декількох змінних;	
д) забезпечення різних рівнів глибини дослідження проблеми;	
ж) графічне подання інформації;	
е) сполучення інтуїтивного та аналітичного підходів.	

3. Визначте правильні твердження:

а) ліва півкуля людини сприймає набори елементів як цільні конструкції, тоді як права схильна розглядати їхні частини окремо;

- б) для підтримки діяльності лівої півкулі СППР мають пропонувати користувачеві кількісні, аналітичні методи, а для підтримки діяльності правої півкулі – якісні методи подання та обробки інформації;
- в) для успішного сприйняття інформації людиною, в якій домінує права півкуля мозку, необхідний лінійний стиль подачі інформації та кількаразове повторення матеріалу;
- г) колективна робота над вирішенням розглянутої проблеми стимулює роботу правої півкулі мозку людини.

4. До вказаної характеристики поставте у відповідність півкулю, яка відповідає за цю характеристику.

<i>Характеристика</i>	<i>Півкуля</i>
а) оперування образами предметів та об'єктів;	1. ЛІВА
б) оперування словами і символами;	2. ПРАВА
в) мимовільна пам'ять;	
г) паралельна обробка інформації;	
г) концептуальне мислення;	
д) цілісне сприйняття інформації;	
е) вербальний тип інтелекту;	
є) тривимірне мислення;	
ж) дискретне сприйняття інформації;	
з) довільний тип пам'яті;	
и) мова, письмо, лічба;	
і) невербальний тип інтелекту;	
ї) орієнтація у просторі.	

5. На рисунку подано два набори елементів. Яка з півкуль людини, на вашу думку, подасть ці набори як дві сукупності окремих частин?



- а) права;
- б) ліва.

6. Якщо умовно розділити системи підтримки прийняття рішень за критерієм імітації функцій мозку людини на “лівопівкульні” та “правопівкульні”, то вкажіть, яку з поставлених задач реалізують “лівопівкульні” та “правопівкульні” СППР.

*Задача*

*Тип СППР*

- |   |                     |
|---|---------------------|
| а) аналіз змісту (сценаріїв, заходів, альтернатив); | 1. “ЛІВОПІВКУЛЬНІ”  |
| б) аналіз дисперсії та коваріації;                  | 2. “ПРАВОПІВКУЛЬНІ” |
| в) робота зі словами, фразами та рішеннями;         |                     |
| г) якісний аналіз альтернатив і наслідків рішень;   |                     |
| г) статистична обробка даних;                       |                     |
| д) робота з числовими базами даних;                 |                     |
| ж) класифікація досліджуваних явищ;                 |                     |
| є) порівняння альтернатив і наслідків рішень.       |                     |

7. Чи правильне твердження, що стратегію прийняття рішення визначає об’єктивне, а не суб’єктивне представлення задачі?

- а) так;  
б) ні.

8. Для вказаних функцій виберіть відповідний тип мислення.

*Функції*

*Тип мислення*

- |   |                      |
|---|----------------------|
| а) визначення сфер застосування ідей;     | 1. КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ |
| б) перевірка висунутих або існуючих ідей; | 2. ТВОРЧЕ МИСЛЕННЯ   |
| в) синтез існуючих ідей.                  |                      |

#### ТЕСТ 4. РОЗВИТОК І ВПРОВАДЖЕННЯ СППР

1. Вкажіть, до якої зі шкіл створення СППР можуть бути віднесені дані твердження.

*Твердження*

*Школа СППР*

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| а) якість рішення залежить від того, наскільки точно модель, закладена в системі, відповідає об’єктивній реальності та ситуації ухвалення рішення; | 1. “АНАЛІЗ РІШЕНЬ”       |
| б) зміст компонентів СППР визначається на основі аналізу “потреб” моделі прийняття рішення;  | 2. “ДОСЛІДЖЕННЯ РІШЕНЬ”  |
|  | 3. “ОБЧИСЛЕННЯ РІШЕНЬ”   |
|  | 4. “ПРОЦЕС ВПРОВАДЖЕННЯ” |

- в) у центрі уваги представників школи знаходиться етап вибору альтернатив;
- г) особлива увага приділяється порівнянню і вибору альтернатив у процесі прийняття рішень, оцінці наслідків реалізації рішень;
- г) якщо в результаті зміни моделі прийняття рішення в ній з'явився новий параметр, інформації про який немає в базі даних СППР, то БД повинна бути змінена відповідно до нових потреб моделі;
- д) точна відповідність СППР процесу прийняття рішення, що використовується в системі;
- е) метод не залежить від змісту ситуацій прийняття рішень, тому може використовуватися в ситуаціях з неповторюваними рішеннями;
- є) увага представників школи сконцентрована не на кінцевому результаті, а на задоволенні потреб користувача.

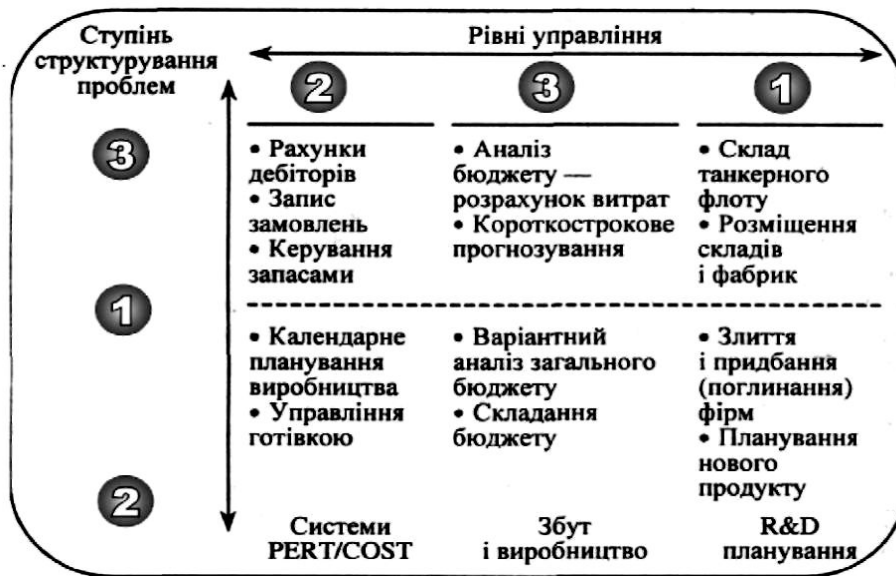
2. Відповідно до запропонованого положення вкажіть, яка з концепцій найбільш повно відповідає такому положенню.

*Положення*

*Концепція*

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>а) на кожному етапі процесу прийняття рішення СППР має забезпечувати ОПР необхідною і достатньою інформацією, поданою у потрібному вигляді;</li> <li>б) моделі, реалізовані в складі СППР, повинні бути спрямовані на програвання, аналіз і порівняння альтернатив з метою одержання відповідей на питання типу “що ..., якщо...”;</li> <li>в) інтеграція до складу СППР засобів і систем штучного інтелекту, експертних систем, баз знань.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ СППР</li> <li>2. ІНТЕРАКТИВНОСТІ</li> <li>3. РОЗВИНУТИХ ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ</li> </ul> |
|---|--|

3. На рисунку показано так звану сітку Горрі і Мортон, яку використовують для класифікації СППР згідно з принципами Саймона та Антоні.



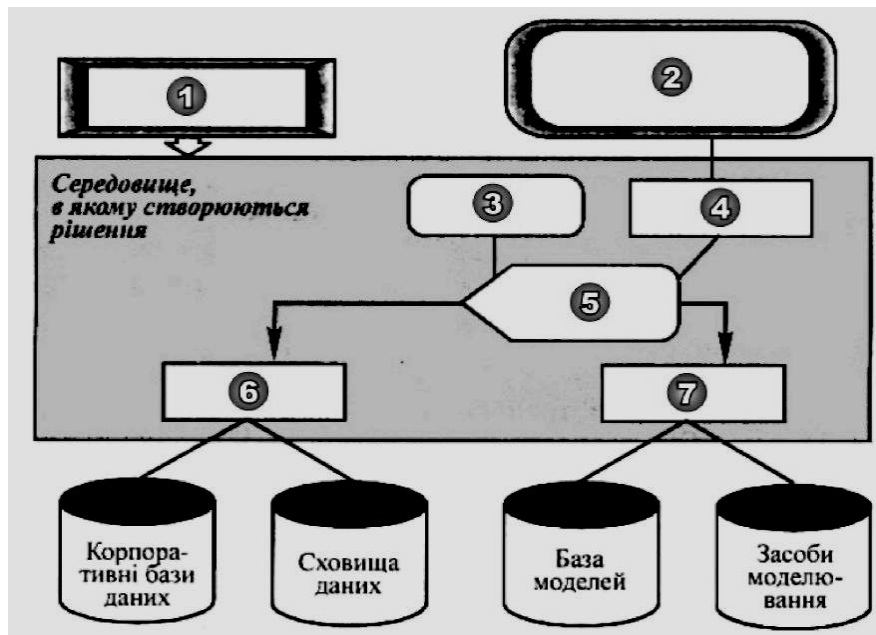
Вкажіть номер для вказаного поняття відповідно до позиції цього поняття у сітці:

- а) стратегічне планування;
- б) неструктуровані рішення;
- в) структуровані рішення;
- г) операційний контроль;
- г) слабоструктуровані рішення;
- д) адміністративне управління.

4. Відповідно до опису властивостей СППР виберіть назву, яка найбільш повно характеризує вказану властивість:

Опис	Властивість
а) здатність СППР відповідати на найбільш істотні питання;	1. ГНУЧКІСТЬ
б) здатність системи адаптуватися до змін вимог і ситуацій;	2. ДОСТУПНІСТЬ
в) можливість користувача контролювати дії системи і втручатися в хід вирішення задачі;	3. ІНТЕГРОВА-НІСТЬ
г) здатність системи відновлюватися при виникненні помилкових ситуацій як зовнішнього, так і внутрішнього походження;	4. КЕРОВАНІСТЬ
г) сумісність складових частин системи в процесі підтримки прийняття рішення;	5. НАДІЙНІСТЬ
д) здатність забезпечувати видачу відповідей на запити користувача в необхідній формі й у необхідний час;	6. ПОТУЖНІСТЬ
е) здатність СППР виконувати необхідні функції протягом заданого періоду часу.	7. ПРАЦЕЗДАТ-НІСТЬ

5. На рисунку 2 наведено структуру СППР у її сучасному розумінні.



Вкажіть назви елементів, що на рисунку позначені цифрами:

- інтерфейс користувача;
- зовнішнє середовище;
- особа, що приймає рішення (ОПР);
- система управління базами моделей (СУБМ);
- система керування повідомленнями (СКП);
- пошта, новини, дискусії;
- система керування базами даних (СКБМ).

6. Визначте правильні твердження:

- СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ФАЙЛІВ дозволяють проводити маніпуляцію над даними з використанням спеціально розроблених засобів, а також засобів загального користування, а користувачі мають можливість маніпулювати даними і одержувати протоколи аналізу;
- СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ забезпечують доступ до елементів даних і містять тільки підсистеми інтерфейсу користувача, БД і СУБД. Приклад: система контролю товарно-матеріальних запасів, спрямована на підтримку рішень у щоденних задачах операційного рівня;
- СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ забезпечують доступ до декількох баз даних і невеликих моделей, причому такі системи поєднують виходи системи аналізу даних з даними від зовнішніх джерел інформації.

7. Нижче подано описи режимів взаємодії ОПР та СППР. Потрібно встановити назву режиму за його описом.

<i>Опис</i>	<i>Режим взаємодії</i>
а) ОПР працює в режимі непрямого доступу, формує запити, які обробляються системою;	1. “НА ПІДПИС”
б) ОПР використовує систему за допомогою аналітиків та експертів, які за запитами керівника аналізують проблему та інтерпретують результати;	2. КЛЕРКА
в) ОПР працює з системою в інтерактивному режимі, формує запити, отримує та інтерпретує результати;	3. ПОСЕРЕДНИКА
г) ОПР отримує повідомлення, які без спеціального запиту генерує система;	4. ТЕРМІНАЛЬНИЙ
г) ОПР є безпосереднім користувачем системи, може самостійно будувати моделі й невеликі СППР.	5. УДОСКОНАЛЕНИЙ ТЕРМІНАЛЬНИЙ

8. Визначте, які з тверджень є справедливими:

- а) СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ОБРАЗНИХ МОДЕЛЕЙ забезпечують вибір напрямків дій шляхом ідентифікації оптимальних рішень, сумісних – з набором обмежень;
- б) СИСТЕМИ НА ОСНОВІ РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЕЙ дозволяють робити визначення наслідків планових дій за допомогою процедур, в основі яких лежать формалізовані моделі;
- в) СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ призначені для вибору альтернатив і визначення важливості обмежень;
- г) СППР, що дають готові рішення задач, належать до систем, що орієнтовані на дані.

9. Віднесіть назву компонентів підсистем СППР до тієї чи іншої групи:

<i>Назва компоненти</i>	<i>Група</i>
а) Презентації;	1. КОМПОНЕНТИ БАЗИ ДАНИХ
б) Мережі;	2. КОМПОНЕНТИ ІНТЕРФЕЙСУ
в) Архітектура СППР;	КОРИСТУВАЧА
г) Машина висновку;	
г) Географічні дані;	



- д) Керування моделями;
- е) Правила;
- є) Схеми, графіки;
- ж) Web-сервер Неструктуровані дані;
- з) Кількісні моделі;
- и) Діалог;
- і) Аналітики, експерти;
- ї) Карти;
- й) Протоколи.

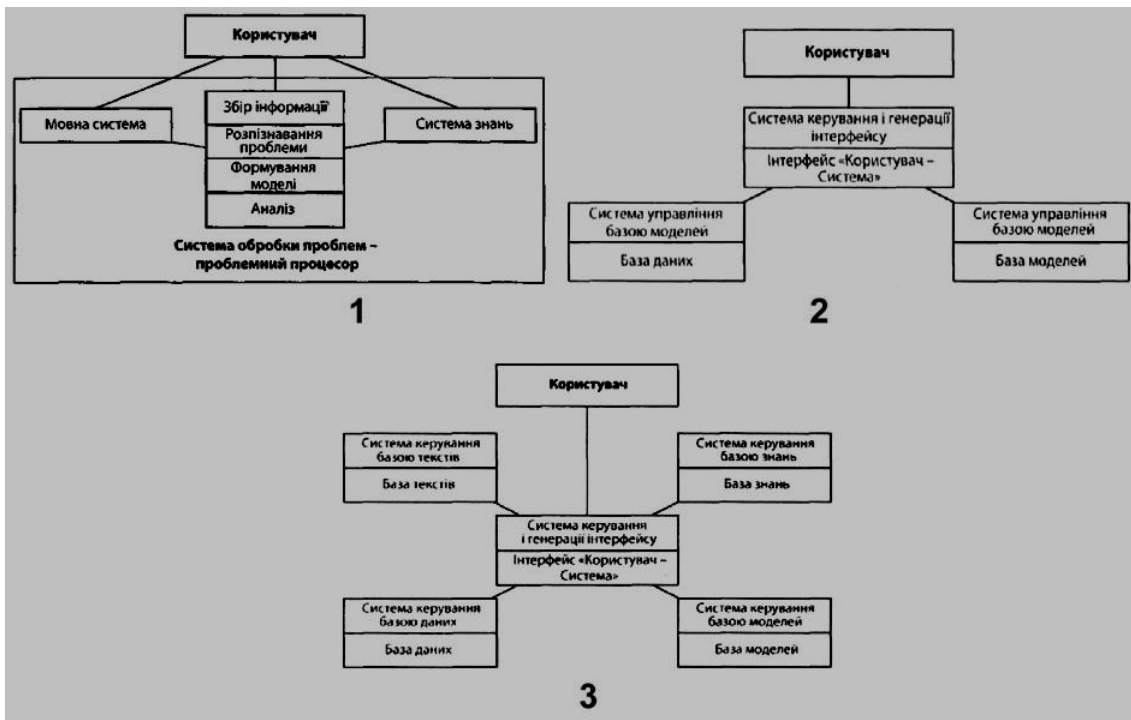
- 3. КОМПОНЕНТИ КОМУНІКАЦІЙ
- 4. МОДЕЛЬНІ КОМПОНЕНТИ
- 5. НЕ ВХОДИТЬ ДО ПІДСИСТЕМ СППР

10. У СППР якого типу на різних рівнях управління ступінь деталізації інформації може змінюватись:

- а) СППР, орієнтовані на ОПР;
- б) СППР, що базуються на знаннях;
- в) СППР з ієрархією управління;
- г) СППР, що еволюціонують.

11. На рисунку показано структури СППР різних типів. Зіставте номери, якими позначені на рисунку різні типи структур СППР, з їх назвами:

- а) СППР, що еволюціонують;
- б) СППР за моделлю Спрата;
- в) СППР, заснована на знаннях.



12. За вказаними ознаками визначте, починаючи з якого покоління СППР були реалізовані такі можливості:

<i>Можливості</i>	<i>Покоління СППР</i>
а) генерування та вибір моделей і методів, збір та підгонка даних;	1. ПЕРШЕ
б) використання моделей, розроблених фахівцями у галузі інформатики для спеціальних проблем;	2. ДРУГЕ
в) використання моделей, які відтворюють спосіб мислення ОПР у процесі прийняття рішення;	3. ТРЕТЄ
г) програмні засоби, “дружні” користувачеві, використання звичайної мови діалогу;	
г) використання сховищ і вітрин даних;	
д) використання методів Data Mining;	
е) використання великих обсягів інформації, внутрішніх і зовнішніх банків даних, обробка та оцінювання даних;	
є) використання OLAP-систем.	

13. За поставленою проблемою виберіть СППР, яку слід використовувати в тій чи іншій ситуації:

<i>Проблема</i>	<i>Система</i>
а) інтерактивне планування фінансів;	1. ADVANCED SCOUT
б) інвестування в нерухоме майно;	2. DECISION GRID
в) консультації щодо оподаткування та планування майна з великою вартістю;	3. FEDEX
г) огляд можливості ділових повідомлень з глобальної бази;	4. MARKETING EXPERT
г) підготовка до командної спортивної зустрічі;	5. REALPLAN
д) раціональне переміщення товарів, враховуючи поточні запити на них, з урахуванням сезонності та тенденцій ринку;	6. SHOPKO
е) автоматизація процесу зіставлення дискретних альтернатив за багатьма критеріями;	7. TAX ADVISOR
є) оцінювання реального стану компанії на ринку, порівняння з конкурентами, вироблення оптимальної стратегії поведінки на ринку.	8. VISUAL IFPS/PLUS

## ТЕСТ 5. СППР НА ОСНОВІ СХОВИЩ ДАНИХ ТА OLAP-СИСТЕМ

1. У 1989 році Говард Дрезнер увів поняття бізнес-інформаційної обробки інформації (Business intelligence). Визначте синонім для даного поняття, що застосовується в інструкціях щодо використання і в описах виконавчих інформаційних систем:

- а) Data Mining (DM);
- б) On-Line Analytical Processing (OLAP);
- в) Knowledge Discovery in Databases (KD).

2. Відповідно до наведеної характеристики даних СППР поставте у відповідність сферу їх застосування:

<i>Характеристика даних</i>	<i>Сфера застосування</i>
а) за діапазоном часу – поточні;	
б) за несталістю;	1. ОПЕРАЦІЙНІ
в) наявність метаданих – бажана;	2. ДАНІ СППР
г) за мінливістю – довготермінові;	
г) за вимірністю – багатовимірні;	
д) за підсумовуванням – розширюється у системах;	
е) за структурою – стандартизовані.	

3. Чи є правильним твердження, що для ефективної роботи СППР, орієнтованих на дані, не повинно бути надлишкової інформації?

- а) так;
- б) ні.

4. Установіть відповідність між способом збереження даних і сферою їх застосування:

<i>Спосіб збереження даних</i>	<i>Сфера</i>
а) значна кількість малих таблиць з мінімальною кількістю полів;	1. ДАНІ СППР
б) мала кількість таблиць, що можуть не містити інформацію про транзакції.	2. ТРАНЗАКЦІЙНІ ДАНІ

5. Чи можна стверджувати, що операційні дані являють собою впорядковану за часом сукупність станів системи?

- а) так;
- б) ні.

6. Вкажіть дії, які можна виконувати з даними у сховищі даних або даних ОДСППР (орієнтованих на дані СППР):

- а) завантаження даних;
- б) організація доступу до даних;

- в) вилучення даних;
- г) модифікація даних;
- г) зміна структури (типу) даних.

7. Відповідно до одного з визначень МЕТАДАНИ – це “інформація про дані” в базі даних СППР. Вкажіть, які з поданих понять можуть бути ресурсами метаданих:

- а) допустимі значення змінних;
- б) описи елементів даних;
- в) каталоги бази даних;
- г) інформація про спосіб відображення даних;
- г) словники бази даних;
- д) інформація про довжини полів БД;
- е) перелік протоколів доступу до даних.

8. Чи правильним є твердження, що стосовно інформаційних процесів ОДСППР є вторинними стосовно систем OLTP?

- а) так;
- б) ні.

9. Вкажіть, якій із систем властива вказана характеристика:

<i>Характеристика</i>	<i>Система</i>
а) детальна характеристика стану об’єкта за останній або кілька попередніх місяців;	1. АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА
б) узгодженість інформації, що подається в однакових форматах і максимально відповідає оперативній БД;	2. ОНЛАЙНОВА СИСТЕМА ОБРОБКИ ТРАНЗАКЦІЙ
в) можуть містити семантично еквівалентну інформацію, подану у різних форматах;	
г) збереження узагальнених даних у вигляді, зручному для бізнес-аналізу;	
г) дані є статичними і не змінюються;	
д) звіти, що формуються за запитом, відображають первинну інформацію;	
е) спосіб збереження даних потребує регулярного перепроєктування;	
є) захист даних на рівні окремих значень показників;	
ж) переважна частка регламентних запитів, детермінованих у часі;	
з) метаданими користуються тільки адміністратори систем.	

10. Чи можна стверджувати, що поняття “OLAP-система” та “система, що організована на основі сховища даних”, є синонімами?

- а) так;
- б) ні.

11. Відповідно до поданого опису вкажіть властивість сховища даних:

<i>Характеристика</i>	<i>Властивість</i>
а) наявність часових серій, що не мають поточного статусу;	1. ДИНАМІЧНІСТЬ
б) орієнтація даних на предметну галузь, а не на специфіку програмних засобів, призначених для роботи з даними;	2. ІНТЕГРОВАНІСТЬ
в) збереження даних в узгодженому форматі;	3. МАСШТАБНІСТЬ
г) надмірність даних у сховищі даних;	4. НЕНОРМАЛІ- ЗОВАНІСТЬ
г) обсяг даних набагато більший, ніж у звичайних БД.	5. СУБ'ЄКТИВНА ОРІЄНТОВАНІСТЬ

12. Визначте правильні твердження:

- а) вітрини даних (Data Mart) – це високорозрядний багатокористувачський механізм маніпуляції даними, розроблений для підтримки й здійснення операцій з багатовимірними структурами даних;
- б) джерелом предметних даних для сховищ даних є зовнішні джерела інформації;
- в) джерелом глибокоузагальнених даних для сховищ даних є OLTP-системи;
- г) репозитарій сховища даних формується на основі OLAP-систем;
- г) метадані у сховищах даних використовуються для автоматизації процедур узагальнення даних;
- д) метадані у сховищах даних використовуються для визначення переліку таблиць для виконання запитів.

13. Відповідно до опису встановіть назву елемента сховища даних:

<i>Характеристика</i>	<i>Елемент</i>
а) внутрішній елемент сховища даних, який виконує операції, пов'язані з запитами користувачів;	1. МЕНЕДЖЕР ЗАВАНТАЖЕННЯ
б) очищення, конвертація та зведення даних до стандартного вигляду;	2. МЕНЕДЖЕР ЗАПИТІВ
в) виконання операцій аналізу та управління даними.	3. МЕНЕДЖЕР СХОВИЩА

14. Для забезпечення так званих OLAP-операцій використовують різні типи серверів баз даних, зокрема архітектури ROLAP та MOLAP. За даною характеристикою визначте, яка з архітектур мається на увазі.

*Характеристика*

*Архітектура*

- а) пряма підтримка багатовимірного представлення даних;
- б) наявність потужних механізмів індексації;
- в) використовується для областей багатовимірного простору з низькою щільністю заповнення;
- г) використовується для щільних областей багатовимірного представлення даних;
- г) низький коефіцієнт використання дискового простору;
- д) необхідність зв'язування сервера даних з клієнтським додатком.

- 1. MOLAP
- 2. ROLAP

15. Чи допускає багатовимірна модель сховища даних подальше збільшення кількості вимірів представлення даних?

- а) так;
- б) ні.

16. Чи допускає багатовимірна модель сховища даних подальше ускладнення вмісту комірки OLAP-куба?

- а) так;
- б) ні.

17. При багатовимірному представленні даних у СППР вводять поняття “факт” і “вимір”. За поданим визначенням виберіть правильне поняття:

*Визначення*

*Поняття*

- а) елементи, які можуть бути виміряні та проаналізовані;
- б) описові, якісні атрибути, які служать умовами відбору даних у запитах.

- 1. ВИМІРИ
- 2. ФАКТИ

18. Виберіть дії, які можна виконувати над гіперкубом моделі даних засобами користувацького інтерфейсу OLAP-системи:

- а) розкриття;
- б) діагоналізація;

- в) поворот;
- г) згортка;
- г) проекція;
- д) перетин.

19. Виділяють чотири основні групи правил щодо організації OLAP-систем. Які з вказаних вимог належать до однієї з базових груп?

<i>Вимоги</i>	<i>Група</i>
а) необмежена кількість операцій з даними різних вимірів;	1. БАЗОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
б) автоматичне регулювання фізичного рівня;	2. КЕРУВАННЯ РОЗМІРНІСТЮ
в) збереження результатів окремо від вхідних даних;	3. СПЕЦІАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
г) гнучкі можливості одержання звітів;	4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОБУДОВИ ЗВІТІВ
г) клієнт-серверна архітектура;	
д) багатовимірність моделі даних;	
е) оброблення неформалізованих даних;	
є) оброблення відсутніх даних;	
ж) пакетне отримання даних;	
з) прозорість для користувача.	

20. Установіть, яким методом пошуку знань (Data Mining) найбільш доцільно розв'язувати вказану задачу:

<i>Задача</i>	<i>Метод</i>
а) встановлення функціональної залежності між змінними;	1. АНАЛІЗ ВІДХИЛЕНЬ
б) розбиття об'єктів на групи, що визначаються в процесі аналізу даних;	2. АСОЦІАЦІЯ
в) визначення ланцюжка пов'язаних у часі подій;	3. КЛАСИФІКАЦІЯ
г) визначення ймовірності зв'язку між подіями;	4. КЛАСТЕРИЗАЦІЯ
г) визначення групи, до якої слід віднести об'єкти або подію;	5. ПОСЛІДОВНІСТЬ
д) дослідження шаблонів у динаміці поведінки даних.	6. РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ І ПРОГНОЗУВАННЯ

21. Установіть потрібну послідовність дій при використанні методу KDD (Knowledge Discovery in Databases):

- а) використання методів пошуку знань (Data Mining);
- б) визначення навчальної вибірки;

- в) усунення пропусків, шумів, аномальних значень;
- г) подання результатів у вигляді, потрібному для прийняття рішення;
- г) трансформування даних.

22. Чи правильним є твердження, що в OLAP-аналізі даних не використовуються ніякі апріорні припущення?

- а) так;
- б) ні.

23. Чи правильним є твердження, що методи Data Mining призначені для отримання шаблонів, що відображають закономірності, але при цьому самі методи не ґрунтуються на жодному базовому шаблоні?

- а) так;
- б) ні.



## ТЕРМІНОЛОГІЧНО-ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК

**Groupthink** – це стиль мислення людей, які входять в єдину групу. У зв'язку із цим прагнення до однодумності для них виявляється важливішим, ніж реалістична оцінка можливих варіантів дій.

**KDD** (*Knowledge Discovery in Databases*) – це процес пошуку знань для подальшого прийняття рішень у великих масивах даних. KDD включає підготовку даних, визначення інформативних ознак, очищення даних і подальше застосування методів Data Mining (DM), а також необхідну для прийняття рішень подальшу обробку даних, подання отриманих результатів у різних видах та їх інтерпретації.

**OLAP** (*On-Line Analytical Processing*) – це додатки оперативної аналітичної обробки, що дають користувачеві можливість ефективної роботи з великим обсягами інформації в сховищах даних.

**Веб-базована СППР** (*Web-based DSS*) – комп'ютеризована система, яка забезпечує інформацією або інструментальними засобами для підтримки рішень, використовуючи підхід “тонкого клієнта” із застосуванням броузерів, наприклад *Netscape Novigator* або *Internet Explorer*. Комп'ютерний сервер, на якому розміщена така СППР, з'єднується з комп'ютером користувача через мережу завдяки web-броузеру з TCP/IP протоколом. У багатьох компаніях веб-базована СППР є синонімом корпоративної (масштабу підприємства) СППР, що підтримує великі групи менеджерів у мережевому клієнт/серверному середовищі зі спеціалізованим сховищем даних, яке є складовою архітектури СППР.

**Адаптивне проектування СППР** – це концепція проектування СППР, в якій кінцевий продукт створюється в ході інтерактивного процесу взаємодії розробника, користувача й системи.

**Альтернативи** – це взаємовиключні варіанти дій.

**Аналіз “а що..., коли...?”** (*“What if” analysis*) – здатність запитувати програму, який ефект буде у разі зміни деяких вхідних даних або незалежних змінних.

**Архітектурне проектування** – це проектування, призначене для підготовки загальних специфікацій, обумовлених нестатками і побажаннями користувачів і використовуваних на наступних етапах проектування і конструювання системи.

**Багатовимірні бази даних** (*Multi-dimensional database – MDBS i MDBMS*) – база даних, яка дає змогу користувачам аналізувати велику кількість даних. MDBS нагромаджує та подає дані як масив, що може

бути організований у багатьох вимірах. Багатовимірні бази даних можуть мати складні змінні зі спільною або унікальною низкою вимірів.

**База даних** – сукупність елементів, організованих згідно з певними правилами, які передбачають загальні принципи опису, зберігання й маніпулювання даними незалежно від прикладних програм. База даних відображає стан об'єктів та їх взаємозв'язки в заданій предметній галузі.

**База знань** – це низка фактів, правил і процедур, які організуються в систему за допомогою специфічних програмних засобів, що забезпечують пошук, зберігання, перетворення й занесення в пам'ять ЕОМ структурованих одиниць знань.

**База моделей** – сукупність моделей, організованих відповідно до визначених правил, що передбачають загальні принципи опису, збереження і роботи з моделями, орієнтованими на роботу з даними в заданій предметній галузі.

**Виконавча інформаційна система (ВІС) (*Executive information systems – EIS*)** – комп'ютеризована система, яка забезпечує прямий інтерактивний (on-line) доступ до релевантної та актуальної інформації в корисному й здатному до навігації форматі для підтримки створення менеджерами виконавчих рішень із використанням мережних робочих станцій. Наголос робиться на графічній формі подання інформації та зручному в користуванні інтерфейсі, який забезпечує інформацією від корпоративної бази даних. Це інструментальні засоби для підготовки на різних носіях звітів або інструкцій, призначених для виконавчих керівників вищого рівня. Вони пропонують також і можливості для навчання.

**Виконавча інформаційна система** – це комп'ютеризована система, яка забезпечує прямий інтерактивний (on-line) доступ до релевантної та актуальної інформації в зручному і придатному до навігації по системі форматі для підтримки створення менеджерами виконавчих рішень із використанням мережних робочих станцій.

**Виконавча система підтримки (*Executive support systems – ESS*)** – адміністративна інформаційна система, яка забезпечує специфічну підтримку й допомогу у процесі розроблення та прийняття рішень і/або можливості аналізу.

**Віртуальна організація (ВО)** – складна соціотехнічна система, утворена з віддалених одна від одної груп людей (віртуальних колективів), поєднаних на основі мережних та інтелектуальних технологій – Інтернет і засобів управління знаннями. В окремих випадках як ВО може розглядатися штучна організація, що складається тільки зі штучних агентів. При цьому ті самі агенти можуть одночасно входити до складу декількох ВО.

**Вітрина даних** – спеціалізоване сховище, що обслуговує один із напрямків діяльності підприємства (наприклад, управління запасами, маркетинг) та відповідає таким умовам: бізнес-процеси, що підтримуються, відносно добре вивчені і менш складні стосовно масштабів підприємства в цілому; кількість співробітників, залучених у бізнес-процеси, невелика (10- 15 чоловік).

**Генератор СППР (*DSS generator*), або СППР-генератор** – це пакет комп’ютерних програм, що забезпечує інструментальні засоби та можливості, які допомагають розробнику СППР швидко й легко побудувати специфічну систему підтримки прийняття рішень.

**Генетичні алгоритми (*Genetic Algorithms*)** – це тип алгоритмів, інспірованих механізмами еволюції живої природи, які застосовуються в основному до задач глобальної оптимізації (наприклад задач комбінаторної оптимізації) та деякою мірою для дейтамайнінгу, зокрема, для комбінування шаблонів із правил індукції, які було відкрито до цього, навчання нейромереж, пошуку зразків у даних, відкриття шаблонів у тексті тощо. Генетичні алгоритми нині належать до стандартного інструментарію методів дейтамайнінгу.

**Дані (*Data*)** – цифрові (двійкові) подання на машинних носіях атомарних фактів, текстів, графіків, растрових зображень, звуків, аналогових або цифрових змінно-телевізійних сегментів. Дані – це сировина інформаційної системи, яка забезпечується продюсерами даних і яка використовується клієнтами (споживачами) для створення інформації.

**Дерева рішень (*decision trees*)** – це ієрархічні структури правил типу “ЯКЩО...ТО...”, які мають вигляд дерева. Відповідаючи на питання, що містяться у вузлах дерева, можна одержати підтримку в прийнятті рішень у вигляді рекомендації, до якого класу варто віднести об’єкт або ситуацію, що досліджується.

**Дескриптивна (психологічна) теорія прийняття рішень** – це система теорій, які описують реальну поведінку людей у ситуаціях вибору та розкривають психологічні механізми прийняття рішень.

**Добре структуровані (запрограмовані) рішення** – це рішення, процедура прийняття яких заздалегідь чітко визначена (як наприклад, процедура розв’язання математичного рівняння).

**Добування даних (*Data Mining, DM*)** – інтелектуальний аналіз даних, що передуює прийняттю рішення, заснований на пошуку в даних прихованих закономірностей. Отримані закономірності узагальнюються в знання.

**Евристичні методи розв’язання задач** – це системи принципів, правил і підходів, які стимулюють творче мислення людини, активізують генерування нових ідей і на цій основі підвищують ефективність вирішення певного класу творчих задач.

**Евристичний модуль СППР** – це підсистема СППР, яка здійснює підтримку прийняття рішень шляхом регулювання розумової діяльності людини за допомогою евристичних операторів і методів.

**Евристичні правила (евристики, евристичні оператори)** – це рекомендації з вибору можливої дії в умовах альтернативного пошуку, сформульовані на підставі практичних знань експертів.

**Експертна система (Expert System – ES)** – це інформаційна система, здатна на основі знань, які зберігаються в базах знань, і операцій з ними вирішувати складні задачі, для розв’язання яких зазвичай залучаються експерти.

**Елемент даних (Data elements)** – найелементарніша одиниця даних, що може бути ідентифікована й описана в словнику або репозиторії (архіві) і яка не може бути більше поділеною.

**Знання** – сукупність відомостей, які утворюють цілісний опис, що відповідає деякому рівню інформованості щодо певного питання, завдання, предмета тощо.

**Імітаційне моделювання** – метод конструювання моделі системи та проведення експериментів на моделі. Суттєвими особливостями цього методу моделювання є опис структури модельованої системи, застосування засобів відтворення функціонування (поведінки) системи на моделі, відображення властивостей середовища, в якому функціонує досліджувана система.

**Інженерія систем** – це виконання систематизованого процесу – сукупності взаємозалежних кроків або фаз, що спільно вирішують визначену задачу. Кожна фаза трансформує визначені операційні потреби (тобто потреби ОПР) у конкретну конфігурацію системи (апаратні засоби, програмне забезпечення).

**Інструментальні засоби моделювання (Modeling tools)** – програмне забезпечення, яке допомагає розробникам/користувачам швидко будувати математичні моделі. Прикладом засобів моделювання є мова фінансового моделювання.

**Інтелектуальні СППР (Intelligent Decision Support Systems-IDSS)** – це СППР, які включають компоненти експертних систем або інших технологій штучного інтелекту.

**Інтерфейс користувача** (*User interface*), або **людино-комп'ютерний інтерфейс** (*human-computer interface*) – компонент комп'ютеризованої системи підтримки прийняття рішень, який забезпечує двонапрямлений зв'язок між системою та користувачем. Він також називається діалоговим компонентом СППР. У загальному розумінні інтерфейс користувача є певним меню, тобто низкою піктограм, команд, форматів графічного дисплея та/або інших презентацій, які підтримуються відповідним програмним забезпеченням, що дає змогу користувачеві мати зв'язок із комп'ютером і використовувати програму для виконання обчислень.

**Інформаційна технологія** – це комплекс методів і процедур, за допомогою яких реалізуються функції збирання, передавання, оброблення, зберігання та доведення до користувача інформації в організаційно-управлінських системах із використанням обраного комплексу технічних засобів.

**Інформаційні системи (ІС)** – це системи, які здійснюють зберігання та обробку інформації про деяку проблемну область. Термін ІС застосовують в основному до автоматизованих систем обробки інформації, які базуються на використанні комп'ютерів і програмного забезпечення:

- інформація про джерела даних;
- інформація про структуру бізнес-понять;
- інформація щодо бізнес-правил оцінки та подання інформації;
- інформація щодо засобів доступу;
- інформація щодо методів завантаження та агрегування даних.

**Концепція обмеженої раціональності** – це описова модель прийняття рішень, яка базується на твердженні про те, що в реальній дійсності люди використовують не всю інформацію про вирішувану проблему, а покладаються на ряд правил (“стратегій спрощення”), які дозволяють полегшити процес вибору.

**Корпоративна СППР, або СППР рівня підприємства** (*Enterprise-wide DSS*) – СППР, що підтримує велику групу менеджерів у мережевому клієнт/серверному середовищі зі спеціалізованим сховищем даних як частиною архітектури СППР.

**Критерії** – це показники, що характеризують привабливість альтернатив з погляду досягнення поставленої мети.

**Куб даних** (*Data Cube*) – основна структура даних у багатовимірних моделях даних. Має декілька незалежних вимірів – систему координат простору даних. Комбінації значень координат по всіх вимірах

визначають точки куба, що зветься осередками. З осередками асоціюються значення змінних, що зветься показниками, і, як правило, мають числовий тип.

**Макетування** – процес створення розробником макета (прототипу) системи, що має основні риси бажаної системи і надалі за участю користувача доводиться до кінцевої стадії.

**Машинна імітація** – метод, що базується на розробці та дослідженні імітаційних моделей.

**Модель СППР** – це опис складу структурних компонентів СППР із указівкою переважної орієнтації на визначену комп'ютерну технологію, а також базові вимоги до побудови та функціонування СППР, що підкоряються визначеній цілісній концепції.

**Нейронні мережі (НМ)** – це адаптивні системи для обробки й аналізу даних, що являють собою математичну структуру, що імітує деякі аспекти роботи людського мозку, і демонструють здатність до неформального навчання, здатність до узагальнення і кластеризації некласифікованої інформації, здатність самостійно будувати прогнози на основі поданих часових масивів.

**Нормативна теорія прийняття рішень** – це математична теорія прийняття рішень, яка базується на припущенні, що для проблемної ситуації може бути створено математичну модель, яка дозволяє здійснити вибір найкращої альтернативи на основі деякого критерію.

**Оперативна або транзакційна база даних (*Operational or transaction database*)** – база даних запису поточної транзакційної системи. Оперативна база даних є джерелом даних для інформаційного сховища. Вона містить деталізовані дані, які використовуються для здійснення щоденних операцій у бізнесі. Дані безперервно змінюються, коли виникає актуалізація, та відображають поточне значення останньої транзакції (операції).

**Оперативні СППР** – призначені для негайного реагування на поточну ситуацію. Такі СППР називають Інформаційними системами управління (ISU) (*Executive Information Systems*).

**Особа, що приймає рішення (ОПР)**, – це індивід або колектив, який здійснює вибір на множині альтернативних варіантів дій, тому що його не влаштовує дійсний стан справ (або їхня перспектива), і він має бажання й повноваження їх змінити.

**Понадвеликий склад даних** (величезна база даних) (*Wery large database*) – база даних з обсягами, близькими до технологічно можливих

максимальних меж (сьогодні такою межею є обсяг до 100 Терабайт і більше).

**Проблема** – це ситуація, яка вимагає прийняття рішення внаслідок наявності протиріччя між двома станами об'єкта: існуючим і бажаним. Розв'язати проблему – означає усунути розрив між цими двома станами, здійснивши вибір одного з альтернативних варіантів переходу до бажаного стану.

**Програмна реалізація бази моделей** – це процес представлення моделі у форматі того середовища, де вона (модель) буде обчислюватися в процесі роботи СППР.

**Програмні агенти** (*Software Agents*) – це автономні програми, котрі автоматично виконують конкретні завдання з моніторингу комп'ютерних систем і збору інформації в мережах, діють від імені користувача для забезпечення бажаних результатів, так само як людина-агент діє в інтересах замовника, щоб розширити його можливості (звідси й запозичений термін “агент”).

**Рішення** – це вибір найкращої в певному розумінні альтернативи з множини можливих альтернатив.

**Секція даних** (*Data mart*) – відносно невеликий склад даних або частина більш загального складу даних, спеціалізована на використанні конкретним підрозділом або групою користувачів.

**Система підтримки прийняття колективних рішень** (*СППКР*) – це інтерактивна система, що поєднує комунікації, комп'ютери та технології, які підтримують розробку групових рішень.

**Система управління базою даних** (*СУБД*) – система програмного забезпечення, яка містить засоби оброблення даних мовами баз даних і забезпечує створення бази даних та її цілісність, підтримує базу даних в актуальному стані, дає змогу маніпулювати даними й обробляти звернення до БД, які надходять від прикладних програм і/або кінцевих користувачів за умов застосовуваної технології оброблення інформації.

**Система управління базою моделей** (*СУБМ*) – програмний засіб, який забезпечує користувача інструментарієм для програвання різних сценаріїв вирішення задачі ухвалення рішення, створення нових і зміни існуючих моделей. Відіграє ключову роль у схемі управління моделями СППР.

**Система** – це організаційне або складне ціле, ряд або комбінація елементів чи частин, які утворюють єдиний комплекс, спрямований на досягнення загальної (єдиної для всього комплексу) мети.

**Системи візуалізації** (*Visualization systems*) – це системи, які можуть подібно до людини візуально взаємодіяти зі своїм середовищем, використовувати візуальні зображення та слухові сигнали для інструкування комп'ютерів або інших пристроїв, наприклад роботів.

**Системи інформації для вищої ланки управління** (*IC керівників, Executive information systems – EIS*) – це системи, які обслуговують менеджерів вищого рівня з метою забезпечення миттєвого доступу до інформації про найважливіші фактори, які впливають на досягнення фірмою своїх цілей.

**Системи обробки операцій** (*Transaction Processing Systems-TPS*) – це інформаційні системи, які автоматизують чітко визначені, повторювані “рутинні” бізнес-операції (такі, наприклад, як реєстрація внесків, зняття грошей з рахунків, реєстрація складських операцій, виписка накладних та ін.).

**Системи підтримки прийняття рішень** (*СППР*) – це особливі інтерактивні інформаційні системи, які використовують обладнання, програмне забезпечення, дані, базу моделей і працю менеджера з метою підтримки різних стадій прийняття слабоструктурованих і неструктурованих рішень безпосередніми користувачами-менеджерами в процесі аналітичного моделювання на основі наданого набору технологій.

**Системи рішень** (*Decision systems*) – це комп'ютерні програми й технології, призначені для розроблення шаблонних рішень, слідкування і контролю та для допомоги особам, що приймають рішення, в напівструктурованих і/або нешаблонних ситуаціях.

**Слабоструктуровані (незапрограмовані) рішення** – це рішення, які приймаються в ситуаціях, що відрізняються новизною, внутрішньою неструктурованістю та неповнотою інформації, різноманіт'ям і складністю впливу різних факторів.

**СППР-інструментарій** – це пакети програмних засобів, які можуть використовуватися для створення як прикладних СППР, так і СППР-генераторів.

**Стратегічні СППР** – засновані на аналізі великої кількості інформації з різних джерел. Такі системи залучають дані, що містяться в системах, що акумулюють досвід вирішення проблем.

**Сховища даних** – це інформаційні структури, що дозволяють виконувати аналітичну обробку даних, використовують багатовимірну структуру подання інформації та призначені для збереження великих обсягів даних про систему за значні проміжки часу.



**Сховище метаданих (репозитарій)** – це база даних, що управляється централізовано, в якій міститься така інформація: структура даних сховища; структура даних, імпортованих з різних джерел; інформація про джерела даних; інформація щодо методів завантаження та агрегування даних; інформація щодо засобів доступу; інформація щодо бізнес-правил оцінки та подання інформації; інформація про структуру бізнес-понять.

**Теорія прийняття рішень** – це наукова дисципліна, задачами якої є дослідження того, як приймаються рішення, та розробка методів прийняття рішень, що допомагають обґрунтувати вибір найкращого варіанта з декількох можливих.

**Універсальні СППР** – СППР, що не орієнтовані на конкретну предметну галузь, а призначені для підтримки прийняття рішень у різних сферах діяльності людини.

**Управлінська інформаційна система** (*Management Information System – MIS*) – інформаційна система, яка здійснює збір вичерпних даних про діяльність організації та узагальнює їх у формі регламентованих звітів, зручних для роботи менеджерів.

**Управлінські рішення** – це рішення, які приймаються керівниками різного рівня та мають характер керуючих впливів, спрямованих на досягнення мети управління організацією.

**Функціонально-спеціалізовані СППР** – це СППР, орієнтовані на підтримку прийняття рішень у рамках певної предметної галузі (наприклад, у сфері фінансового менеджменту, інвестиційного менеджменту, маркетингу та ін.).

**Школа створення СППР** – система поглядів визначеної групи проєктувальників і розробників на призначення або головну функцію СППР, її предметну галузь, етап (фокус) процесу прийняття рішення, тип ситуації, пов'язаної з прийняттям рішень.

**Штучний інтелект** – здатність систем оброблення даних виконувати функції, що асоціюються з інтелектом людини, такі як логічне мислення, навчання та самовдосконалення.

**Штучні нейронні мережі** (*Artificial Neural Network – NN*) – програмне та технічне наслідування біологічної нейронної мережі.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авербах, Л. И. Экономико-математические методы принятия решений [Текст] : краткий курс лекций / Л. И. Авербах, Я. Д. Гельруд. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 192 с.
2. Архипенков, С. Я. Аналитические системы на базе Oracle Express OLAP [Текст] / С. Я. Архипенков. – М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 1999. – 320 с.
3. Берсуцкий, Я. Г. Модели и алгоритмы принятия управленческих решений [Текст] / Я. Г. Берсуцкий, Н. Н. Лепа, Н. Г. Гузь [и др.]. – Донецк : ИЭП НАНУ, 1998. – 307 с.
4. Берсуцкий, Я. Г. Принятие решений в управлении экономическими объектами: методы и модели [Текст] / Я. Г. Берсуцкий, Н. Н. Лепа, Н. Г. Гузь [и др.] ; НАНУ ИЭП. – Донецк : Юго-Восток, Лтд, 2002. – 276 с.
5. Бочарников, Виктор. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике [Текст] / В. П. Бочарников. – СПб. : Наука, 2001. – 328 с. – ISBN 966-521-082-3.
6. Буров, К. Обнаружение знаний в хранилище данных [Текст] / К. Буров // Открытые системы. – 1999. – № 5–6.
7. Варфоломеев, В. И. Принятие управленческих решений [Текст] : учеб. пособ. для вузов. / В. И. Варфоломеев, С. Н. Воробьев. – М. : КУДИЦОБРАЗ, 2001. – 288 с.
8. Василенко, В. А. Теорія і практика розробки управлінських рішень [Текст] : навч. посіб. / В. А. Василенко. – К. : ЦНЛ, 2002. – 420 с.
9. Вовчак, І. С. Інформаційні системи та комп'ютерні технології в менеджменті [Текст] : навчальний посібник / Іван Сільвестрович Вовчак ; Мін-во освіти і науки України, Тернопільський держ. технічний ун-т ім. І. Пулюя. – Тернопіль : Карт-бланш, 2001. – 354 с. – ISBN 966-7952-01-0.
10. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] : учебное пособие / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с. – ISBN 5-272-00071-4.
11. Галузинський, Г. П. Сучасні технологічні засоби обробки інформації [Текст] : навч. посіб. / Г. П. Галузинський, І. В. Гордієнко. – К. : КНЕУ, 1998. – 224 с.
12. Гасов, В. М. Инженерно-психологическое проектирование взаимодействия человека с техническими средствами [Текст] / В. М. Гасов, Л. А. Соломонов. – М. : Высш. школа, 1990. – 127 с.

13. Глибовець, Микола Миколайович. Штучний інтелект [Текст] : підручник / М. М. Глибовець, О. В. Олецкий. – К. : КМ Академія, 2002. – 366 с. – ISBN 966-518-153-X.
14. Дюк, В. А. Data Mining – интеллектуальный анализ данных [Электронный ресурс] / В. А. Дюк. – Режим доступа : <http://www.olap.ru/basic/dm2.asp>.
15. Дюк, В. А. Data Mining – состояние проблемы, новые решения [Электронный ресурс] / В. А. Дюк. – Режим доступа : <http://www.inftech.webservis.ru/database/datamining/ar1.html>.
16. Эддоус, М. Методы принятия решений [Текст] : учебное пособие / М. Эддоус, Р. Стэнфилд, И. И. Елисеева. – М. : Аудит : ЮНИТИ, 1997. – 590 с. – ISBN 5-85177-027-9.
17. Емельянов, С. В. Многокритериальные методы принятия решений [Текст] / С. В. Емельянов, О. И. Ларичев. – М. : Знание, 1985. – 32 с.
18. Заичкин, Н. И. Экономико-математические модели и методы принятия решений в управлении производством [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Заичкин. – М. : Изд. центр ГУУ, 2000. – 107 с.
19. Карданская, Н. Л. Принятие управленческих решений [Текст] : учебник для вузов / Н. Л. Карданская. – М. : ЮНИТИ, 1999. – 407 с.
20. Кігель, В. Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці [Текст] : монографія / В. Р. Кігель. – К. : ЦНЛ, 2003. – 202 с.
21. Киселев, М. Средства добычи знаний в бизнесе и финансах [Текст] / М. Киселев, Е. Соломатин // Открытые системы. – 1997. – № 4.
22. Колпаков, В. М. Теория и практика принятия управленческих решений [Текст] : учеб. пособие / В. М. Колпаков. – [изд. 2-е, перераб. и доп.]. – К. : МАУП, 2004. – 504 с.
23. Компьютеризация информационных процессов на промышленных предприятиях [Текст] / В. Ф. Сытник, Х. Срока, Н. В. Еремина [и др.] – К. : Техника; Катовице : Экономическая академия им. Карола Адамецкого, 1991. – 216 с.
24. Корнеев, В. В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации [Текст] / В. В. Корнеев [и др.]. – М. : Нолидж, 2000. – 352 с.
25. Ларичев, О. И. Наука и искусство принятия решений [Текст] / О. И. Ларичев. – М. : Наука, 1979. – 200 с.
26. Лескин, А. А. Системы поддержки управленческих и проектных решений [Текст] / А. А. Лескин, В. Н. Мальцев. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-е, 1990. – 167 с.

27. Литвак, Б. Г. Разработка управленческого решения [Текст] : учебник / Б. Г. Литвак. – М. : Дело, 2000. – 392 с.
28. Петровский, А. В. Системы поддержки принятия решений [Текст] / А. В. Петровский, М. Ю. Стернин, В. К. Маргоев. – М. : ВНИИ системных исследований, 1987. – 42 с.
29. Пушкар, О. І. Системи підтримки прийняття рішень [Текст] : навч. посібник / О. І. Пушкар, В. М. Гіковатий, О. С. Євсєєв, Л. В. Потрашкова ; ред. О. І. Пушкар. – Харків : Інжек, 2006. – 304 с. – ISBN 966-392-066-1.
30. Романов, В. П. Интеллектуальные информационные системы в экономике [Текст] : учебное пособие / Виктор Петрович Романов ; ред. Н. П. Тихомиров ; Российская эконом. академия им. Г. В. Плеханова. – М. : Экзамен, 2003. – 496 с. – ISBN 5-94692-194-0.
31. Саати, К. Аналитическое планирование. Организация систем [Текст] / К. Саати, К. Кернс. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
32. Ситник, В. Ф. Імітаційне моделювання [Текст] : навч. посіб. / В. Ф. Ситник, Н. С. Орленко – К. : КНЕУ, 1998. – 232 с.
33. Сытник, В. Ф. Математические модели в планировании и управлении предприятиями [Текст] / В. Ф. Сытник, Е. А. Карагодова. – К. : Вища шк. Гл. изд-во, 1985. – 214 с.
34. Ситник, В. Ф. Основи інформаційних систем [Текст] : навч. посібник / В. Ф. Ситник [та ін.]. – [2-ге вид., перероб. і доп.]. – К. : КНЕУ, 2001. – 420 с.
35. Ситник, В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень [Текст] : навч. посібник / В. Ф. Ситник. – К. : КНЕУ, 2003.
36. Смирнов, Э. А. Разработка управленческих решений [Текст] : учеб. для вузов / Э. А. Смирнов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 271 с.
37. Спирли, Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование, разработка, реализация [Текст] / Э. Спирли ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2001. – Том. 1. – 400 с.
38. Управление в условиях неопределённости [Текст] / пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 213 с. – (Классика Harvard Business Review). – ISBN 5-9614-0382-3.
39. Филинов, Н. Б. Математическое моделирование в анализе и разработке управленческих решений [Текст] : учеб. пособие / Н. Б. Филинов, В. В. Борисов. – М. : ГУУ, 2001. – 63 с.
40. Черноруцкий, И. Г. Методы оптимизации и принятия решений [Текст] : учебное пособие / Игорь Георгиевич Черноруцкий ; СПбГ технический ун-т. – СПб. : Лань, 2001. – 384 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 5-8114-0387-9.

41. Gray, Paul. Visual IFPS/Plus for Business [Text] / Paul Gray. – Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 1996.
42. Hopple, G. W. The state of the decision support systems [Text] / G. W. Hopple. – Printed in USA, 1988. – 246 c.
43. Power, D. J. Decision Support Systems: Concepts and Resources [Electronic resource] / D. J. Power. – Mode of access : <http://dssresources.com.dssbook/index.html>.
44. Raymond McLeon Jr., George Schell. Management Information Systems [Text] / Raymond McLeon Jr., George Schell. – Prentice – Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2001.
45. Sauter, V. Decision Support Systems [Electronic resource] / V. Sauter. – Printed in United States of America, 1997. – Mode of access : <http://www.umsl.edu/~sauter/DSS/book.html>.
46. Watson, Hugh J. Building Executive Information Systems and other Decision Support Applications [Text] / Hugh J. Watson, George Houdeshel, R. Kelly Rainer. – New York : John Wiley & Sons Inc, 1997.

*Навчальне видання*

## **СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Навчальний посібник  
для самостійного вивчення дисципліни

Укладачі:

**Братушка** Сергій Миколайович  
**Новак** Сергій Миколайович  
**Хайлук** Світлана Олексіївна

Редактор *Г.М. Нужненко*

Технічне редагування *І.О. Кругляк*

Комп'ютерна верстка *Н.А. Височанська*

Підписано до друку 13.05.2010. Формат 60x90/16. Гарнітура Times.  
Обл.-вид. арк. 12,32. Умов. друк. арк. 16,63. Тираж 300 пр. Зам. № 973

Державний вищий навчальний заклад  
“Українська академія банківської справи Національного банку України”  
40030, м. Суми, вул. Петропавлівська, 57

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції: серія ДК, № 3160 від 10.04.2008

Надруковано на обладнанні Державного вищого навчального закладу  
“Українська академія банківської справи Національного банку України”  
40030, м. Суми, вул. Петропавлівська, 57