

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Запорізька державна інженерна академія



В.В. Хорошун

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Навчально-методичний посібник

для студентів ЗДІА

галузь знань 0305 – «Економіка та підприємництво»

напрямок підготовки 6.030502 – «Економічна кібернетика»

Запоріжжя
2012

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Запорізька державна інженерна академія

Затверджено до друку
рішенням науково-методичної ради ЗДІА,
протокол № 2 від 23.02.2012 р.

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Навчально-методичний посібник

для студентів ЗДІА

галузь знань 0305 – «Економіка та підприємництво»

напрямок підготовки 6.030502 – «Економічна кібернетика»

Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри ЕК,
протокол № 10 від 08.02.2012 р.

Запоріжжя
2012

Системи підтримки прийняття рішень. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА, галузь знань 0305 – «Економіка та підприємництво» напрям підготовки 6.030502 – «Економічна кібернетика» / Укл. В.В. Хорошун. Запоріжжя, Видавництво ЗДІА, 2012 – 150 с.

Укладачі:

В.В. Хорошун – к.е.н., доцент

Відповідальний за випуск –
завідувач кафедри економічної кібернетики
доц. Солодухін С.В.

Рецензенти:

Лебедєва Л.М. – к.ф.-м.н., доцент,
зав. каф. економічної кібернетики
та інформаційних систем ЗІЕІТ.

Подмешальська Ю.В. – к.е.н.,
доцент кафедри обліку і аудиту ЗДІА

ПЕРЕДМОВА

Навчально-методичний посібник з дисципліни *«Системи підтримки прийняття рішень»* присвячено питанням побудови й застосування систем прийняття управлінських рішень на базі нових методів, моделей та інформаційних технологій. У ньому *розглянуто* теоретико-методологічні основи, історія розвитку та функціонування теорії прийняття рішень, *наведено* класифікацію й основні базові компоненти систем підтримки прийняття рішень, *запропоновано* сучасні методи й моделі прийняття управлінських рішень, *проаналізовано* розвиток та запровадження виконавчих інформаційних систем.

Структура та зміст посібника відповідає типовій навчальній програмі з дисципліни «Системи підтримки прийняття рішень», яка складена відповідно до «Освітньо-професійної програми напрямку підготовки 0305 – «Економіка та підприємництво» для спеціальності 6.030502 - «Економічна кібернетика», прийнятого у ЗДІА «Положення про кредитно-модульну систему організації навчального процесу та рейтингове оцінювання знань студентів» та згідно діючого «Положення про навчально-методичні видання у ЗДІА».

Навчально-методичний посібник, окрім викладу навчального матеріалу, містить методичні вказівки й рекомендації з підготовки й виконання студентами лабораторних, практичних та самостійних робіт. Навчально-методичний матеріал вдало доповнено тестовими питаннями модульного та підсумкового контролю знань, що дозволяє підвищити для студентів якість засвоєння знань з даної дисципліни.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
МОДУЛЬ 1	
РОЗВИТОК ТА ЕВОЛЮЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	8
Тема 1 Розвиток методів підтримки прийняття рішень, СППР та їх застосування в Україні	8
Тема 2 Ретроспективний аналіз еволюції інформаційних технологій та систем	12
Лабораторний практикум з Модуля 1	20
Приклад завдання до модульного контролю 1	24
МОДУЛЬ 2	
ФОРМАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СППР	25
Тема 3 Організаційно-технологічні засади підготовки й прийняття рішень	25
Тема 4 Базові компоненти СППР. Класифікація СППР	33
Лабораторний практикум з Модуля 2	39
Приклад тестового завдання до модульного контролю 2	46
МОДУЛЬ 3	
ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА OLAP- ТЕХНОЛОГІЙ В СППР	48
Тема 5 Засоби штучного інтелекту в СППР	48
Тема 6 СППР на основі сховищ даних та OLAP-технологій	55
Лабораторний практикум з Модуля 3	68
Приклад завдання до модульного контролю 3	76

МОДУЛЬ 4	
ПРИНЦИПИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ	
ГРУПОВОГО ВИБОРУ	77
Тема 7 Групові системи підтримки прийняття рішень	77
Тема 8 Виконавчі інформаційні системи. Засоби машинної імітації в СППР	86
Лабораторний практикум з Модуля 4	91
Приклад тестового завдання до модульного контролю 4	97
МОДУЛЬ V	
ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	
ТА ОЦІНЮВАННЯ СППР	99
Тема 9 Оцінювання та вибір методів підтримки прийняття рішень	99
Тема 10 Створення, впровадження та оцінювання СППР	119
Лабораторний практикум з Модуля 5	129
Приклад тестового завдання до модульного контролю 5	134
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	137
САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ	140
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ З ДИСЦИПЛІНИ	141
КРИТЕРІЇ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ТА	
ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ	143
ЛІТЕРАТУРА	145
АЛФАВІТНО-ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	147

ВСТУП

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) належить до фундаментальних дисциплін бакалаврської підготовки за напрямком 6.030502 «Економічна кібернетика». В сучасних умовах розвитку ринкової економіки фахівці з економіки мають володіти якісно новими знаннями з систем підтримки прийняття рішень та економіко-математичних методів прийняття управлінських рішень. 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.

Під СППР розуміють «інтерактивну прикладну систему, що забезпечує кінцевим користувачам, які приймають рішення, легкий та зручний доступ до даних або моделей з метою прийняття рішень у напівструктурованих та неструктурованих ситуаціях з різних галузей людської діяльності».

Мета дисципліни: формування бази фундаментальних теоретичних знань щодо суті систем підтримки прийняття рішень, оцінювання й вибору методів підтримки прийняття рішень та забезпечувальних засобів СППР.

Завдання дисципліни: вивчення методологічно-організаційних особливостей прийняття управлінських рішень; набуття практичних навичок з проектування, створення й застосування СППР на базі нових інформаційних технологій та обчислювальної техніки.

Предмет дисципліни: методологічні та організаційно-технологічні засади побудови систем підтримки прийняття рішень.

Методи й моделі прийняття рішень, що розглядаються в даному курсі, повинні допомогти студентам набути навички прийняття ефективних управлінських рішень, розподілу й оптимізації ресурсів, аналізу й обробки даних, прогнозування наслідків.

Набуті студентами теоретичні знання й практичні навички з дисципліни «Системи підтримки прийняття рішень» будуть необхідні їм при виконанні аналітичних досліджень під час виробничої та переддипломної практик, при

написанні курсових, а також випускних кваліфікаційних (дипломних, магістерських) робіт, у подальшій професійній діяльності.

Після вивчення дисципліни студент зобов'язаний:

Знати:

- теоретичні основи дослідження СППР й застосування їх в Україні;
- загальні методи підтримки прийняття рішень;
- ретроспективний аналіз еволюції інформаційних технологій та інформаційних систем;
- основні засади підготовки та прийняття рішень;
- базові компоненти та класифікацію СППР;
- методи та комп'ютерні засоби підтримки прийняття рішень;
- методи групового прийняття рішень.

Вміти:

- самостійно ставити й виконувати завдання створення, впровадження й оцінювання СППР;
- володіти математичним інструментарієм підготовки та прийняття рішень;
- застосовувати засоби штучного інтелекту в СППР;
- створювати СППР на основі сховищ даних та OLAP-технологій;
- використовувати засоби машинної імітації в СППР;
- оцінювати та вибирати методи підтримки прийняття рішень;
- робити якісні, науково-обґрунтовані висновки та давати рекомендації щодо впровадження отриманих результатів в практичну діяльність.

Вивчення дисципліни включає лекційні, практичні й лабораторні заняття, а також самостійну роботу, що вимагає від студентів підготовки, в першу чергу з дисциплін «Програмні засоби обробки економічної інформації», «Економіко-математичне моделювання», «Системи управління базами даних», «Статистика», «Економічна кібернетика» та ін.

Як методичний апарат дисципліна «Системи підтримки прийняття рішень» використовує методи математичного та багатовимірного порівняльного аналізу, диференціальне числення, варіаційне числення, теорію прийняття рішень й теорію ігор.

МОДУЛЬ 1

РОЗВИТОК ТА ЕВОЛЮЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Тема 1 Розвиток методів підтримки прийняття рішень, СППР та їх застосування в Україні

1.1 Аналіз розвитку теорії прийняття рішень

1.2 Загальні відомості про СППР

1.1 Аналіз розвитку теорії прийняття рішень

Наука про вибір найкращого рішення з прийнятних варіантів на основі математичних методів теорії прийняття рішень склалася порівняно недавно - близько 50 років ХХ ст.

Основи теорії прийняття рішень розроблені Джоном фон Нейманом і Отто Моргенштерн. З ускладненням завдань з'явилося багато різних напрямів цієї науки, які мають справу з однією і тією ж проблемою аналізу можливих способів дії з метою знаходження оптимального в даних умовах рішення проблеми.

Причинами розвитку теорії прийняття рішень є:

- збільшення ціни помилки прийняття рішень;
- прискорення розвитку науково-технічного прогресу;
- досягнення в галузі інформаційних технологій, зокрема телекомунікаційні мережі, персональні комп'ютери, динамічні електронні таблиці, експертні системи.

Ці причини посприяли тому, що на початку 60-х років загальна теорія прийняття рішень сформувалася як самостійна дисципліна. Тоді ж була сформульована основна мета цієї теорії - раціоналізувати процес прийняття рішень. У подальшому була створена й прикладна теорія статистичних рішень, що дозволяє аналізувати та вирішувати широкий клас управлінських завдань,

пов'язаних з обмеженим ризиком - проблеми вибору, розміщення, розподілу й т.п.

На початку 70-х років завдяки подальшому розвитку управлінських інформаційних систем виникли системи підтримки прийняття рішень - це системи, розроблені для підтримки процесів прийняття рішень менеджерами у складних слабоструктурованих ситуаціях, пов'язаних з розробкою та прийняттям рішень.

Термін СППР (DSS - Decision Support System) виник у 70-х роках ХХ століття і належить Горрі та Мортону. Оскільки СППР першого покоління мало чим відрізнялися від традиційних управлінських інформаційних систем, замість СППР часто застосовувався термін «системи управлінських рішень» [13].

Досі немає єдиного визначення СППР. Наприклад, деякі автори під СППР розуміють «інтерактивну прикладну систему, що забезпечує кінцевим користувачам, які приймають рішення, легкий та зручний доступ до даних або моделей з метою прийняття рішень у напівструктурованих та неструктурованих ситуаціях з різних галузей людської діяльності».

Відомі й інші визначення, наприклад:

«СППР - це такі системи, які ґрунтуються на використанні моделей та процедур з обробки даних і думок, що допомагають керівникові приймати рішення»;

«СППР - інтерактивні автоматизовані системи, що допомагають особам, які приймають рішення, використовувати дані й моделі, щоб вирішувати неструктуровані та слабоструктуровані проблеми»;

«СППР - комп'ютерна інформаційна система, використовувана для підтримки різних видів діяльності під час прийняття рішень у ситуаціях, коли неможливо або небажано мати автоматичну систему, яка повністю виконує весь процес рішень»;

«СППР являє собою специфічний та добре описуваний клас систем на базі персональних комп'ютерів» [13].

1.2 Загальні відомості про СППР

Розмаїття визначень систем підтримки прийняття рішень відбиває широкий діапазон різних форм, розмірів, типів СППР. Але практично всі види цих комп'ютерних систем характеризуються чіткою структурою, яка містить три головні компоненти:

- підсистему інтерфейсу користувача;
- підсистему управління базою даних;
- підсистему управління базою моделей.

Ці три компоненти становлять основу класичної структури СППР (рис.1.1), завдяки якій останні відрізняються від інших типів інформаційних систем, зокрема інформаційних систем, що ґрунтуються на використанні сховищ даних та мають таку саму англomовну аббревіатуру - DSS. Останнім часом з розвитком мережі Інтернет до СППР додають новий компонент - систему управління поштою (повідомленнями).

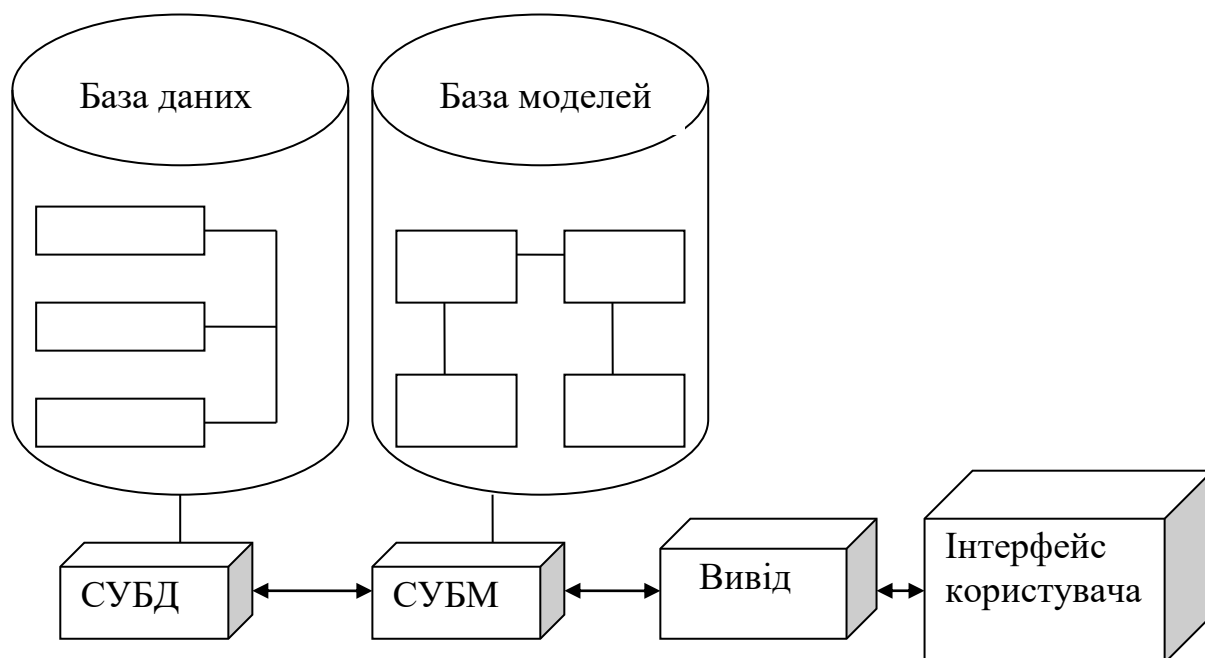


Рис. 1.1 Класична структура СППР

Специфічні особливості та основи побудови компонентів СППР забезпечують реалізацію таких важливих концепцій побудови інформаційних

систем, як інтерактивність, інтегрованість, потужність, доступність, гнучкість, надійність, робасність, керованість [6].

Інтерактивність СППР означає, що система відгукується на різного роду дії, якими людина має намір вплинути на обчислювальний процес, зокрема в діалоговому режимі. Властивість інтерактивності необхідна для дослідження нових проблем та ситуацій, під час адаптивного проектування прикладних СППР.

Інтегрованість СППР забезпечує сумісність складових системи щодо управління даними й засобами спілкування з користувачами у процесі підтримки прийняття рішень.

Потужність СППР означає здатність системи відповідати на найістотніші запитання.

Доступність СППР - це здатність забезпечувати видачу відповідей на запити користувача в потрібній формі та в необхідний час.

Гнучкість СППР характеризує можливість системи адаптуватися до зміни потреб та ситуацій.

Надійність СППР означає здатність системи виконувати потрібні функції протягом заданого періоду часу.

Робасність (robustness) СППР - це ступінь здатності системи відновлюватися в разі виникнення помилкових ситуацій як зовнішнього, так і внутрішнього походження. Хоча між надійністю та робасністю може існувати певний зв'язок, ці дві характеристики системи різні: система, яка ніколи не поновлюватиметься в разі настання помилкових ситуацій, може бути надійною, не будучи робасною; система з високим рівнем робасності, яка може відновлюватися й продовжувати роботу в багатьох помилкових ситуаціях, може бути водночас віднесена до ненадійних, оскільки вона не здатна заздалегідь (до пошкодження) виконати необхідні службові процедури.

Керованість СППР означає, що користувач може контролювати дії системи, втручаючись у хід виконання завдань.

Тема 2 Ретроспективний аналіз еволюції інформаційних технологій та систем

2.1 Історична довідка про розвиток СППР

2.2 Еволюція систем підтримки прийняття рішень

2.1 Історична довідка про розвиток СППР

Системи підтримки прийняття рішень почали розвиватися на ранніх стадіях ери розподіленого обчислення. Історія таких систем веде відлік приблизно з 1967 року і за цей час СППР пройшли значний шлях розвитку, включаючи орієнтовані на моделі СППР, інструментальні засоби запиту та звітування, системи бізнесової інформації (Business Intelligence), оперативне аналітичне оброблення (OLAP), групові СППР та виконавчі інформаційні системи.

До 1965 року побудова великих інформаційних систем була дуже дорогою. Приблизно у цей час створення IBM System 360 та інших потужніших універсальних ЕОМ (mainframe) зробило практичнішим та рентабельним розроблення інформаційних систем менеджменту (ІСМ) у великих компаніях. ІСМ призначені переважно для забезпечення менеджерів структурованими, періодичними звітами. Багато інформації надходило від систем обліку та оброблення транзакцій. Наприкінці 60-х років XX століття появився й набув практичного поширення новий тип інформаційних систем - орієнтовані на моделі СППР або системи управлінських рішень (management decision system).

Відоме таке твердження двох піонерів у галузі СППР - П. Кіна (Peter Keen) та Ч. Штабеля (Charles Stabell) (травень 1978) - щодо початку концепції DSS: «Концепція підтримки рішень розвинулася від двох головних галузей дослідження: теоретичних досліджень стосовно створення організаційних рішень, які проводилися в технологічному інституті Карнегі (Carnegie) протягом кінця 50-х і початку 60-х років XX століття, та технічних робіт щодо створення інтерактивних обчислювальних систем, які переважно виконувалися

в Массачусетському технологічному інституті (MIT) у 60-х роках» [14]. Близько 1970 року в бізнесових журналах почали з'являтися публікації матеріалів про системи управлінських рішень, системи стратегічного планування та комп'ютерні системи допомоги у прийнятті рішень (наприклад, Ferguson і Jones 1969 року).

У 1971 році Мортон (Michael S. Scott Morton) завершив написання книги *Management Decision Systems: Computer-Based Support for Decision Making* (Системи управлінських рішень: основана на комп'ютерах підтримка створення рішень). Книга була його докторською дисертацією в MIT. Мортон зосереджує свою увагу на тому, як комп'ютери й аналітичні моделі могли б допомогти менеджерам у створенні ключових рішень. Він провів експеримент, в якому менеджери пробували застосувати розроблену ним систему - *Management Decision System (MDS)*. Його MDS використовувалася менеджерами з маркетингу та виробництва, щоб удосконалити виробниче планування для прального устаткування. Дослідження Мортон Скотта було піонерською реалізацією та дослідницьким тестом специфічної, орієнтованої на моделі, СППР.

Джерітті (T.P. Gerrity Jr.) у 1971 році описав розроблену ним систему підтримки прийняття рішень у статті «*The Design of Man-Machine Decision Systems: An Application to Portfolio Management*» (Проектування людино-машинних систем рішень: застосування до управлінського портфеля), яка опублікована в журналі «*Sloan Management Review*». Пропонована ним система була призначена для підтримки інвестиційних менеджерів у їх щоденному управлінні портфелями акцій клієнтів. Нині СППР для управління портфелем стали дуже складними порівняно з тією системою, яку Горрі розробив на початку свого дослідження.

У 1974 році професор університету Міннесоти (Minnesota) Гордон Давіс (Gordon Davis) оприлюднив свою впливову на інформаційні системи управління працю: «*Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, and Development*» (Інформаційні системи управління: концептуальні

засади, структура та розроблення). Розділ 12 мав такий заголовок: «Information System Support for Decision Making» (Інформаційна система для створення рішень), а 13 розділ мав назву «Information System Support for Planning and Control» (Інформаційні системи підтримки планування й управління), що стали базою для широкого розроблення напрямків дослідження СППР та практики. Він визначив інформаційну систему управління як «інтегровану, людино-машинну систему надання інформації для підтримки дій, управління та функцій прийняття рішень в організації» [17]. Отже, ІСМ були багато чим подібні до концепції СППР.

У 1975 році Літл (J. D. C. Little) розширив межі підтримки комп'ютером процесу моделювання. СППР Літла, що дістала назву «Brandaid», була розроблена для того, щоб підтримувати виробництво, сприяти розробленню рішень щодо ціноутворення й реклами. Цей автор в іншій статті (1970) «Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus» (Моделі та менеджери: концепція розрахунку рішень) ідентифікував критерії для моделей проектування, які підтримують створення управлінських рішень. Його критеріями є: робастість (стійкість), легкість управління, простота й комплексність релевантних елементів.

Кляйн (Klein) і Метлі (Methlie) у 1995 році зазначали, що «дослідження початку СППР ще має бути описаним. Здається, що перші праці з СППР були опубліковані студентами, докторами філософії (PhD) або професорами в бізнес-школах, які мали доступ до першої обчислювальної системи розподілення часу: проект МАС у школі Sloan, системи Dartmouth розподілення часу в школі Tuck. У Франції НЕС був першою французькою бізнесовою школою, що мала систему розподілення часу (встановлену 1967 року), і перші праці з СППР були оприлюднені професорами школи ще 1970 року. Термін SIAD (Systemes Interactif d'Aide a la Decision) є французьким терміном СППР. Концепція СППР була розроблена незалежно у Франції та описана в кількох працях професорів НЕС, що працювали над проектом *SCARABEE*, який почався 1969 та закінчився

1974 року. Концепція СППР, стратегії проектування й реалізації цих систем описані в кількох публікаціях, пов'язаних з цим проектом».

У 70-х роках ХХ століття проблеми практики та теорії, пов'язані з СППР, обговорювалися на академічних конференціях. На них, зокрема, розглядалися ідеї розподілу та обміну інформацією. Дослідники Массачусетського технологічного інституту, насамперед Peter Keen та Michael Scott Morton, були особливо впливовими. Підручник Keen та Scott Morton із СППР під назвою «Decision Support Systems: An Organizational Perspectives» (Системи підтримки прийняття рішень: організаційна перспектива), що був опублікований у 1978 році, забезпечив всебічну поведінкову орієнтацію щодо аналізу систем підтримки прийняття рішень, їх проектування, створення, оцінювання та розвитку.

1980 року Стівен Алтер опублікував результати своєї докторської дисертації в МІТ у впливовій книзі, що називалася «Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenge» (Системи підтримки прийняття рішень: теперішня практика та безперервні складні проблеми). Дослідження Алтера та його праці розширили каркас щодо розвитку концепції СППР. Його дослідження також уможливило ґрунтовне описання основних прикладів систем підтримки прийняття рішень. Ряд інших дисертацій в МІТ, що були завершені в середині та наприкінці 70-х років, також стосувалися проблем, пов'язаних з використанням моделей для підтримки прийняття рішень.

У 1979 році Джон Рокарт з Гарвардської бізнес-школи опублікував сенсаційну статтю у журналі «Harvard Business Review» (Гарвардський бізнес-огляд), що привела до розвитку виконавських інформаційних систем (BIC) або систем підтримки виконавців (ESS).

Бончек (Bonczek), Холсаппл (Holsapple) і Вінстон (Whinston) 1981 року в книзі «Основи систем підтримки прийняття рішень» описали створену ними теоретичну рамку для розуміння питань, пов'язаних з проектуванням орієнтованих на знання СППР. Вони виявили чотири істотні «аспекти» або загальні компоненти всіх СППР [11]:

- 1) мовна система (LS) - усі повідомлення, які СППР може прийняти;
- 2) система подання (презентації) (PS) - усі повідомлення, які СППР може випустити;
- 3) система знань (KS) - усі знання, які СППР нагромаджує та зберігає;
- 4) система оброблення проблем (PPS) - «проблемний процесор», що намагається розпізнати та розв'язати проблеми протягом використання СППР.

У цій книзі показано, як технології штучного інтелекту та експертних систем були доречними для розроблення СППР.

Книга Спрага (Ralph Sprague) та Карлсона (Eric Carlson) (1982) «Building Effective Decision Support Systems» (Побудова ефективних систем підтримки прийняття рішень) була важливою проміжною віхою. Вона містить практичний, зрозумілий та стислий огляд того, як організації можуть і мають будувати СППР. Хоч їхня книга, можливо, створювала деякі нереалістичні очікування, проблеми виникали скоріше внаслідок обмежень існуючих технологій для побудови СППР, а не через обмеження концепцій, розроблених Спраге та Карлсоном.

З 1985 року почав виходити міжнародний журнал «Decision Support Systems». Нині ряд дисциплін надає відповідні їм окремі основи для розроблення та дослідження СППР. Дослідники баз даних забезпечили необхідними інструментальними засобами та дослідженнями стосовно управління даними. Наука управління розробила математичні моделі для використання в СППР та довела очевидність переваг моделювання для розв'язування проблем. Когнітивна (Cognitive) наука, особливо дослідження поведінки ОПР за створення рішень, забезпечило наочну інформацію, яка використовувалася в проекті СППР та генерувала гіпотези для дослідження цих систем. До інших важливих суміжних галузей належать: штучний інтелект (Artificial Intelligence), людино-машинна взаємодія (Human-Computer Interaction), імітаційні методи (Simulation Methods); інжиніринг програмного забезпечення; телекомунікації; інформаційні науки тощо.

2.2 Еволюція систем підтримки прийняття рішень

Аналізуючи еволюцію систем підтримки прийняття рішень, можна вирізнити два покоління СППР: перше покоління розроблялося в період 1970-1980 років, друге - з початку 1980 року й донині (розробка нових типів триває).

У таблиці 1.1 наведено основні етапи еволюції СППР.

Таблиця 1.1

Еволюція СППР

1960 р.	Структуровані звіти ⇒	Інтерактивні (діалогові) системи дослідження ⇒	Розвиток теорії
1970 р.	BrandAid (Класи допоміжних засобів) ⇒	MDS (Системи управлінських рішень) ⇒	RDBMS (Реляційні СКБД)
1980 р.	Ключові книги ⇒	Виконавчі інформаційні системи (EIS) Експертні системи ⇒	GDSS (Групові СППР)
1990 р.	Сховища і вітрини даних ⇒	OLAP-системи ⇒	Data mining (Добування даних)

Перше покоління СППР, як уже зазначалося, майже повністю повторювало функції звичайних управлінських систем щодо надання комп'ютеризованої допомоги у прийнятті рішень. Основні компоненти СППР мали такі ознаки:

- управління даними - велика кількість інформації, внутрішні та зовнішні банки даних, обробка й оцінювання даних;
- управління обчисленнями (моделювання) - моделі, розроблені спеціалістами в галузі інформатики для спеціальних проблем;
- користувацький інтерфейс (мова спілкування) - мови програмування, створені для великих ЕОМ, які використовуються виключно програмістами.

До кінця 70-х років XX століття ряд компаній розробили інтерактивні (діалогові) інформаційні системи, що використовували дані та моделі для допомоги менеджерам в аналізі слабоструктурованих проблем. Ці всі різноманітні системи називалися системами підтримки прийняття рішень. Ще в той час було визнано, що СППР може бути призначена для підтримки особи,

яка приймає рішення на будь-якому рівні в організації. СППР може підтримувати окремі операції, фінансовий менеджмент та прийняття стратегічних рішень.

Системи фінансового планування стали популярними інструментальними засобами підтримки прийняття рішень. Ідея полягала у тому, щоб створити «мову», яка «дала б змогу виконавцям створювати моделі без посередників». Популярна інтерактивна система фінансового планування, що називалася IFPS (Interactive Financial Planning System), спочатку була розроблена наприкінці 70-х років Джеральдом Р. Вагнером (Gerald R. Wagner) та його студентами з Техасу. Компанія Вагнера «EXECUCOM Systems» виставила IFPS на продаж у середині 90-х років, яка була куплена корпорацією «COMSHARE». Нині ця модифікована система має назву IFPS/Plus і набула значного поширення. Головною її перевагою було те, що мова фінансового планування мала електронну таблицю, де була побудована модель з використанням природної мови, а сама модель могла бути відокремленою від даних [13].

СППР другого покоління уже мають принципово нові ознаки:

- управління даними - необхідна та достатня кількість інформації про факти згідно зі сприйняттям ОПР, що охоплює приховані припущення, інтереси та якісні оцінки;
- управління обчисленням та моделюванням - гнучкі моделі, які відтворюють спосіб мислення ОПР у процесі прийняття рішень
- користувацький інтерфейс - програмні засоби, «дружні» користувачеві, звичайна мова, безпосередня робота кінцевого користувача.

Мету та призначення СППР другого покоління можна визначити так:

- допомога в розумінні розв'язуваної проблеми. Сюди належать структуризація проблеми, генерування постановок завдань, виявлення переваг, формування критеріїв;
- допомога у виконанні завдань: генерування й вибір моделей та методів, збір та підготовка даних, виконання обчислень, оформлення й видача результатів;

- допомога щодо аналізу розв'язків, тобто проведення аналізу типу «Що? Коли?» і т.ін., пояснення ходу розв'язування, пошук і видача аналогічних рішень у минулому та їх наслідки»

На початку 80-х років електронні таблиці також використовувалися для побудови орієнтованих на моделі СППР.

У середині 80-х років академічні дослідники розробили новий тип програмного забезпечення для підтримки прийняття групових рішень. Mindsight від компанії «Execucom Systems»; GroupSystems, розроблена в університеті Арізони та SAMM Systems, розроблена дослідниками університету Міннесоти, були початковими груповими СППР. Раніше, 1984 року, групою дослідників в університеті Арізони була завершена групова система підтримки прийняття рішень PLEXSYS та створена перша кімната для прийняття рішень. Кімната містила великий U-подібний стіл для переговорів з 16 комп'ютерними робочими станціями. PLEXSYS стала базою для розвитку програмного забезпечення групової СППР GroupSystems у цьому університеті. Починаючи з середини 80-х років проведено багато досліджень щодо значення та ефективності групових СППР. З того часу ряд компаній комерціалізували групові СППР та групове програмне забезпечення (Groupware).

Виконавчі інформаційні системи (BIC) розвивалися з орієнтованих на моделі систем підтримки прийняття рішень для одного користувача та сприяли покращенню реляційних баз даних. Перші BIC використовували попередньо визначені інформаційні вікна та підтримувалися аналітиками для вищих виконавців. Починаючи приблизно з 1990 року сховища даних та On-Line Analytical Processing (OLAP) - інтерактивне аналітичне оброблення - почали розширювати сімейство BIC та сприяли появі інших типів орієнтованих на дані СППР. Першою виконавчою інформаційною системою була Pilot Software's Command Center.

Лабораторний практикум з Модуля 1

Багатовимірний порівняльний аналіз

За вихідними даними (табл. 1.2) провести багатовимірний порівняльний аналіз результатів господарської діяльності підприємств з врахуванням вагів коефіцієнтів.

За результатами ранжирування побудувати діаграму. Зробити висновки відносно сильних та слабких сторін підприємства.

Як варіант завдання береться підприємство, відповідно до порядкового номеру студента в журналі. Як база порівняння береться 9 наступних підприємств.

Наприклад: Студент №13 порівнює показники діяльності підприємства №13 з показниками діяльності підприємств №14-22.

Таблиця 1.2

Варіанти завдання

Підприємство	Коефіцієнти			Рентабельність, %		Коеф. фін. незалежності	Частка власного оборотного капіталу в сумі поточних активів, %
	Фін. напруженість	Ліквідність	Оборотність	Продажу	Капіталу		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,320	1,8	3,2	25	22	0,75	16
2	0,059	2,3	1,8	15	29	0,50	24
3	0,640	0,8	2,2	22	31	0,45	12
4	0,630	1,2	3,0	10	33	0,45	19
5	0,159	1,6	2,1	9	24	0,42	38
6	0,125	2,0	2,5	30	20	0,55	26
7	0,600	1,8	1,9	33	4	0,57	45
8	0,460	1,5	2,8	35	25	0,55	25
9	0,321	1,1	3,4	12	35	0,62	39
10	0,123	1,2	3,3	29	29	0,34	34
11	0,226	1,0	1,9	31	14	0,77	12
12	0,500	1,7	2,2	33	17	0,68	30
13	0,198	1,4	2,7	24	23	0,58	0
14	0,500	0,9	2,0	20	7	0,48	10
15	0,450	0,8	3,6	14	29	0,65	27

Продовження табл. 1.2							
1	2	3	4	5	6	7	8
16	0,450	2,2	1,4	6	14	0,50	15
17	0,420	1,8	1,6	15	17	0,34	34
18	0,558	2,3	2,7	27	23	0,33	50
19	0,570	1,1	2,7	16	5	0,30	41
20	0,105	1,6	3,5	20	21	0,72	35
21	0,240	1,4	3,5	3	10	0,36	10
22	0,160	2,0	1,9	16	27	0,52	14
23	0,190	1,9	1,8	27	15	0,70	33
24	0,240	1,7	1,4	35	34	0,64	30
25	0,150	1,8	1,1	29	20	0,26	44
26	0,487	1,5	2,5	14	14	0,45	15
27	0,480	1,7	3,6	17	12	0,25	21
28	0,330	1,8	2,8	23	18	0,37	28
29	0,400	0,8	2,4	5	29	0,50	7
30	0,160	0,9	1,7	22	31	0,45	11
31	0,230	1,1	0,8	30	33	0,45	16
32	0,098	2,3	1,3	14	24	0,42	24
33	0,105	1,8	1,6	27	20	0,55	31
34	0,197	1,4	1,8	30	4	0,57	25
35	0,600	1,6	1,7	10	17	0,40	12
36	0,479	1,8	1,1	8	9	0,53	47
37	0,324	1,7	0,8	11	10	0,66	42
38	0,424	1,1	1,5	24	27	0,69	38
39	0,120	0,8	0,9	25	15	0,48	19
40	0,158	2,3	2,7	30	34	0,42	28
Напрям оптимізації	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Ваговий коеф.	0,2	0,1	0,14	0,11	0,17	0,12	0,16

Вказівки до виконання роботи

Багатовимірний порівняльний аналіз необхідний, коли потрібно дати узагальнену рейтингову оцінку за декількома показниками. Для виконання цього завдання широко використовуються алгоритми розрахунку інтегральних показників.

Найбільш перспективним підходом є використання багатовимірного порівняльного аналізу, заснованого на методі евклідових відстаней, який дозволяє враховувати не лише абсолютні величини показників кожного підприємства, але й міру їх близькості (відстань) до показників підприємства-еталону [3]. Розглянемо алгоритм даного методу.

1. Обґрунтовується система показників, за якими оцінюватимуться результати господарської діяльності підприємств, збираються дані за цими показниками та формується матриця вихідних даних (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Вихідні дані

Підприємство	Коефіцієнти			Рентабельність, %		Коеф. фін. незалежності	Частка власного оборотного капіталу в сумі поточних активів, %
	Фін. напруженість	Ліквідність	Оборотність	Продажу	Капіталу		
1	0,30	1,8	3,2	25	22	0,75	16
2	0,25	2,0	2,5	30	26	0,62	26
3	0,52	1,5	2,8	35	25	0,55	25
4	0,40	1,7	2,2	33	38	0,68	30
5	0,22	1,4	2,7	24	16	0,58	0
6	0,30	1,6	3,5	20	21	0,72	35
Ваговий коеф.	0,2	0,1	0,14	0,11	0,17	0,12	0,16

2. У разі, коли напрямом оптимізації показника є його збільшення, в таблиці 1 в кожному стовпці визначається максимальний елемент. Потім всі елементи цього стовпця a_{ij} діляться на максимальний елемент $\max(a_{ij})$. В результаті отримуємо матрицю нормованих коефіцієнтів x_{ij} , представлених в таблиці 1.4:

Таблиця 1.4

Нормовані коефіцієнти

Підприємство	Коефіцієнти			Рентабельність, %		Коеф. фін. незалежності	Частка власного оборотного капіталу в сумі поточних активів, %
	Фін. напруженість	Ліквідність	Оборотність	Продажу	Капіталу		
1	0,577	0,900	0,914	0,714	0,579	1,000	0,457
2	0,481	1,000	0,714	0,857	0,684	0,826	0,743
3	1,000	0,750	0,800	1,000	0,658	0,733	0,714
4	0,769	0,850	0,628	0,943	1,000	0,907	0,857
5	0,423	0,700	0,771	0,686	0,421	0,773	0,000
6	0,577	0,800	1,000	0,571	0,553	0,960	1,000

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max(a_{ij})}.$$

Якщо ж напрямом оптимізації показників є зменшення, значення нормованого коефіцієнта x_{ij} розраховується за формулою:

$$x_{ij} = \frac{\min(a_{ij})}{a_{ij}}.$$

3. Всі елементи матриці нормованих коефіцієнтів зводяться в квадрат. Якщо завдання вирішується з врахуванням різної ваги показників, тоді отримані квадрати множаться на величину відповідних вагових коефіцієнтів (K), встановлених експертним шляхом, після чого результати підсумовуються по рядках (табл. 1.5).

$$R_j = K_1 x_{1j}^2 + K_2 x_{2j}^2 + \dots + K_n x_{nj}^2$$

Таблица 1.5

Отримані дані

Підприємство	Показник								Р _j	Ранг
	1	2	3	4	5	6	7			
1	0,66	0,81	1,25	0,61	0,60	1,30	0,33	5,57	5	
2	0,46	1,00	0,76	0,88	0,84	0,88	0,88	5,71	4	
3	2,00	0,56	0,96	1,20	0,77	0,69	0,81	7,01	2	
4	1,18	0,72	0,59	1,06	1,80	1,06	1,17	7,60	1	
5	0,35	0,49	0,89	0,56	0,31	0,77	0,00	3,39	6	
6	0,66	0,64	1,50	0,39	0,55	1,19	1,60	6,54	3	

Отримані рейтингові оцінки R_j ранжируються в порядку зростання, таким чином визначається місце кожного підприємства за результатами господарської діяльності. Перше місце займає підприємство, якому відповідає найбільша сума, друге місце – підприємство, що має наступний результат і так далі.

Приклад завдання до модульного контролю 1

Аудиторна контрольна робота

Завдання до варіанту 1:

- 1) Загальні відомості про системи підтримки прийняття рішень та експертні системи.
- 2) Характеристика елементного підходу до створення інформаційної системи.
- 3) Методи та засоби створення інформаційної системи.

Завдання до варіанту 2:

- 1) Суть та вимоги до управлінських рішень, їх обґрунтованість, цілеспрямованість, комплексність, своєчасність, законність, надійність.
- 2) Характеристика компонентної технології створення інформаційної системи.
- 3) Характеристики раціональних рішень.

МОДУЛЬ 2

ФОРМАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СППР

Тема 3 Організаційно-технологічні засади підготовки й прийняття рішень

3.1 Основні поняття та визначення завдань прийняття рішень

3.2 Етапи процесу прийняття рішень

3.3 Характеристики сучасних СППР

3.1 Основні поняття та визначення завдань прийняття рішень

Проблеми, пов'язані з прийняттям рішень, виникали завжди, але ще порівняно недавно вважалося, що прийняття рішень є, по суті, мистецтвом, заснованим тільки на досвіді та інтуїції.

Необхідність прийняття обґрунтованих рішень виникає в самих різних областях макро- та мікроекономіки: програми розвитку регіонів, стратегії розвитку підприємств. Витрати на здійснення рішень, пов'язаних з такими складними об'єктами й процесами, безперервно зростають, а наслідки невдалих рішень стають все більш серйозними.

У сучасних умовах досвід та інтуїція не завжди виявляються в змозі забезпечити вибір найкращого рішення. У зв'язку з цим інтенсивний розвиток отримали наукові методи прийняття рішень, виник новий науковий напрямок - *теорія прийняття рішень*, важливість якого все більше зростає.

Під ***прийняттям рішень*** зазвичай розуміється вибір експертом найкращого рішення (способу досягнення поставленої мети) з безлічі допустимих альтернативних рішень.

Якщо рішення приймається групою експертів, також виникає завдання узгодження їхніх думок.

У деяких випадках якість прийнятого рішення не може бути оцінена одним показником, а оцінюється групою показників. У таких ситуаціях виникає проблема оцінки й порівняння переваг різних варіантів рішень з урахуванням декількох критеріїв - багатокритеріальна задача прийняття рішень.

Вибір того чи іншого допустимого рішення з безлічі альтернатив також залежить від системи переваг кожного експерта (його ставлення до ризику) та обраного методу прийняття рішення. Як правило, економічні рішення з більшою очікуваною прибутковістю супроводжуються більш високим ступенем ризику втрат.

Завдання прийняття рішень (ЗПР) спрямовано на визначення найкращого (оптимального) способу управління для досягнення поставлених цілей.

Під **метою** розуміють ідеальне уявлення бажаного стану економічного об'єкта або результату діяльності.

Якщо дійсний стан не відповідає бажаному, виникає *проблема*. Розробка плану дій з вирішення проблеми є сутністю ЗПР.

Проблема завжди характеризується певними умовами, які називають *ситуаціями*. Сукупність проблеми та ситуації становлять **проблемну ситуацію** (ПС). Виявлення й опис ПС дає початкову інформацію для постановки ЗПР.

Суб'єктом рішення будь-якої проблемної ситуації є **особа, яка приймає рішення** (ОПР). ОПР може бути індивідуальним (одна особа) та груповим (група осіб).

Для допомоги ОПР в зборі й аналізі інформації, а також для формування рішень можуть залучатися *експерти* - вчені, практики-спеціалісти, працівники апарату управління підприємством.

Прийняття рішень (ПР) відбувається в часі, тому вводиться поняття *процесу ПР*.

У процесі ПР формуються *альтернативні (взаємовиключні) варіанти рішень* і проводиться оцінка їх *переваг*.

Перевага - це інтегральна оцінка якості рішень, що базується на суб'єктивному аналізі (знаннях, досвіді) та об'єктивній оцінці ефективності рішень (проведених розрахунках і експериментах).

При виборі найкращого рішення індивідуальне ОНР визначає *критерій вибору*.

Група ОНР вибирає найкраще рішення на основі принципу узгодження.

Підсумком ЗНР є рішення - вибір оптимальної альтернативи з безлічі допустимих рішень, орієнтований на свідоме досягнення цілей.

Перша умова визнає необхідність існування альтернативних рішень. Якщо немає альтернатив, то немає вибору, отже, немає і прийняття рішення.

Друга умова припускає, що безцільний вибір або імпульсивна дія не вважаються процесом прийняття рішення.

Рішення називається **допустимим**, якщо воно задовольняє обмеженням: технічним, технологічним, ресурсним, правовим, морально-етичним та ін.

Рішення називається **оптимальним** (найкращим), якщо воно забезпечує екстремум (максимум чи мінімум) критерію вибору для індивідуального ОНР або задовольняє принципу погодження для групи ОНР.

Узагальненою характеристикою рішення є його **ефективність** - відношення ступеня досягнення цілей до витрат на їх досягнення. Чим більше ступінь досягнення цілей та менші витрати на їх реалізацію, тим рішення більш ефективне.

Для індивідуального ОНР завдання прийняття рішень має вигляд:

$$\langle S_0, T, Q \mid S, A, B, Y, f, k, Y^* \rangle, \quad (2.1)$$

Зліва від вертикальної риси вказують відомі параметри:

S_0 - ПС. Описується змістовно, якщо можливо - кількісними характеристиками. Також описуються умови, пов'язані з проблемою, причини її виникнення та розвитку. Закінчується коротким змістовним формуванням проблеми, яку необхідно вирішити.

T - час, який відводиться для ПР (секунди, години - для оперативних завдань; місяці, роки - для довгострокових завдань). Істотно впливає на можливість отримання повної та достовірної інформації в ПС і на всебічне обґрунтування наслідків рішень.

Q - необхідні для ПР (але не на його реалізацію) ресурси: знання та досвід ОПР, експертів, науково-технічний потенціал дослідних інститутів, АСУ та ін.

Праворуч від вертикальної риси вказують невідомі параметри:

$S = (S_1, \dots, S_n)$ - безліч альтернативних (взаємовиключних) ситуацій, які доповнюють визначення ПС і зменшують початкову невизначеність завдання.

Ситуації S_j ($j = \overline{1, n}$) повинні бути незалежними, а їх сукупність - утворювати

повну групу подій зі своїми ймовірностями так, що: $\sum_{j=1}^n p_j = 1$.

Якщо ПС визначена (окремий випадок), то має місце одна альтернативна ситуація з ймовірністю $p = 1$, а інші мають ймовірність $p = 0$.

$A = (A_1, \dots, A_k)$ - безліч цілей, які вирішують у ПС.

Реальні завдання, як правило, багатоцільові. Опис цілей проводять якісно (змістовно) та кількісно (набором показників), серед яких найбільш важливими є:

- критерії досягнення цілей;
- показники ступеня досягнення цілей;
- пріоритети.

$B = (B_1, \dots, B_l)$ - безліч обмежень (фінансові, матеріальні, правові та ін.)

$Y = (Y_1, \dots, Y_m)$ - безліч альтернативних варіантів рішень з яких вибирають єдине оптимальне або прийнятне рішення Y^* .

Рішення описують змістовно й формально - набором характеристик, до складу яких обов'язково включають ресурсні характеристики, необхідні для реалізації рішень.

$f(A, S, Y)$ – функція переваги ОПР.

У реальних задачах часто можна провести тільки порівняльну оцінку рішень. Вона може мати *якісний* характер, коли всі варіанти рішень упорядковуються за перевагами, або *кількісний* характер, коли можна сказати на скільки або в скільки разів одне рішення краще іншого.

k – критерій вибору найкращого рішення

Y^* – оптимальне рішення.

Отже, *ЗПР індивідуального ОПР формулюється так:*

В умовах проблемної ситуації S_0 , наявного часу T та ресурсів Q необхідно: додатково визначити S_0 безліччю альтернативних ситуацій S , сформулювати безліч цілей A , обмежень B , альтернативних рішень Y , зробити оцінку переваг рішень і знайти оптимальне рішення Y^* з безлічі Y за допомогою сформульованих критеріїв вибору k .

Для групового ОПР завдання прийняття рішень має вигляд:

$$\langle S_0, T, Q \mid S, A, B, Y, F(f), L, Y^* \rangle, \quad (2.2)$$

де $S_0, T, Q, S, A, B, Y, Y^*$ – ті ж самі позначення, що і для завдання індивідуального ОПР.

$F(f)$ – функція групової переваги, яка залежить від вектора індивідуальних переваг членів групи $f = (f_1, f_2, \dots, f_d)$, d – кількість експертів в групі.

L - правило (принцип) узгодження індивідуальних переваг для формування групової переваги (наприклад, принцип більшості голосів та ін.).

Отже, *ЗПР групового ОПР формулюється так:*

В умовах проблемної ситуації S_0 , наявного часу T та ресурсів Q необхідно: додатково визначити S_0 безліччю альтернативних ситуацій S , сформулювати безліч цілей A , обмежень B , альтернативних рішень Y , зробити індивідуальну оцінку переваг рішень, побудувати групову функцію переваг $F(f)$ і на основі обраного принципу узгодження L знайти оптимальне рішення Y^* , що задовольняє груповому уподобанню.

3.2 Етапи процесу прийняття рішень

Процес прийняття рішень включає в себе 3 етапи (рис. 2.1) [16]:

1. Постановка завдань:

- виявлення та опис проблемної ситуації – описується змістовно, якщо можливо, то кількісними характеристиками. Описуються умови, пов'язані з проблемою, причини її виникнення та розвитку;

- оцінка наявного часу - час, який відводиться на прийняття рішення. Суттєво впливає на можливість отримання повної та достовірної інформації про проблемну ситуацію і на всебічне обґрунтування наслідків прийнятих рішень;

- визначення необхідних ресурсів - необхідні для прийняття рішення ресурси, а не для його реалізації;

2. Формування рішень та оцінка їх переваг:

- аналіз проблемної ситуації та формування гіпотетичних ситуацій - безлічі альтернативних ситуацій, які додатково визначають проблемну ситуацію. Дана множина має утворювати повну групу подій зі своїми ймовірностями;

- формування цілей - безлічі цілей, які необхідно досягти, для вирішення проблемної ситуації. Реальні завдання, як правило, багатоцільові;

- визначення обмежень;

- генерація рішень - безлічі альтернативних рішень, з яких буде здійснюватися вибір;

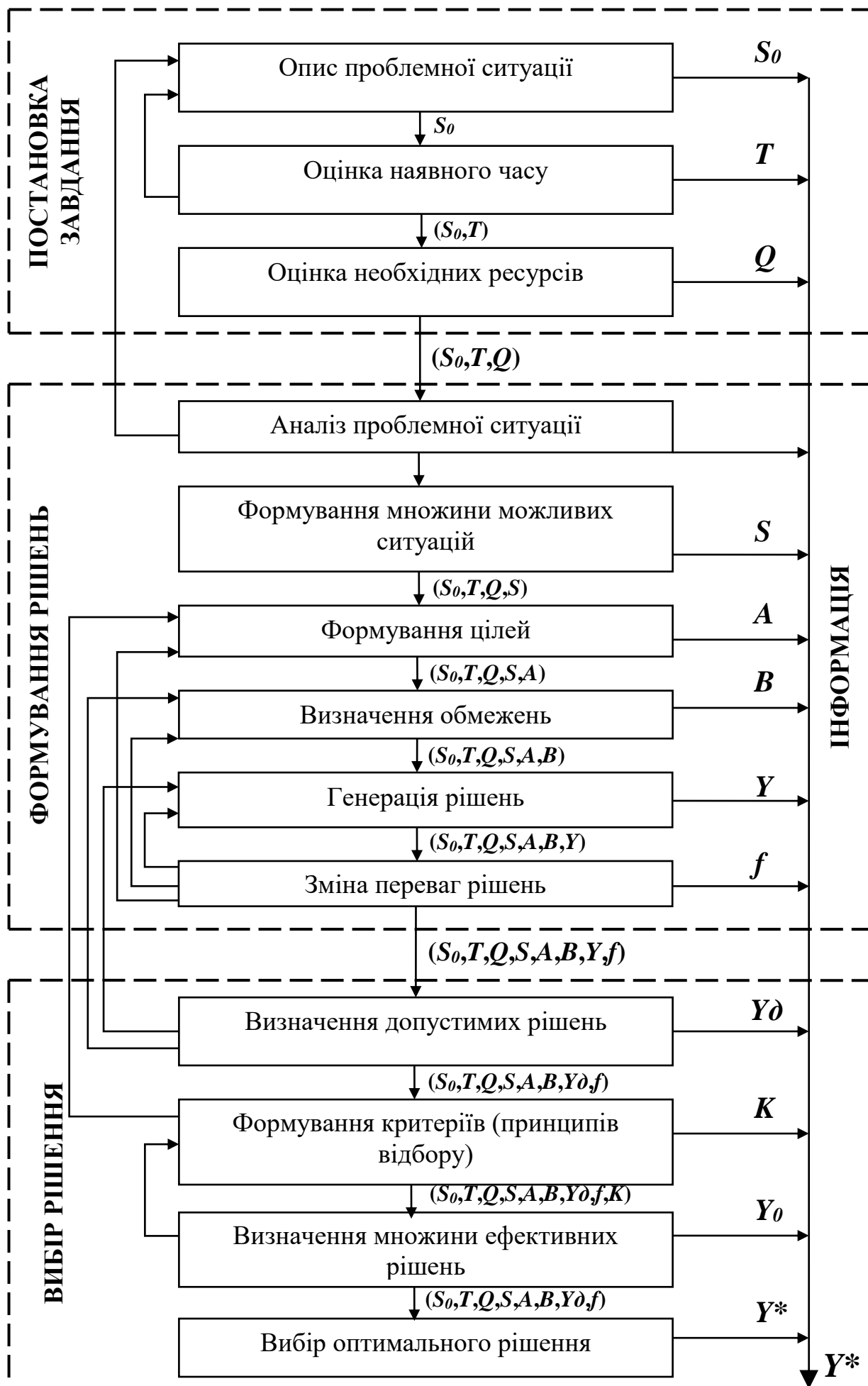
- вимірювання переваг рішень - в реальних задачах часто можна зробити тільки порівняльну оцінку рішень. Вона може носити якісний характер, коли всі варіанти рішень впорядковують за перевагами (ранжують), або кількісний, коли можна порівняти, на скільки, або у скільки разів одне рішення краще іншого.

3. Вибір оптимального рішення:

- визначення допустимих рішень;

- формування критеріїв (принципів) вибору ефективних рішень;

- вибір єдиного рішення.



3.3 Характеристики сучасних СППР

Сучасні комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень мають такі **характеристики:**

1. СППР надає керівникові допомогу у процесі прийняття рішень і забезпечує підтримку в усьому діапазоні контекстів структурованих, напівструктурованих та неструктурованих задач. Розум людини та інформація, яка генерується комп'ютером, становлять одне ціле для прийняття рішень.

2. СППР підтримує та посилює (але не замінює і не відмінює) міркування та оцінки керівника. Контроль лишається за людиною.

3. СППР підтримує і підвищує головним чином ефективність прийнятих рішень (а не лише продуктивність ОПР). На відміну від адміністративних інформаційних систем, в яких акцент робиться на максимальній продуктивності аналітичного процесу, у СППР значно вагомішою є ефективність процесу прийняття рішень.

4. СППР виконує інтеграцію моделей та аналітичних методів зі стандартним доступом до даних і вибіркою даних. Для надання допомоги у прийнятті рішення активізуються одна чи кілька моделей (математичних, статистичних, імітаційних, кількісних, якісних і комбінованих).

Зміст БД охоплює історію поточних і попередніх операцій (сильна сторона типової АІС), а також інформацію зовнішнього характеру та інформацію про середовище.

5. СППР проста в роботі для осіб, які не набули значного досвіду спілкування з ЕОМ. Системи є дружніми для користувачів, не потребують практично жодних глибоких знань з обчислювальної техніки та забезпечують просте пересування у системі, з діалоговою документацією, з умонтованими засобами навчання та інші атрибути програмних інтерфейсних систем.

6. СППР побудована за принципом інтерактивного розв'язування задач.

Користувач має змогу підтримувати діалог з СППР в безперервному режимі, а не обмежуватися видаванням окремих команд з наступним очікуванням результатів.

7. СППР зорієнтована на гнучкість та адаптивність для пристосування до змін середовища чи підходів до розв'язування задач, які обирає користувач.

Керівник має пристосуватися до змінюваних умов сам і відповідно підготувати систему.

Еволюція й адаптація системи мають бути поєднані з її життєвим циклом.

8. СППР не повинна нав'язувати користувачеві певного процесу прийняття рішень.

Користувач повинен мати набір можливостей, щоб обирати їх у формі та послідовності, які відповідають стилю його пізнавальної діяльності — стилю «уявлених моделей».

Тема 4 Базові компоненти СППР. Класифікація СППР

4.1 Основи класифікації СППР: загальна схема

4.2 Класифікація СППР на основі міри підтримки прийняття рішень

4.1 Основи класифікації СППР: загальна схема

Системи підтримки прийняття рішень - досить поширені інформаційні системи. Є велика кількість СППР, які відрізняються своїми цілями й призначенням, предметними галузями, функціональною орієнтацією тощо. Тому щоб внести більшу ясність у саме поняття СППР, певним чином уніфікувати підходи до розробки систем та їхнього використання, визначити напрями науково-дослідних робіт у цій галузі, проводились спроби стосовно класифікації цих систем на основі найбільш істотних відмінностей [2, 4, 10].

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. Аналіз наявних точок зору на розробку й застосування комп'ютерних СППР, на способи одержання, представлення та структуризації інформації на специфічні відмінності СППР від інших типів інформаційних систем дає змогу виділити для класифікації СППР декілька ознак-підходів для виділення класифікаційних угруповань (табл. 2.1) [13].

Таблиця 2.1

Класифікація СППР

<i>Категорії класифікації</i>	<i>Ознака (основа) класифікації</i>	<i>Класифікаційні групи (типи систем)</i>
Концептуальна модель	Інформаційний підхід	Концептуальна модель Спрага Модель еволюціонуючої СППР
	Підхід, що засновано 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 (виконавчі інформаційні системи) 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 СППР) Групова підтримка (групові СППР) Організаційна підтримка (багатокористувацькі СППР, інтер-організаційні СППР)

<i>Категорії класифікації</i>	<i>Ознака (основа) класифікації</i>	<i>Класифікаційні групи (типи систем)</i>
Завдання, що потребує прийняття рішень	Новизна завдання	Унікальні проблеми (СППР на даний випадок (ad hoc)) Повторювані проблеми (інституціональні (Institutional) СППР)
	Характер описання проблеми	Цілісний вибір Багатокритеріальний вибір (наприклад, СППР Decision Grid)
	Тип моделі	Об'єктивна модель Суб'єктивна модель
	Діапазон підтримуваних функцій	Функціонально-специфічні СППР СППР загального призначення
Забезпечуючі 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 Конторська діяльність (офісні СППР) Оцінювання розповсюдження технологій Юриспруденція Медицина і т. ін.
	Часовий горизонт	Стратегічне управління (довгострокові рішення) Тактичне управління (середньострокові рішення) Операційне управління (короткострокові рішення)

4.2 Класифікація СППР на основі міри підтримки прийняття рішень

З кінця 70-х років розроблялась класифікація СППР, в якій відмінності між елементами виділялись залежно від міри підтримки (міри прямого впливу)

управлінських рішень та характеру виконання дій. На основі емпіричних досліджень більше 50-ти різних СППР, проведених Альтером у 1980 р., було виділено два типи систем [14]:

- системи, орієнтовані на дані та які просто здійснюють вибірку інформації;
- системи, орієнтовані на моделі (знання), що справді дають змогу приймати рішення.

У свою чергу, ці групи систем поділяють на окремі види систем:

- *системи нагромадження файлів*, які забезпечують доступ до елементів даних (подібні до звичайних адміністративних інформаційних систем);

- *системи аналізу даних*, які забезпечують доступ до баз даних та елементарних баз моделей і дають змогу маніпулювати даними, використовуючи спеціально розроблені засоби й засоби загального користування;

- *розрахункові системи*, які дають змогу визначати наслідки планових дій на основі обчислювальних процедур;

- *репрезентативні (образні) системи*, які генерують оцінки наслідків дій на основі частково визначених імітаційних моделей;

- *оптимізаційні системи*, які забезпечують вибір напрямів дій шляхом ідентифікації оптимальних рішень, сумісних з набором обмежень;

- *рекомендаційні системи*, які виробляють конкретні рекомендовані рішення для слабоструктурованих задач. Системи нагромадження файлів забезпечують особі, що приймає рішення, інтерактивний доступ до певних елементів даних, тобто фактично вони є СППР, які містять тільки інтерфейс користувача та СУБД. Прикладом такої СППР може бути система контролю товарно-матеріальних запасів, яка підтримує щоденне розв'язання задач операційного рівня.

СППР аналізу даних використовується для аналізу файлів поточних даних. Спеціалізовані системи аналізу фокусуються на множині конкретних вимог до аналізу й на чітко окреслених задачах. Користувачі мають можливість

маніпулювати даними й одержувати протоколи аналізу. Системи аналізу даних об'єднують інтерфейс користувача з СУБД, а в деяких випадках - і з елементарною базою моделей.

Системи аналізу інформації надають користувачам інформацію шляхом використання низки БД, орієнтованих на прийняття рішення, і простих моделей [15]. Такі СППР можуть нагромаджувати й зберігати детальну інформацію про збут, потенційних покупців, а також давати прогнози, розраховані на основі економічних моделей промислового сектору. По суті, СППР цього типу об'єднують виходи системи обробки даних, орієнтовані на обслуговування запитів користувачів, з даними від зовнішніх джерел інформації.

Розрахункові системи використовують визначені зв'язки й формули для обчислення наслідків певних дій. Такого типу СППР застосовуються для поліпшення планування шляхом генерування оцінок декларацій про прибутки, балансових звітів або інших вихідних документів чи критеріїв. Розрахункові системи вважаються мінімально визначеними, коли співвідношення й фактори, що використовуються для ведення обліку на підприємстві (фірмі), досить точні. Тому розрахункові (бухгалтерські) результати в цілому є точними й надійними. На відміну від розрахункових репрезентативні системи можна розглядати як невизначені наперед спроби користувача зрозуміти суть складних взаємозв'язків між діями й результатами цих дій у майбутньому.

Репрезентативні системи охоплюють усі симуляційні моделі, які засновані на визначеннях, що переважно не є обліковими. Наприклад, у розрахунковій системі дані про збут і ціни на товари просто вволять в систему, а в репрезентативній системі ціна вважається елементом вхідних даних, а обсяг збуту обчислюється на основі моделі, що реалізує гіпотетичний причинний метод залежності обсягу продажу продукції від ціни на неї. Прикладом може виступати агрегативна модель реакції ринку, яка пов'язує рівні реклами та ціни з рівнями продажу для визначеної марки товару. За своєю природою репрезентативні системи є апроксимаційними, тому при їхньому використанні

виникає проблема надійності результатів. Водночас надійні репрезентативні системи можуть виступати як унікальний та надзвичайно цінний механізм розуміння очікуваних взаємозв'язків між внутрішніми й зовнішніми чинниками.

Оптимізаційні системи пов'язані з ситуаціями, які вимагають синтезу елементів у такому порядку, щоб досягти певну мету (наприклад, максимізувати прибуток чи мінімізувати витрати) за умови дотримання наперед заданих обмежень. Прикладом може виступати лінійна модель (задача лінійного програмування), яка використовується підприємствами, фірмами, компаніями по виробництву товарів споживання: модель дає змогу розв'язувати проблеми постачання тимчасового характеру, пов'язані з непередбаченими змінами обсягу наявного ресурсу (множини використовуваних матеріалів чи сировини) або режиму його надходження. У цьому разі шляхом регулювання обсягів випуску вироблених товарів можна здійснювати виробництво з мінімальними витратами. СППР, що базуються на такому підході, використовуються, як правило, не як засіб для отримання конкретних рішень, а як інструмент аналізу, зокрема за допомогою двоїстих оцінок наявних ресурсів.

Рекомендаційні системи виробляють конкретні напрями дій на основі математичних методів та алгоритмічних процедур, реалізованих зокрема шляхом машинного моделювання, тобто якщо оптимізаційно-орієнтовані системи підтримки надають допомогу при розгляді альтернатив, визначенні важливості обмежень тощо, то рекомендаційно-орієнтовані СППР спроможні давати готові розв'язання задач, які вимагають комп'ютерної підтримки.

Лабораторний практикум з Модуля 2

Оптимальність рішень за критерієм Парето

Реальні управлінські рішення, як правило, є багатоцільовими. Виникає проблема узгодження суперечливих цілей. Для вибору оптимального варіанта з безлічі допустимих, використовують принцип оптимальності Парето.

У загальному випадку, завдання визначення ефективних рішень зводиться до *трьох етапів*:

1. Безліч всіх альтернативних рішень зводиться до безлічі допустимих рішень;
2. Безліч допустимих рішень звужується до безлічі ефективних рішень;
3. З безлічі ефективних рішень вибирається єдине оптимальне рішення.

Безліччю ефективних рішень (*оптимальних за критерієм Парето*) називається безліч рішень, в якій неможливо при переході від одного рішення до іншого поліпшити значення одного фактора (показника), не погіршуючи при цьому значень інших чинників.

Нехай маємо безліч допустимих рішень $Y_0 = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$. Група ОПР з d експертів оцінила переваги кожного рішення та привела результат у вигляді функції переваги $f_i(Y_j)$, де i - номер експерта ($i = 1 \dots d$); j - номер рішення з безлічі допустимих рішень ($j = 1 \dots m$).

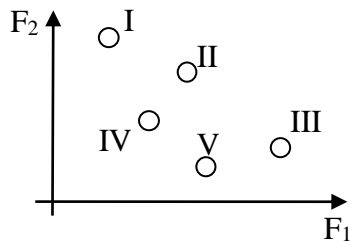
Ефективним рішенням (тобто *оптимальним за принципом Парето*) є таке рішення Y_0 , для якого не існує рішення строго кращого, ніж Y_0 .

Це означає, що всі експерти оцінили рішення Y_0 не гіршим за вирішення Y_j і, принаймні один з них висловився на користь безумовної переваги рішення Y_0 над вирішенням Y_j .

Зауваження: необхідно, щоб перевага в міру зміни кожного фактора змінювалася монотонно, тобто, щоб фактори могли виконувати роль показників

якості. Використовуючи якісні шкали, зручно ранжувати альтернативні рішення за кожним фактором.

Приклад: нехай є безліч альтернативних рішень, якість яких оцінюються двома показниками F_1 та F_2 і позначаються точками на площині. Чим більші значення приймають показники, тим рішення вважаються більш переважним:



Розглянемо наступні пари рішень:

- рішення IV і V не можна порівняти між собою, оскільки за показником F_1 кращим є V, за показником F_2 – IV;
- рішення I, II і III також не можна порівняти між собою;
- рішення II строго краще IV. Значить, оскільки рішення I, II і III непорівнянні між собою, рішення I і III краще IV;
- рішення III строго краще V. Значить, оскільки рішення I, II і III непорівнянні між собою, рішення I і II краще V;
- рішення I, II і III складають безліч ефективних рішень, оскільки при переході від одного рішення до іншого не можна поліпшити значення першого показника, не погіршивши іншого. Крім того, рішення I, II і III не гірше рішення IV, а рішення II строго краще за нього; рішення I, II і III не гірше рішення V, а рішення III строго краще за нього.

Ступінь звуження множини допустимих рішень Y_0 до безлічі ефективних оцінюється коефіцієнтом визначеності вибору γ :

$$\gamma = \frac{m_g - m_0}{m_g - 1}$$

де m_g – кількість рішень у безлічі допустимих рішень (потужність безлічі допустимих рішень);

m_0 – кількість ефективних рішень (потужність множини ефективних рішень).

Коефіцієнт γ показує, на скільки зменшується невизначеність вибору у зв'язку з виділенням великої кількості ефективних рішень з безлічі допустимих, $\gamma \in [0; 1]$:

- якщо $\gamma = 1$ - безліч ефективних рішень містить єдине оптимальне рішення – найбільш сприятливий варіант;

- якщо $\gamma = 0$, ($m_g = m_0$) - всі допустимі рішення є одночасно ефективними; виділення безлічі ефективних рішень нічого не дало з точки зору вибору оптимального рішення

Для подальшого розв'язання задачі вибору оптимальної альтернативи достатньо працювати не з усією безліччю допустимих рішень, а тільки з безліччю рішень, оптимальних за критерієм Парето.

Приклад використання критерію Парето при проведенні багатовимірного порівняльного аналізу

Для розв'язання поставленої задачі спочатку виконують процедуру парного порівняння, а потім за допомогою методу медіан знаходять оптимальне рішення.

Розглянемо процедуру знаходження безлічі ефективних рішень (множини Парето) на наступному прикладі - є 17 різних підприємств, діяльність яких оцінюється п'ятьма показниками (табл. 2.2), значення яких переведені в ранги. Менший ранг відповідає кращому показнику.

Таблиця 2.2

Підприємство	Продуктивність праці	Рентабельність	Ліквідність	Собівартість продукції	Фондо-віддача
Підприємство 1	5	3	6	3	10
Підприємство 2	8	7	7	7	5
Підприємство 3	10	2	3	2	9
Підприємство 4	6	10	8	10	7
Підприємство 5	1	5	2	5	2
Підприємство 6	12	16	16	16	16

Продовження табл. 2.2					
Підприємство	Продуктивність праці	Рентабельність	Ліквідність	Собівартість продукції	Фондо-віддача
Підприємство 7	15	6	10	6	13
Підприємство 8	7	15	15	15	11
Підприємство 9	9	14	9	14	6
Підприємство 10	11	1	5	1	4
Підприємство 11	4	13	12	13	8
Підприємство 12	2	12	4	12	3
Підприємство 13	17	9	14	9	15
Підприємство 14	16	17	17	17	17
Підприємство 15	13	4	13	4	14
Підприємство 16	3	8	1	8	1
Підприємство 17	14	11	11	11	12

Для знаходження безлічі Парето скористаємося методом прямого перебору: вибираємо рішення Y_i та послідовно порівнюємо його з усіма іншими рішеннями; якщо рішення $Y_i > Y_j$ (строго краще) за якимось чинником, то рішення Y_j не може бути ефективним та виключається з безлічі ефективних рішень. Таке порівняння проводиться для всіх пар рішень:

	1*	2	3*	4	5*	6	7	8	9	10*	11	12	13	14	15	16*	17
1						1	1	1					1	1	1		1
2						1			1				1	1			1
3						1	1						1	1	1		1
4						1		1						1			1
5		1		1		1	1	1	1		1	1	1	1			1
6														1			
7													1	1			
8						1								1			
9						1								1			
10						1	1						1	1	1		1
11						1		1						1			
12						1		1	1		1			1			
13																	
14																	
15													1	1			
16				1		1		1	1		1		1	1			1
17														1			

Якщо рішення і (горизонтальне) строго краще рішення j (вертикальне), то відповідна клітка таблиці вважається зайнятою. До множини Парето будуть належати ті рішення, стовпці яких не мають зайнятих клітин. Для розглянутого прикладу - це підприємства №1, №3, №5, №10 і № 16.

Для пошуку множини Парето другої групи підприємств викреслимо підприємства першої групи з матриці парних порівнянь, отримаємо:

	2*	4*	6	7*	8	9	11	12*	13	14	15*	17
2			1			1			1	1		1
4			1		1					1		1
6										1		
7									1	1		
8			1							1		
9			1							1		
11			1		1					1		
12			1		1	1	1			1		
13												
14												
15									1	1		
17										1		

Таким чином, множина Парето другої групи підприємств включає в себе підприємства №2, №4, №7, №12 і №15.

Викреслимо з отриманої матриці парних порівнянь безліч ефективних рішень:

	6	8	9*	11*	13*	14	17*
6						1	
8	1					1	
9	1					1	
11	1	1				1	
13							
14							
17						1	

Тобто, множина Парето третьої групи підприємств включає в себе підприємства №9, №11, №13 і № 17.

Викреслимо з отриманої матриці парних порівнянь безліч ефективних рішень:

	6	8*	14
6			1
8	1		1
14			

Множина Парето четвертої групи підприємств включає в себе підприємство №8.

	6*	14
6		1
14		

Множина Парето п'ятої групи підприємств включає в себе підприємство № 6. Відповідно, залишилося підприємство № 14 - це множина Парето шостої групи.

Таким чином, процедура порівняння за методом Парето призводить до наступного результату:

$$(1, 3, 5, 10, 16) \succsim (2, 4, 7, 12, 15) \succsim (9, 11, 13, 17) \succsim (8) \succsim (6) \succsim (14)$$

Завдання для самостійного виконання

За вихідними даними (табл. 2.3) провести багатовимірний порівняльний аналіз результатів господарської діяльності підприємств: сформулювати безліч підприємств, ефективних за критерієм Парето. З підприємств, що залишилися, виділити безліч Парето другого, третього рівня і так далі. За результатами оцінки розрахувати коефіцієнт визначеності вибору, зробити висновки.

Як варіант завдання береться підприємство, відповідне порядковому номеру студента в журналі. Як база порівняння береться 9 наступних підприємств. Наприклад: Студент №13 порівнює показники діяльності підприємства №13 з показниками діяльності підприємств №14-22.

Таблиця 2.3

Варіанти завдання

Підприємство	Коефіцієнти			Рентабельність, %		Коеф. фін. незалежності	Частка власного оборотного капіталу в сумі поточних активів, %
	Фін. напруженість	Ліквідність	Оборотність	Продажу	Капіталу		
1	0,320	1,8	3,2	25	22	0,75	16
2	0,059	2,3	1,8	15	29	0,50	24
3	0,640	0,8	2,2	22	31	0,45	12
4	0,630	1,2	3,0	10	33	0,45	19
5	0,159	1,6	2,1	9	24	0,42	38
6	0,125	2,0	2,5	30	20	0,55	26
7	0,600	1,8	1,9	33	4	0,57	45
8	0,460	1,5	2,8	35	25	0,55	25
9	0,321	1,1	3,4	12	35	0,62	39
10	0,123	1,2	3,3	29	29	0,34	34
11	0,226	1,0	1,9	31	14	0,77	12
12	0,500	1,7	2,2	33	17	0,68	30
13	0,198	1,4	2,7	24	23	0,58	0
14	0,500	0,9	2,0	20	7	0,48	10
15	0,450	0,8	3,6	14	29	0,65	27
16	0,450	2,2	1,4	6	14	0,50	15
17	0,420	1,8	1,6	15	17	0,34	34
18	0,558	2,3	2,7	27	23	0,33	50
19	0,570	1,1	2,7	16	5	0,30	41
20	0,105	1,6	3,5	20	21	0,72	35
21	0,240	1,4	3,5	3	10	0,36	10
22	0,160	2,0	1,9	16	27	0,52	14
23	0,190	1,9	1,8	27	15	0,70	33
24	0,240	1,7	1,4	35	34	0,64	30
25	0,150	1,8	1,1	29	20	0,26	44
26	0,487	1,5	2,5	14	14	0,45	15
27	0,480	1,7	3,6	17	12	0,25	21
28	0,330	1,8	2,8	23	18	0,37	28
29	0,400	0,8	2,4	5	29	0,50	7
30	0,160	0,9	1,7	22	31	0,45	11
31	0,230	1,1	0,8	30	33	0,45	16
32	0,098	2,3	1,3	14	24	0,42	24
33	0,105	1,8	1,6	27	20	0,55	31
34	0,197	1,4	1,8	30	4	0,57	25
35	0,600	1,6	1,7	10	17	0,40	12
36	0,479	1,8	1,1	8	9	0,53	47
37	0,324	1,7	0,8	11	10	0,66	42
38	0,424	1,1	1,5	24	27	0,69	38
39	0,120	0,8	0,9	25	15	0,48	19
40	0,158	2,3	2,7	30	34	0,42	28
Напрямок оптимізації	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Приклад тестового завдання до модульного контролю 2

1. Теорія прийняття рішень – це...

- ☐ мистецтво приймати рішення, засноване на досвіді та інтуїції
- ☐ вибір експертом найбільш переважного рішення з безлічі допустимих альтернативних рішень
- ☐ вибір способу досягнення поставленої мети на основі аналізу попереднього стану економічного об'єкту

2. Мета прийняття рішень -

- ☐ досягнення ідеального результату діяльності
- ☐ побудова прогнозу ідеального стану економічного об'єкту або результату діяльності
- ☐ ідеальне представлення бажаного стану економічного об'єкту або результату діяльності

3. Альтернативи, що формуються в процесі прийняття рішення – це...

- ☐ взаємовиключні варіанти рішень
- ☐ взаємодоповнюючі варіанти рішень
- ☐ переважні варіанти рішень

4. Рішення називається допустимим, якщо...

- ☐ воно задовольняє принципу узгодження для групи ОПР
- ☐ воно задовольняє будь-яким заданим обмеженням
- ☐ воно задовольняє умові необхідності існування альтернативних рішень

5. Рішення називається оптимальним, якщо воно забезпечує...

- ☐ максимум критерію вибору для індивідуальної ОПР або задовольняє принципу узгодження для групи ОПР

☐ мінімум критерію вибору для індивідуальної ОПР або задовольняє принципу узгодження для групи ОПР

☐ екстремум критерію вибору для індивідуальної ОПР або задовольняє принципу узгодження для групи ОПР

6. Ефективність рішення – це...

☐ відношення міри досягнення цілей до витрат на їх досягнення

☐ відношення міри досягнення цілей до часу, який було витрачено на їхнє досягнення

7. Оцінка часу, що є в розпорядженні – це оцінка

☐ часу, який відводиться на прийняття рішення

☐ часу, який відводиться на аналіз проблемної ситуації

☐ часу, який відводиться на реалізацію рішення

8. Безліччю ефективних рішень (оптимальних за критерієм Парето) називається...

☐ безліч рішень, в якій при переході від одного рішення до іншого потрібно змінити значення одного чинника (показника), поліпшивши при цьому значення інших чинників

☐ безліч рішень, в якій неможливо при переході від одного рішення до іншого поліпшити значення одного чинника (показника), не погіршуючи при цьому значення інших чинників

9. Функція переваги описує...

☐ комплексну оцінку позитивних та негативних наслідків рішень

☐ характеристику наслідків рішень, їхню ефективність та якість

☐ характеристику альтернатив в процесі прийняття рішення.

МОДУЛЬ 3

ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА OLAP-ТЕХНОЛОГІЙ В СППР

Тема 5 Засоби штучного інтелекту в СППР

5.1 Основні напрямки штучного інтелекту в СППР

5.2 Визначення нейронних мереж та їхнє застосування в СППР

5.1 Основні напрямки штучного інтелекту в СППР

Протягом розвитку штучного інтелекту отримано низку додатків, котрі застосовуються в різних галузях науки й техніки.

На сьогодні застосування в бізнесі штучного інтелекту в основному проходить у формі *основаних на знаннях систем (knowledge-based systems)*, в яких використовуються людські знання для вирішення проблем. Найпопулярнішим типом таких систем є *експертні системи*.

Експертна система - це комп'ютерна програма, в якій намагаються подати знання людини-експерта у вигляді евристик, це різновид інформаційних систем. Термін «евристика» походить від грецького кореня, як і слово «еврика», та означає «відкрити». Евристики не гарантують абсолютно правильні результати, як це досягається за допомогою вмонтованих у СППР стандартних алгоритмів, але їхні пропозиції є корисними для певного проміжку часу. Оскільки експертна система призначена, головним чином, для консультування, то акт її використання називається *консультацією* - користувач консультується з експертною системою для отримання відповідних порад.

Оброблення природною мовою (Natural language processing) - це найзручніший спосіб спілкування людей з комп'ютером різними розмовними мовами, наприклад, це можливість комп'ютерної перевірки правопису й граматики. Система природної мови не має жорстких синтаксичних вимог (на відміну від

комп'ютерних мов). Вона забезпечує діалогову взаємодію з користувачем, може налаштовуватися під нього, автоматично виявляти помилки, забезпечувати контекстну інтерпретацію. В інформаційних системах оброблення природною мовою використовується для пошуку інформації, модифікації даних, обчислень, статистичного аналізу, генерування графічних образів, забезпечення консультацій з експертною системою тощо.

Системи візуалізації (*Visualization systems*) можуть подібно людині візуально взаємодіяти зі своїм середовищем, використовувати візуальні зображення й звукові сигнали для інструктування комп'ютерів або інших пристроїв, як наприклад, роботів. Ці системи, що часто також називають *системами розпізнавання образів* (*Perceptive systems*), реалізують функції технічного бачення й розпізнавання звукових сигналів (аналоги систем природної мови). Системи автоматичного розпізнавання образів у технічній літературі називають *перцептронами* (*Perceptron*).

Роботи (*Robotics*) складаються з контрольованих комп'ютером пристроїв, які імітують моторну функцію людини. Термін «робот» уперше було вжито чеським письменником Карелом Чапеком 1920 року в соціально-фантастичній драмі «R.U.R.». Найчастіше роботів використовують для піднімання предметів і переміщення їх в інше місце. Вони виконують функції машин для завантаження, пристроїв для зварювання або фарбування на складальному конвеєрі, засобів збирання частин у ціле та ін. Їх, головним чином, використовують для складання автомобілів і в інших подібних процесах виробництва. В СППР роботи не використовуються.

Нейромережі (*Neural networks*) - це надзвичайно спрощені програмні або апаратні моделі нервової системи людини, що можуть імітувати такі здатності людини як навчання, узагальнення й абстрагування. Нейромережі знайшли широке застосування в системах підтримки прийняття рішень, зокрема, як засіб добування знань (інформації) в базах та сховищах даних.

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 передбачають можливість 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 свій власний досвід. У СППР засоби навчання використовуються дуже часто.

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

Програмні агенти (*Software agents*) - програмні продукти, що виконують завдання за дорученням користувача з метою пошуку інформації в комп'ютеризованих мережах. Вони мають значний потенціал для застосування в системах підтримки прийняття рішень.

5.2 Визначення нейронних мереж та їх застосування в СППР

Нейронна мережа (*Neural Network*) або просто *нейромережа* є програмно (інколи апаратно) реалізованою системою, в основу якої покладена математична модель процесу передавання й оброблення імпульсів мозку людини, що імітує механізм взаємодії нейронів (*neuron*) з метою опрацювання інформації, що надходить, і навчання досвіду. Інакше кажучи, проводиться комп'ютеризована імітація інтелектуального режиму поведінки людини. Ключовим аспектом штучних нейромереж є їхня здатність навчатися в процесі розв'язання задач, наприклад, розпізнавання образів [13].

Сучасні інструментальні засоби нейромереж використовуються для сприймання інформації за допомогою вивчення взірців (шаблонів) і потім застосовування їх з метою передбачення майбутніх зв'язків або відношень. Нейромережі є найзагальнішим типом методики дейтамайнінгу, причому деякі люди навіть вважають, що використання нейромереж є єдиним типом дейтамайнінгу. Продавці нейромережових програмних продуктів часто використовують багато необґрунтованих рекламних тверджень стосовно можливостей нейромереж. Одним з таких тверджень, яке є особливо сумнівним, є те, що нейромережі можуть компенсувати низьку якість даних.

Нейромережі навчаються створювати взірці безпосередньо з даних за допомогою повторного їх вивчення, щоб ідентифікувати зв'язки та побудувати модель. Вони будують моделі методом спроб та помилок. Мережа підбирає значення параметра шляхом зіставлення з фактичною величиною. Якщо приблизна оцінка вихідного параметра неправильна, то модель регулюється. Цей процес включає три ітеративні кроки: передбачення, порівняння та пристосування (або корегування). Нейромережі досить просто застосовуються в СППР з метою класифікації даних і для передбачень. При цьому вхідні дані комбінуються і зважуються, на основі чого генеруються вихідні значення.

Передусім, коли йдеться про нейронні мережі, то частіше маються на увазі штучні нейронні мережі. Деякі з них моделюють біологічні нейронні мережі, а деякі - ні. Однак історично склалося так, що перші штучні нейронні мережі були створені внаслідок спроб створити комп'ютерну модель, що відтворює діяльність мозку в спрощеній формі. Звичайно, можливості людського мозку непомірно більші, ніж можливості самої потужної штучної нейронної мережі.

Сучасні нейромережі мають низку властивостей, характерних для біологічних нейромереж, у тому числі й людського мозку [9]. Головна їхня властивість - здібність до навчання. Для розв'язання якої-небудь задачі на комп'ютері традиційним методом необхідно знати правила (математичні формули), за якими зі вхідних даних можна отримати вихідні, тобто знайти

розв'язок задачі. А за допомогою нейромережі можна знайти розв'язок, не знаючи правил, а маючи лише кілька прикладів.

Нейромережі використовують підхід до розв'язання задач ближчий до людського, ніж традиційні обчислення. Дійсно, наприклад, коли людина переходить вулицю, вона оцінює швидкість руху автомобіля, виходячи з попереднього досвіду, не використовуючи математичних обчислень. Або, наприклад, як дитина без великих зусиль може відрізнити кішку від собаки, або дівчинку від хлопчика, ґрунтуючись на раніше бачених прикладах. При цьому часто вона не може точно сказати, за якими ознаками вона їх відрізняє, тобто дитина не знає чіткого алгоритму.

Інша важлива властивість нейромереж - здатність знаходити розв'язки, ґрунтуючись на змішаних, загальних, спотворених і навіть суперечливих даних. Ще одна чудова властивість - це стійкість до відмов у функціонуванні. У разі виходу з ладу частини нейронів, уся мережа загалом залишається працездатною, хоча, звичайно, точність обчислень знижується.

Поява й широке застосування останнім часом нейромереж та нейрокомп'ютерів зумовлено низкою важливих підстав.

По-перше, дуже багато задач з інформатики та економіки не можна розв'язати класичними методами теорії управління, оптимізації і системного аналізу. Річ у тім, що будь-який проектувальник складних систем має справу з тим самим комплексом проблем, що погано піддаються розв'язанню традиційними методами. Неповнота знань про зовнішній світ, неминуча погрішність даних, які надходять, непередбачуваність реальних ситуацій - усе це змушує розробників мріяти про адаптивні інтелектуальні системи, які здатні підстроюватися до змін у «правилах гри» та самостійно орієнтуватися за складних умов.

По-друге, «прокляття розмірності» стає реальним стримуючим чинником за розв'язання багатьох (якщо не більшості) серйозних задач. Проектувальник не в змозі врахувати й звести в загальну систему рівнянь всю сукупність зовнішніх

умов, особливо за наявності безлічі активних протидій. Тому самостійна адаптація системи в процесі динамічного моделювання «умов, наближених до бойових» - чи не єдиний спосіб розв'язування задач за таких обставин.

Нейромережі (нейрокомп'ютери) забезпечують користувачів надзвичайно гнучким та в певному розумінні універсальним аналітичним інструментарієм. Вони дають змогу розв'язувати досить різні типи задач. Охарактеризуємо деякі з них.

Класифікація образів. Завдання полягає у визначенні належності вхідного образу (наприклад, мовного сигналу або рукописного символу), поданого вектором ознак, одному або кільком заздалегідь визначеним типам. До відомих додатків відносяться розпізнавання букв, розпізнавання мови, класифікація сигналу електрокардіограми, класифікація клітин крові тощо.

Кластеризація/категоризація. За розв'язання завдання з кластеризації, яке відоме також як класифікація образів «без вчителя», відсутня навчальна вибірка з мітками типів. Алгоритм кластеризації ґрунтується на подібності образів та розміщує схожі образи в один кластер. Відомі випадки застосування кластеризації для добування знань, стиснення даних та дослідження їх властивостей.

Апроксимація функцій. Допустимо, що є навчальна вибірка $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots, (x_n, y_n)$ (пари відповідних даних входу-виходу), яка генерується невідомою функцією $F(x)$, спотвореною шумом. Завдання апроксимації полягає в знаходженні оцінки невідомої функції $F(x)$. Апроксимація функцій необхідна для виконання численних інженерних та наукових завдань з моделювання.

Передбачення/прогнозування. Нехай задані n дискретних значень $\{y(t_1), y(t_2) \dots, y(t_n)\}$ у послідовні моменти часу t_1, t_2, \dots, t_n . Завдання полягає в прогнозуванні значення $y(t_n + 1)$ в деякий майбутній момент часу $t_n + 1$. Передбачення мають значний вплив на прийняття рішень у бізнесі, науці та техніці. Прогноз цін на фондовій біржі й прогноз погоди є типовими додатками методів передбачення/прогнозування.

Оптимізація. Численні проблеми в економіці та інших наукових галузях можуть розглядатися як проблеми оптимізації. Завданням алгоритму оптимізації є знаходження такого розв'язку, який задовольняє систему обмежень і максимізує або мінімізує цільову функцію.

Контекстно-адресована пам'ять. У моделі обчислень фон Неймана, що є базисом традиційної обчислювальної техніки, звернення до пам'яті було можливим тільки за допомогою адреси комірки пам'яті, яка не залежить від її змісту. Більше того, якщо допущена помилка в адресі, то може бути знайдена абсолютно інша інформація. Контекстно-адресована (асоціативна) пам'ять або пам'ять, що адресується за змістом, доступна за вказівкою заданого змісту. Асоціативна пам'ять надзвичайно бажана за створення мультимедійних інформаційних баз даних.

Управління. Розглянемо динамічну систему, задану сукупністю $\{u(t), y(t)\}$, де $u(t)$ є вхідним керуючим впливом, а $y(t)$ - виходом системи в момент часу t . У системах управління з еталонною моделлю мети управління є можливість розрахунку такої величини вхідного впливу $u(t)$, при якій система рухається за бажаною траєкторією, що визначається еталонною моделлю.

У принципі, нейронні мережі можуть обчислювати значення будь-яких функцій, інакше кажучи, виконувати все, що можуть робити традиційні комп'ютери. На практиці для того, щоб застосування нейронної мережі було доцільним, необхідно, щоб задача мала такі ознаки: невідомий алгоритм або принципи розв'язання задачі, але накопичена достатня кількість прикладів; проблема характеризується великими обсягами вхідної інформації; дані неповні або надмірні, містять шуми, частково суперечливі.

Отже, нейронні мережі добре підходять для розпізнавання образів та розв'язання задач з класифікації, оптимізації й прогнозування.

Проте є низка недоліків, пов'язаних з застосуванням для розв'язання задач з ідентифікації взірців інформації. Головним з них є те, що для навчання нейромережі потрібна велика кількість фактичної інформації (кількість

спостережень від 50 до 100). Для аналітичних задач у бізнесі це не завжди можна забезпечити. Крім цього, неявне навчання призводить до того, що структура зв'язків між нейронами стає «незрозумілою» - не існує іншого способу її прочитати, крім як запустити функціонування мережі. Стає складно відповісти на запитання: «Як нейронна мережа отримує результат?» - тобто побудувати зрозумілу людині логічну конструкцію, що відтворює дії мережі. Це явище можна назвати «логічною непрозорістю» нейронних мереж, навчених за неявними правилами. Навіть добре натренована нейромережа являє собою «чорний ящик», тобто систему, в якій зовнішньому спостерігачеві доступні лише вхідні та вихідні величини, а внутрішня будова її та процеси, що в ній перебігають, невідомі.

Тема 6 СППР на основі сховищ даних та OLAP-технологій

6.1 Розвиток та застосування СППР на основі сховищ даних та OLAP-систем

6.2 Зародження й розвиток OLAP-систем. 12 правил Кода

6.1 Розвиток та застосування СППР на основі сховищ даних та OLAP-систем

Системи підтримки прийняття рішень на основі сховищ даних та OLAP-систем, як і самі сховища даних (Data Warehouses) та системи аналітичного онлайнового оброблення даних, належать до типу орієнтованих на дані СППР. У загальному вигляді орієнтовану на дані систему підтримки прийняття рішень (ОДСППР) можна визначити як інтерактивну комп'ютеризовану систему, що допомагає ОПР використовувати дуже велику базу даних із внутрішніх даних компанії та деякі зовнішні дані з навколишнього середовища системи з метою прийняття обґрунтованих рішень. Наприклад, система може надавати дані щодо збуту продукції як самої компанії, так і її конкурентів. Деякі дані можуть

бути деталізованими даними транзакцій, а деякі - агрегованими. У більшості реалізованих нині ОДСППР користувачі можуть виконувати незаплановані або в режимі на даний випадок (*ad hoc*) аналізи даних та формулювати запити. За допомогою таких систем менеджери обробляють дані для ідентифікації фактів та отримання висновків у вигляді графічних зображень (діаграм, графіків, трендів).

Орієнтовані на дані СППР, зокрема системи аналітичного онлайнового оброблення, інколи називають бізнес-інформаційними (*Business intelligence*). Цей широко відомий термін запропонував 1989 року аналітик Говард Дрезнер (Howard Dresner) з групи «Gartner», що консультує фірми «Fortune 1000» з питань інформаційних технологій, для описання низки понять та методів, призначених для вдосконалення бізнесових рішень за допомогою використання основаних на фактах систем підтримки прийняття рішень (власне замість терміна «програмне забезпечення» («*decision support*») був запропонований термін «*Business intelligence*»).

Зокрема, у 1994 році Говард Дрезнер писав: «До 1996 року використання розв'язків *Business intelligence* різко переміститься від спеціалізованих аналітиків до всіх менеджерів та професіоналів як найкращий шлях розуміння бізнесу... Замість вузького кола аналітиків, які витрачають 100 відсотків свого часу на аналізування даних, усі менеджери та професіонали витратять 10 відсотків свого часу для цього, використовуючи програмне забезпечення *Business intelligence*» [13]. Хоча ні 1996, ні навіть 2001 року повною мірою цей прогноз не справдився, проте багато менеджерів освоїли й продовжують вивчати цей тип програмних продуктів. Така обставина пояснюється тим, що програмне забезпечення орієнтованих на дані СППР надає змогу користувачам досягати як загальної для всієї корпорації мети, тобто підвищення рівня конкурентоспроможності за рахунок своєчасного отримання важливої для успіху інформації, недосяжної раніше іншими шляхами, так і поліпшувати

особисту управлінську продуктивність, тобто різко скорочувати завдяки таким СППР час на отримання таких самих результатів.

Термін «Business intelligence» використовується як синонім «OLAP» в інструкціях щодо використання, в описаннях виконавчих інформаційних систем. «Business intelligence» є терміном з маркетингу. Він вживається також для позначення орієнтованих на дані СППР. Цей тип СППР допомагає користувачам реалізувати практичне оброблення вниз (drill down) для детальнішого огляду інформації, оброблення вгору (drill up), щоб оглянути ширшу, інтегровану інформацію, «розрізати базу даних тонкими скибочками й нарізувати кубиками» («slice and dice»), щоб змінити вимірність, яку вони переглядають. Результати «drilling» і «slicing та dicing» подаються в таблицях та схемах [1]. Чому саме такі та подібні їм можливості стали конче потрібними ОПР та менеджерам?

Традиційна технологія підготовки інтегрованої інформації на основі запитів та звітів у звичайних системах підтримки прийняття рішень стала неефективною через різке зростання кількості й збільшення різноманітності вихідних даних, що знаходяться в численних оперативних і виробничих системах організацій. Ця обставина стала гальмувати виконання функцій управління у разі необхідності швидко створювати й приймати рішення. Крім того, постійне накопичення даних у корпоративній базі даних для прийняття рішень й подальший їх аналіз гальмують оперативну роботу з даними.

У типовій організації доступні оперативні бази даних розроблялися для здійснення регулярних процедур (транзакцій). Такі потреби можуть включати, наприклад, підготовку нового або поновлення попереднього замовлення. Регулярні процедури рідко пов'язані з запитом, тому, зазвичай, оперативні бази даних містять тільки поточну інформацію. Вони не можуть задовольнити інформаційні потреби користувачів СППР, тому що їм не вистачає архівних даних та їх стабільності, що стає вирішальним у разі необхідного аналізування. Наприклад, ОПР може звернутися до системи з запитанням: «Як проведені компанією останні заходи щодо розповсюдження товару впливали на його

продаж за останній квартал у порівнянні з таким самим просуванням товару за останній рік?» Швидкої та вичерпної відповіді на подібні запитання традиційні СППР забезпечити не могли.

Крім того, часто дані знаходяться в різних операційних системах, які мають суттєві відмінності в організації даних. Фактично поєднання даних з систем DB2, Oracle та COBOL з даними бази даних Sybase чи Informix може бути нелегким та ускладнюючим аналіз цих даних. Оперативні бази даних за структурою та розміром є недостатніми для загального аналізу. Як результат з цього випливає, що коли потреби оперативних баз даних повністю відрізняються від потреб СППР, то вони не є оптимальними для використання в СППР, що призводить до неефективного виконання запитів до СППР.

В історичному контексті це означає, що СППР не були такими корисними, як могли б бути, оскільки необхідні дані не були вчасно доступними. Для компенсації цього недоліку часто адаптовували окремі «заморожені» фрагменти виходів інформаційної системи для наступного аналізу. Ці фрагменти забезпечують лише інформацією про відібрані об'єкти в окремі моменти часу. Хоча такі фрагменти ефективніші, ніж безпосереднє використання оперативної бази даних, але їм недостає широкого спектру інформації для повного її аналізу або гнучких специфічних запитів. Інакше кажучи, враховуючи всі переваги такого вирішення проблеми, воно загалом не створює сприятливого середовища для використання СППР.

Альтернативним та популярнішим підходом є створення *сховища даних* для підтримки потреб СППР, а також застосування інструментальних засобів *OLAP-систем*, які забезпечують доступ та оброблення накопичених за достатній період внутрішніх даних організації, а також у деяких випадках і зовнішніх.

У загальному випадку дані ОДСППР є операційними даними щодо фіксації щоденних бізнесових операцій компанії, тобто дані про транзакції (ведення справ, угод) та бізнесові випадки (явища). Вони формуються, щоб забезпечити

тактичні й стратегічні бізнесові дії на основі операційних та доречних зовнішніх даних. Відмінність у цілях застосування операційних баз даних та баз даних СППР полягає в тому, що формати й структури цих видів даних відрізняються принаймні за шістьма основними показниками: *структурою даних, діапазоном часу, підсумовуванням даних, мінливістю даних, вимірністю даних та метаданими*. Зупинимосся на них докладніше.

Структури даних. Розглянемо діапазон і суть відмінностей операційних даних та даних ОДСПР за форматом та структурою. Почнемо з операційних даних, які часто упорядковуються системою керування реляційної бази даних. Реляційні системи оброблення запитів (транзакційні системи) мають структури даних, які називаються таблицями, що повинні бути надзвичайно нормалізованими. Таблиці нормалізують, щоб уникнути аномалій у даних, коли виконуються, наприклад, такі операції як оновлення, додавання чи вилучення записів. Нормалізація є процесом переведення складної структури даних у найпростішу, найстійкішу структуру. За нормалізації вилучаються зайві атрибути, ключі й відношення у концептуальній моделі даних [5].

За зберігання операційних даних або даних транзакційних систем програмне забезпечення й апаратні засоби оптимізовані так, щоб підтримувати транзакції стосовно щоденних операцій компанії. Наприклад, кожного разу, коли продається виріб, то все, що з цим актом пов'язане, мусить бути записане й враховане, тобто обчислене у відповідній таблиці транзакцій. Також пов'язані з цією операцією дані - дані щодо замовників та запасів матеріалів, змінюються в системах оброблення транзакцій. Для того, щоб забезпечити ефективну актуалізацію БД, системи транзакцій зберігають дані в багатьох малих таблицях, кожна з яких має мінімальну кількість полів. Так, наприклад, простій транзакції з оброблення запиту щодо збуту продукції потрібно мати дані, елементи яких записуються в п'яти або більше різних таблицях, оскільки потрібно добавляти або змінювати запис у таблиці накладної, в таблиці рядків накладної, таблиці дисконтів, таблиці запасів та таблиці департаменту.

Хоч такий структурований підхід до створення багатьох малих таблиць розглядається як ефективний для бази даних транзакцій, однак він не призначений для організації даних в ОДСППР. За такого підходу запити будуть виконуватися повільно, оскільки потрібно з'єднати багато таблиць, щоб завершити опрацювання запиту, на що витрачається багато часу та використовуються обшивні ресурси системи.

Операційні дані, зазвичай, зберігаються в багатьох різних таблицях і містять інформацію про специфічні транзакції, а дані ОДСППР - у значно меншій кількості таблиць, причому в них не завжди можна відшукати детальні відомості щодо кожної транзакції, бо вони є переважно підсумковими даними транзакцій. Дані з численних операційних баз даних інтегровані, агреговані й підсумовані в базі даних ОДСППР, щоб задовольняти наперед невизначені потреби щодо підтримки прийняття рішень.

Орієнтовані на дані СППР можуть містити надлишкові дані, якщо це сприяє прискоренню оброблення запитів. Компонентами даних ОДСППР на основі сховища даних є: метадані, поточні деталізовані дані, давніші докладні дані, підсумовані дані тощо. Загальна нормалізація не ефективна для даних ОДСППР і навіть деяка часткова нормалізація може реально зменшити ефективність оброблення запитів у орієнтованих на дані СППР.

Діапазон часу. Операційні дані є поточними даними, оскільки вони відображають теперішній стан бізнесових транзакцій. Дані ОДСППР - це миттєві знімки станів у задані моменти часу, тобто вони являють собою упорядковану за часом сукупність або серію операційних даних. Фактично в ОДСППР зберігаються численні «часові зрізи» операційних даних.

Підсумовування. Дані ОДСППР можуть підсумовуватися за допомогою програмного забезпечення аналітичного оброблення. Можна відправити деякі дані з бази даних ОДСППР у мультимірний куб даних для прискореного аналізу. Деякі бази даних ОДСППР утворюються виключно з підсумків або (як їх часто називають) похідних чи вторинних даних. Наприклад, скоріше, ніж

зберігати кожну з 10 000 транзакцій зі збуту в окремих елементах пам'яті на даний період, база даних ОДСППР може містити загальну кількість проданих одиниць та обсяг збуту. Дані ОДСППР можна було б подати у такий спосіб, щоб спостерігати обсяги збуту в грошовому еквіваленті для кожного магазину або збут у різних одиницях виміру для кожного типу продукту. Метою підсумовування є визначення й оцінювання трендів продажу або порівняння збутів різних типів продукції. Користувач може захотіти, наприклад, дізнатися: який тренд продукту *A*? Чи доцільно припинити продаж деякого продукту? Чи були ефективними витрати на рекламу для створення сприятливих змін у збуті? На всі ці запитання можна відповідати, використовуючи інтегровані дані. Операційні дані не підсумовуються в базах даних.

Мінливість даних. Тільки два види дій відбуваються в сховищі даних або базі даних ОДСППР: завантаження даних та організація доступу до них. Можна додавати дані в пакетах, але це вже не буде інтерактивною актуалізацією даних. Отже, дані СППР не змінюються з часом. Операційні дані мають непостійний характер, оскільки вони змінюються, як тільки відбуваються нові транзакції.

Вимірність даних. Багатовимірність даних є, можливо, найхарактернішою особливістю даних ОДСППР. З погляду менеджера чи аналітика дані ОДСППР завжди пов'язані між собою багатьма різними способами. Наприклад, коли аналізується збут продукту окремому споживачеві протягом певного проміжку часу, то можна зробити такий запит: «Скільки виробів типу *X* було продано споживачеві *Y* протягом останніх шести місяців?» Дані ОДСППР можуть досліджуватися в різних аспектах, наприклад, за видами *продуктів*, за *регіонами* і за *часом*. Здатність аналізувати, виділяти та подавати дані як інформацію в зручному вигляді є однією із головних позитивних характеристик ОДСППР. На противагу ним, операційні дані мають тільки одну вимірність.

Метадані. В орієнтованій на дані СППР важливо розробити й підтримувати *метадані* про дані СППР. Словники баз даних можуть бути і для систем оброблення транзакцій, але через те, що дані ОДСППР можуть надходити від

багатьох джерел, створення словників і метаданих є особливо важливим для СППР. *Метадані* - це «інформація про дані» в базі даних СППР. До ресурсів метаданих належать каталоги та словники бази даних, а також імена змінних, довжини полів, допустимі значення змінних та описи елементів даних. Семантичні дані часто зберігаються в словнику бази даних. Метадані зберігають інформацію про зміни у схемі початкових джерел сховища даних або бази даних.

Орієнтовані на дані СППР часто відносять до типу *аналітичних систем (АС)*, тобто інформаційних систем, метою яких є лише аналіз даних. Інколи терміни «АС» і «ОДСППР» вживають як синоніми. Зауважимо, що стосовно інформаційних процесів аналітичні системи є вторинними по відношенню до операційних транзакційних систем OLTP (On-line transaction processing), оскільки всі дані, що використовуються для аналізу, необхідно спочатку нагромадити і, за можливості, частково обробити, чим і займаються різні транзакційні системи, а лише потім їх проаналізувати. Аналітичні завдання залежно від концепції аналізу можна поділити на дві групи: завдання статичного та завдання оперативного аналізу. Ці дві групи аналітичних завдань суттєво відрізняються між собою.

Перша група завдань характеризується тим, що вони реалізуються на основі традиційної технології автоматизації розв'язання. За цієї технології спочатку формулюється технічне завдання, яке передається програмісту для програмування. Програміст складає програму та тестує її і лише після цього отримує результат у вигляді регламентованих, тобто чітко визначених форм. За такого підходу виникає велика затримка в часі між моментом виникнення потреби в аналізі та отриманням відповідного результату. Дуже часто результат аналізу, який був потрібний аналітику, отримують пізно і рішення приймається без його врахування. Тому для прийняття оперативних рішень такий вид аналізу не підходить.

Саме потреба в оперативному багатоаспектному бізнес-аналізі привела до виникнення нової OLAP-технології розв'язання аналітичних завдань. Ця технологія призначена забезпечувати аналітиків динамічним багатовимірним аналізом консолідованих даних. Як уже зазначалося, розв'язання аналітичних завдань не може обмежуватись лише даними транзакційних систем. Для порівняльного аналізу та виявлення тенденцій потрібно мати великі обсяги зовнішніх даних з різних статистичних збірників, з електронних та інших джерел. Зручним способом зберігання даних для виконання оперативних аналітичних завдань є сховища даних, що утворюють основу аналітичних інформаційних систем.

Орієнтовані на дані СППР мусять мати дані найвищої якості, інакше дані можуть призвести до невдач у вирішенні проблем. Дані найвищої якості - це *точні, своєчасні, значимі* (важливі) та *повні* (комплектні) дані. Оцінювання або вимірювання якості джерел даних є попереднім завданням, яке пов'язане з оцінюванням технічної здійснимості проекту орієнтованої на дані СППР.

6.2 Зародження й розвиток OLAP-систем. 12 правил Кода

OLAP (аббревіатура від On-line Analytical Processing - інтерактивне аналітичне оброблення) фактично означає не окремі конкретні програмні продукти, а технологію багатовимірного аналізу даних, основу якої започаткувала опублікована 1993 року праця Е.Ф. Кода (E.F. Codd) «OLAP для користувачів-аналітиків: яким воно має бути», у якій він запропонував 12 правил, які виражали концепцію оперативного аналітичного оброблення даних і фактично послужили стандартом інструментальних засобів оперативного аналітичного оброблення.

Правила Кода для OLAP

1. Багатовимірне концептуальне зображення (Multidimensional conceptual view). Уможливорює користувачу перегляд даних, які можна аналізувати за регіонами, часом тощо.
2. Прозорість (Transparency). Робить базову (що є основою) аналітичну здатність цілком прозорою для користувача.
3. Доступність (Accessibility). Дає змогу створювати власну логічну схему для запам'ятовування неоднорідних фізичних даних.
4. Узгоджена продуктивність щодо створення повідомлень (Consistent reporting performance). Забезпечує надійну продуктивність підготовки звітів для будь-якої кількості вимірів, яку обирає користувач.
5. Архітектура клієнт/сервер (Client/server architecture). Забезпечує мінімум зусиль для використання цієї архітектури.
6. Генерування вимірів (Generic dimensionality). Має тільки одну логічну структуру для подання всіх вимірів.
7. Динамічне оброблення розріджених матриць (Dinamic sparse matrix handling). Ефективно поводить ся з порожніми пропусками в матриці, що роблять матрицю розрідженою.
8. Багатокористувацька підтримка (Multiuser support). Уможливорює одночасний доступ, захист та цілісність для багатьох користувачів.
9. Необмежені перехресно-вимірні операції (Unrestricted cross-dimensional operations). Виконує обчислення та інші операції над вимірами без втручання користувача.
10. Інтуїтивне маніпулювання даними (Intuitive data manipulation). Уможливорює оброблення з деталізацією (drilling down), наближення/віддалення об'єкта, переорієнтацію та консолідоване подання даних і аналізів.
11. Гнучка організація створення звітів (Flexible reporting). Дає змогу користувачам легко й ефективно маніпулювати звітами даних.

12. Необмеженість вимірів та рівнів агрегації (Unlimited dimensions and aggregation levels). Містить щонайменше 15, а то й 20 вимірів даних.

1995 року до них було додано ще кілька правил, що у своїй сукупності визначили основні сучасні вимоги до OLAP-систем. Ці правила були поділені на чотири групи.

Базові характеристики: багатовимірність моделі даних; інтуїтивні механізми маніпулювання даними; доступність; пакетне отримання даних; клієнт-серверна архітектура; прозорість (для користувача); багатокористувацька робота.

Спеціальні характеристики: оброблення неформалізованих даних; зберігання результатів окремо від вхідних даних; виокремлення даних, яких бракує (тобто вони мусять відрізнятися від нульового значення); оброблення значень, яких бракує (всі значення, яких бракує, мають бути проігноровані в разі аналізу).

Характеристики побудови звітів: гнучкі можливості одержання звітів; стабільна продуктивність підготовки звітів; автоматичне регулювання фізичного рівня.

Керування розмірністю: загальна функціональність; необмежена кількість вимірів та рівнів агрегування; необмежена кількість операцій над даними різних вимірів.

Ці концепції покладені в основу технології OLAP, хоча реально наявні OLAP-системи мають далеко не повний перелік описаних характеристик. OLAP-технологія, яку можна назвати також інтерактивним (діалоговим) аналітичним обробленням, дає змогу на основі багатовимірної (гіперкубічної) моделі даних (на відміну від плоскої реляційної моделі даних) моделювати реальні структури й зв'язки, що є виключно важливими для аналітичних систем. Вона призначена для створення багатопараметричних моделей з метою адекватнішого відображення реальних бізнес-процесів. Технологія OLAP дає змогу швидко змінювати погляди на дані залежно від вибраних параметрів і

забезпечувати особу, що приймає рішення, повною картиною щодо ситуацій, які аналізуються.

Усі OLAP-системи побудовані на двох базових принципах:

1) дані, необхідні для прийняття рішень, слід попередньо агрегувати на всіх відповідних рівнях і організувати так, щоб забезпечити максимально швидкий доступ до них;

2) мова маніпулювання даними основана на бізнес-поняттях. Дані параметруються кількома рівноправними вимірами, наприклад, дані стосовно продажу у великій торговельній компанії можна аналізувати в таких вимірах: «час» (день, тиждень, місяць, квартал, рік), «географія» (місто, область, країна), «товар» (фірма-виробник, вид товару), «покупець» (стать, вік).

Оскільки в основі OLAP-технології лежить концепція гіперкуба моделі даних, то залежно від відповіді на запитання, чи існує гіперкуб як окрема фізична структура? Чи це є лише віртуальна модель даних? Розрізняють два основних типи аналітичного оброблення даних: MOLAP та ROLAP.

MOLAP (Multidimensional OLAP) - це багатовимірна OLAP-система, в якій гіперкуб реалізується як окрема база даних нереляційної структури, яка забезпечує багатовимірне зберігання, оброблення й подання даних. Програмні продукти, що належать до цього типу OLAP-технології, як правило, мають сервер багатовимірних баз даних. Ця структура забезпечує максимально ефективний щодо швидкості доступ до даних, проте потребує додаткового ресурсу пам'яті. Крім того, велика розмірність моделі даних і розрідженість гіперкубів приводить до необхідності витрат великих апаратних ресурсів, що не завжди може бути доцільним. Є чотири провідні продавці серверів MOLAP: Arbor Software (Essbase), Kenan Technologies (Acumate Enterprise), Oracle/IRI (Express), D& B/Pilot Software (Lightship). Крім того, були розроблені нова версія сервера Cognos PowerPlay та новий мультимірний сервер інституту SAS.

У ROLAP (Relational OLAP) багатовимірна структура реалізується реляційними таблицями. Така структура забезпечує зберігання великих обсягів

інформації, проте є менш продуктивною з погляду ефективності OLAP-операцій. Незважаючи на те, що продавці ROLAP увійшли в ринок програмних продуктів тільки протягом останніх кількох років, чотири з них стали досить відомими. Два з них знаходяться серед найшвидше зростаючих корпорацій у Сполучених Штатах. Цими чотирма компаніями є: Microstrategy, Information Advantage, Stanford Technology Group (недавно придбаний Informix), IQ Software. На сьогодні відкриті сайти ROLAP, що містять аналітичні механізми сервера, створення звітів та інструментальні засоби аналізу, інструментальні засоби проектування системи та програмне забезпечення.

Певні недоліки, характерні основним типам OLAP-технологій, привели до появи нового типу аналітичних інструментів - HOLAP-систем, що являють собою гібридне (hybrid) оперативне аналітичне оброблення даних, де реалізуються обидва підходи, тобто доступ може надаватися як до багатовимірних баз даних, так і до даних реляційного типу.

На сьогодні розроблено досить багато систем підтримки прийняття рішень, сконструйованих з використанням OLAP-технології (Hyperion OLAP, Elite OLAP, Oracle Express та багато інших). Ринок програмних OLAP-продуктів постійно розширюється. Сучасні системи оперативного аналітичного оброблення надають користувачам можливість виконувати ключові завдання управління бізнес-процесом, зокрема додатки Hyperion OLAP; аналіз прибутковості; аналіз напрямів розвитку продукції; аналіз продажу; аналіз стану на ринку; аналіз асортименту продуктів; аналіз ризику; аналіз конкурентоспроможності; складання звітів з продуктивності; моделювання сценарію; аналіз бюджету й прогнозів тощо. Слід ще раз підкреслити, що згідно з сучасними поглядами на створення інформаційних систем OLAP-системи мають базуватися на спеціальній базі даних - сховищі даних, але можуть використовуватися і автономно.

Лабораторний практикум з Модуля 3

Прийняття рішень в умовах невизначеності - теорія ігор

Завдання теорії ігор

Якщо є кілька конфліктуючих сторін (осіб), кожна з яких приймає деяке рішення, яке визначається заданим набором правил і кожному з осіб відомо можливе кінцевий стан конфліктної ситуації зі заздалегідь визначеними для кожної з сторін платежами, то говорять, що має місце гра.

Завдання теорії ігор полягають у виборі такої стратегії поведінки даного гравця, відхилення від якої може лише зменшити його виграш.

Ситуація називається *конфліктною* якщо в ній беруть участь сторони, інтереси яких повністю або частково протилежні.

Гра - це дійсний чи формальний конфлікт, в якому є принаймні 2 учасники (гравця), кожен з яких прагне до досягнення власних цілей. Допустимі дії кожного з гравців, спрямовані на досягнення певної мети називаються правилами гри [8].

Кількісна оцінка результатів гри - *платежі*. Гра називається парною, якщо в ній беруть участь тільки 2 особи. Парна гра називається грою з нульовою сумою, якщо сума платежів дорівнює нулю, тобто програш одного гравця дорівнює виграшу другого. *Парна гра* з нульовою сумою називається антагоністичною, або грою з суперництвом. Далі будемо розглядати антагоністичні ігри.

Однозначний опис вибору гравця в кожній з можливих ситуацій, при яких він повинен зробити особистий хід називається стратегією гравця. Під особистим ходом мається на увазі свідомий вибір і здійснення гравцем того чи іншого варіанта дій.

Стратегія гравця називається оптимальною, якщо при багаторазовому повторенні гри, вона забезпечує гравцеві максимально можливий середній виграш або, що теж саме, мінімально можливий середній програш.

Нехай є два гравці, один з яких може вибрати i -у стратегію з m своїх можливих стратегій, а другий, не знаючи вибору першого, вибирає j -у стратегію з n своїх можливих стратегій. У результаті перший гравець виграв величину a_{ij} , а другий - програє цю величину. З чисел a_{ij} складемо матрицю:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Рядки відповідають стратегіям першого гравця, а стовпці - стратегіям другого. Ці стратегії називаються *чистими*.

Матриця гри A називається платіжною. Гру, яка визначається матрицею $A_{m \times n}$ називають кінцевою грою розмірності $m \times n$.

Число $\alpha = \max_i \left(\min_j a_{ij} \right)$ називають *нижній ціною гри* (максимінімум), а відповідна йому стратегія - максиміна (рядок).

Число $\beta = \min_j \left(\max_i a_{ij} \right)$ називають *верхній ціною гри* (мінімакс), а відповідна йому стратегія гравця - мінімаксна (стовпець).

Теорема 1. Нижня ціна гри завжди не перевершує верхню ціну гри.

Якщо $\alpha = \beta = \nu$, то число ν називають ціною гри. Гра, для якої $\alpha = \beta$ називається грою з сідлової точки. Для такої гри знаходження рішення полягає у виборі максиміний або мінімаксний стратегії, які є оптимальними.

Якщо гра, задана матрицею A не має сідлової точки, то для знаходження її рішення використовуються змішані стратегії.

Вектор, кожна з компонент якого показує відносну частоту використання гравцем відповідної чистої стратегії, називається змішаною стратегією даного гравця. З даного визначення випливає, що сума компонент зазначеного вектора дорівнює 1, а самі компоненти більше або дорівнюють нулю.

Зазвичай змішану стратегію першого гравця позначають як $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)$, а другого гравця як $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$, причому:

$$\sum_{i=1}^m u_i = 1; \quad \sum_{j=1}^n z_j = 1$$

Якщо U^* – оптимальна стратегія першого гравця, а Z^* – оптимальна стратегія другого гравця, то: $v = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m a_{ij} U_i^* Z_j^*$

Визначення оптимальних стратегій та ціни гри складає процес знаходження рішення гри.

Теорема 2. Будь-яка матрична гра з нульовою сумою має рішення змішаних стратегій.

Теорема 3. Щоб число v було ціною гри, а U^* і Z^* – оптимальними стратегіями, необхідно і достатньо виконання нерівностей:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} U_i^* \geq v \text{ для всіх } j = 1, 2, \dots, n; \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} Z_j^* \leq v \text{ для всіх } i = 1, 2, \dots, m$$

Зведення задач теорії ігор до задач лінійного програмування

Розглянемо гру розмірності $m \times n$, яка визначається матрицею A . Згідно теоремі 3, для оптимальної стратегії першого гравця $U^* = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ і ціни гри виконується нерівність для всіх.

Припустимо, що $v > 0$. Цього завжди можна досягти додатком до всіх елементів матриці A одного й того ж постійного числа C , що не приведе до зміни оптимальних стратегій, а тільки лише збільшить ціну гри на C .

Розділивши обидві частини останнього нерівності на v , одержимо:

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} \frac{U_i^*}{v} \geq 1. \text{ Виконавши заміну змінних } \frac{U_i^*}{v} = y_i^*, \text{ отримаємо:}$$

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} y_i^* \geq 1, \quad y_i^* \geq 0.$$

Використовуючи введене позначення, перепишемо умову $\sum_{i=1}^m u_i = 1$ у вигляді

$$\sum_{i=1}^m y_i^* = \frac{1}{v}.$$

Оскільки перший гравець прагне отримати максимальний виграш, то він повинен забезпечити мінімум величині $\frac{1}{v}$. З урахуванням цього, визначення оптимальної стратегії першого гравця зводиться до знаходження мінімального значення функції $F^* = \sum_{i=1}^m y_i^* \rightarrow \min$ за умов, $\sum_{i=1}^m a_{ij} y_i^* \geq 1, y_i^* \geq 0$.

Аналогічні міркування показують, що визначення оптимальної стратегії другого гравця зводяться до знаходження максимального значення функції $F = \sum_{j=1}^n x_j^* \rightarrow \max$ при аналогічних умовах.

Таким чином, одержуємо пару двоїстих задач лінійного програмування.

Пряма задача:

$$F^* = \sum_{i=1}^m y_i^* \rightarrow \min \text{ - цільова функція;}$$

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} y_i^* \geq 1 \text{ для всіх } j \text{ - обмеження;}$$

$$y_i^* \geq 0 \text{ - умови не заперечності.}$$

Двоїста задача:

$$F = \sum_{j=1}^n x_j^* \rightarrow \max \text{ - цільова функція;}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^* \leq 1 \text{ для всіх } i = 1, 2, \dots, m \text{ - обмеження;}$$

$$x_j^* \geq 0 \text{ - умови не заперечності.}$$

Щоб знайти рішення цієї гри, яка визначається матрицею A , необхідно скласти пару двоїстих задач та знайти їх роз'язок, які використовуються для визначення стратегій та ціни гри за формулами:

$$v = \frac{1}{\sum_{j=1}^n x_j^*} = \frac{1}{\sum_{i=1}^m y_i^*}; \quad u_i^* = \frac{y_i^*}{\sum_{i=1}^m y_i^*} = v y_i^*; \quad z_j^* = \frac{x_j^*}{\sum_{j=1}^n x_j^*} = v x_j^*$$

Таким чином, процес знаходження рішення гри з використанням методів лінійного програмування включає в себе етапи:

- складання пари двоїстих задач лінійного програмування, еквівалентних даній гри;
- визначення їх оптимальних рішень;
- використовуючи співвідношення між рішеннями двоїстих задач, оптимальними стратегіями та ціною гри, знаходять рішення гри.

Приклад. Матриця гри А має вигляд:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 5 \\ -3 & 4 & -5 \\ 4 & -5 & 6 \end{bmatrix}$$

Визначити ціну гри та оптимальну стратегію першого та другого гравця.

Знайдемо нижню та верхню ціну гри, нижня:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 5 \\ -3 & 4 & -5 \\ 4 & -5 & 6 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{c} \min \\ -1 \\ -5 \\ -5 \end{array} \\ \alpha = \max(-3; -5; -5) = -1$$

Верхня ціна гри:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 5 \\ -3 & 4 & -5 \\ 4 & -5 & 6 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{c} \max \\ 4.0 \\ 4.0 \\ 6.0 \end{array} \quad \beta = \min(4; 4; 6) = 4$$

Нижня ціна гри не збігається з верхньою, значить для кожного гравця має місце гра зі змішаною стратегією.

Ціна гри може прийняти негативне значення, оскільки деякі з оцінок $a_{ij} < 0$ (значення в діапазоні $[-1; 4]$). Додамо до всіх елементів матриці A таке число C , щоб кожен з них став більше нуля ($C = 6$):

$$A = \begin{bmatrix} 8 & 5 & 11 \\ 3 & 10 & 1 \\ 10 & 1 & 12 \end{bmatrix}$$

Складемо пряму й двоїсту задачу лінійного програмування та знайдемо їх рішення.

Пряма задача:

$$F^* = y_1^* + y_2^* + y_3^* \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 8y_1^* + 3y_2^* + 10y_3^* \geq 1 \\ 5y_1^* + 10y_2^* + y_3^* \geq 1 \\ 11y_1^* + y_2^* + 12y_3^* \geq 1 \end{cases}$$

$$y_1^* \geq 0; \quad y_2^* \geq 0; \quad y_3^* \geq 0$$

Розв'язуючи цю задачу лінійного програмування, отримуємо відповіді:

$$F^* = y_1^* + y_2^* + y_3^* \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 8y_1^* + 3y_2^* + 10y_3^* \geq 1 \\ 5y_1^* + 10y_2^* + y_3^* \geq 1 \\ 11y_1^* + y_2^* + 12y_3^* \geq 1 \end{cases}$$

$$y_1^* \geq 0; \quad y_2^* \geq 0; \quad y_3^* \geq 0$$

Двоїста задача:

$$F^* = x_1^* + x_2^* + x_3^* \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 8y_1^* + 5y_2^* + 11y_3^* \leq 1 \\ 3y_1^* + 10y_2^* + y_3^* \leq 1 \\ 10y_1^* + y_2^* + 12y_3^* \leq 1 \end{cases}$$

$$x_1^* \geq 0; \quad x_2^* \geq 0; \quad x_3^* \geq 0$$

Розв'язуючи двоїсту задачу, отримуємо відповіді:

$$F^* = 0.1538; \quad x_1^* = 0.0769; \quad x_2^* = 0.0769; \quad x_3^* = 0.$$

Визначаємо ціну гри:
$$v = \frac{1}{\sum_{j=1}^n x_j^*} = \frac{1}{\sum_{i=1}^m y_i^*} = \frac{1}{0.1538} = 6.5.$$

Оптимальна змішана стратегія першого гравця визначається за формулою $u_i^* = v y_i^*$, тобто:

$$U^* = \begin{bmatrix} 6.5 \times 0.1077 \\ 6.5 \times 0.0462 \\ 6.5 \times 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7 \\ 0.3 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Це означає, що перший гравець повинен застосовувати першу стратегію з імовірністю 0,7 і другу – з імовірністю 0,3. Третю стратегію застосовувати не слід.

Оптимальна змішана стратегія другого гравця визначається за формулою $z_j^* = v x_j^*$, тобто:

$$Z^* = [6.5 \times 0.0769; \quad 6.5 \times 0.0769; \quad 6.5 \times 0] = [0.5; \quad 0.5; \quad 0]$$

Це означає, що другий гравець повинен застосовувати першу стратегію з імовірністю 0,5 і другу – з імовірністю 0,5. Третю стратегію застосовувати не слід.

Дана ціна гри $v = 6.5$ розрахована з урахуванням того, що до всіх елементів матриці A додавалося число $C = 6$. Первісна ціна гри складе: $6,5 - 6 = 0,5$. Це і буде середній максимально можливий виграш для першого гравця та середній мінімально можливий програш для другого за умови застосування ними оптимальних змішаних стратегій.

Приклад. Матриця гри A має вигляд:

$$A = \begin{bmatrix} 12 & 9 & 11 & 5 & 8 \\ 15 & 13 & 20 & 13 & 15 \\ 10 & 5 & 8 & 12 & 4 \\ 14 & 4 & 7 & 3 & 17 \end{bmatrix}$$

Визначити ціну гри та оптимальну стратегію першого і другого гравця.

Знайдемо нижню та верхню ціну гри, нижня:

$$A = \begin{bmatrix} 12 & 9 & 11 & 5 & 8 \\ 15 & 13 & 20 & 13 & 15 \\ 10 & 5 & 8 & 12 & 4 \\ 14 & 4 & 7 & 3 & 17 \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{c} \min \\ 5 \\ 13^* \\ 4 \\ 3 \end{array}$$

$$\alpha = \max(5; 13; 4; 3) = 13$$

Верхня ціна гри:

$$A = \begin{bmatrix} 12 & 9 & 11 & 5 & 8 \\ 15 & 13 & 20 & 13 & 15 \\ 10 & 5 & 8 & 12 & 4 \\ 14 & 4 & 7 & 3 & 17 \end{bmatrix}$$

$$\max \begin{array}{c} 15 \\ 13^* \\ 20 \\ 13^* \\ 17 \end{array} \quad \beta = \min(15; 13; 20; 13; 17) = 13$$

Нижня ціна гри збігається з верхньою, значить для кожного гравця має місце гра з чистою стратегією:

- гравець 1 має у своєму розпорядженні 4 стратегії (рядки матриці A).

Оптимальною є стратегія № 2;

- другий гравець має в своєму розпорядженні 5 стратегій (стовпці матриці A).

Оптимальною є або стратегія № 2 або стратегія № 4;

- середній максимальний виграш першого гравця та середній мінімальний програш другого складають 13 у.о. (елемент матриці A, що стоїть на перетині чистих стратегій) – ціна гри.

Приклад завдання до модульного контролю 3

Аудиторна контрольна робота

Завдання до варіанту 1:

- 1) Розвиток та застосування СППР на основі сховищ даних та OLAP-систем.
- 2) Поняття знань та відмінності їх від даних.
- 3) Визначення OLAP-систем.

Завдання до варіанту 2:

- 1) Основні напрямки штучного інтелекту.
- 2) Застосування нейромереж в СППР.
- 3) Архітектура OLAP-систем.

МОДУЛЬ 4

ПРИНЦИПИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ ГРУПОВОГО ВИБОРУ

Тема 7 Групові системи підтримки прийняття рішень

7.1 Суть підтримки прийняття рішень

7.2 Формування узагальненого ранжирування об'єктів

7.3 Оцінка міри узгодженості думок експертів на основі дисперсійного коефіцієнта конкордації

7.1 Суть підтримки прийняття рішень

На практиці груповий вибір поширений так само часто, як і індивідуальний вибір. Основною проблемою при прийнятті рішень групою ОПР на сьогодні є формування єдиної думки експертів на основі індивідуальних переваг за допомогою відповідного принципу узгодження - оцінка якості виробленої функції групових переваг.

Нехай є безліч рішень $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$, групова ОПР складається з d експертів. Функція групових переваг має вигляд: $F = (f_1, f_2, \dots, f_d)$, де f_i – оцінка i -ого рішення групою в якісній або кількісній шкалі.

До принципів групового вибору відносять:

1. *Принцип більшості голосів.* У груповій ОПР можуть створюватися коаліції - об'єднання учасників групи зі співпадаючими цілями.

Нехай у груповій ОПР є безліч коаліцій $V = (v_1, v_2, \dots, v_s)$, де s - кількість коаліцій, $s \in [1 \dots d]$:

- якщо $s = d$ - всі коаліції одноосібні, всі члени групи мають різні цілі;
- якщо $s = 1$ - має місце одна коаліція, яка включає всіх членів групи.

Кожна коаліція має свою функцію переваги f_k . Суть принципу більшості голосів - групова перевага повинна відповідати коаліційній перевазі, яка нараховує кількість експертів, що перевищують певний поріг.

Принцип більшості голосів використовується при демократичному способі прийняття рішень, не враховує інтересів усіх членів групи.

2. *Принцип диктатора* - групою приймаються переваги одного експерта.

Функція переваги має вигляд: $F = (f_1, f_2, \dots, f_d) = f_k$, де f_k - функція переваг диктатора. За своєю суттю, в даному випадку групова перевага відповідає індивідуальній. При відсутності стимулюючих факторів така група розпадається.

7.2 Формування узагальненого ранжирування об'єктів

Метод групової оцінки об'єктів полягає в раціональній організації та проведенні експертами аналізу проблеми, кількісної оцінки суджень та обробці результатів експертизи. Узагальнене судження групи експертів приймається як рішення проблеми.

Відповідно до гіпотези про те, що експерти є достатньо точними «вимірниками», групова оцінка будується на основі застосування методів усереднення тобто вважається, що індивідуальні оцінки експертів утворюють компакту групу, яка дає можливість використовувати математичне очікування чи медіану як найбільш ймовірну оцінку.

Нехай d експертів оцінили m об'єктів за l показниками. Результати представлені у вигляді елементів матриці x_{is}^h ,

де s – номер експерта ($s = \overline{1, d}$);

i - номер об'єкта ($i = \overline{1, m}$);

h - номер показника (ознаки) порівняння ($h = \overline{1, l}$).

Середнє значення оцінки кожного об'єкта в кількісній шкалі розраховується за формулою:

$$x_i = \sum_{h=1}^l \sum_{s=1}^d q_h k_s x_{is}^h \quad (4.1)$$

де q_h - вагові коефіцієнти показників, визначають їхню ступінь важливості та визначаються експертним шляхом;

k_s - коефіцієнти компетентності експертів.

Дані коефіцієнти є нормованими величинами, тобто:

$$\sum_{h=1}^l q_h = 1, \quad \sum_{s=1}^d k_s = 1.$$

Якщо q_{hs} - ваговий коефіцієнт h -го показника за оцінкою s -го експерта, то у усереднений ваговий коефіцієнт h -го показника для всіх експертів розраховується як:

$$q_h = \sum_{s=1}^d q_{hs} k_s ; (h = 1, 2, \dots, l) \quad (4.2)$$

Групова оцінка об'єктів, яка отримана шляхом підсумку ваг індивідуальних оцінок експертів, широко застосовується на практиці.

У випадку оцінки об'єктів у порядковій шкалі, елементи матриці є рангами. Завдання обробки даних полягає в побудові узагальненої ранжировки на основі індивідуальних ранжировок експертів.

Кожну ранжировку експертів подають у вигляді матриці парних порівнянь з елементами:

$$y_{ik}^s = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x_{is} \leq x_{ks}, \\ 0, & \text{якщо } x_{is} > x_{ks} \end{cases} \quad (4.3)$$

Складається d матриць парних порівнянь, за кількістю експертів. Узагальнена ранжировка повинна відповідати такій матриці парних порівнянь, яка найкращим чином узгоджується з індивідуальними матрицями парних порівнянь експертів (будується за принципом методу медіан).

Медіана – це така матриця парних порівнянь, у якої сума відстаней до всіх індивідуальних матриць парних порівнянь мінімальна.

На підставі матриць парних порівнянь всіх експертів будується сумарна матриця парних порівнянь:

$$a_{ik} = \sum_{s=1}^d y_{ik}^s \quad (4.4)$$

Елементи узагальненої матриці парних порівнянь заповнюються за правилом:

$$y_{ik}^* = \begin{cases} 1, & \text{якщо } a_{ik} \geq d/2, \\ 0, & \text{якщо } a_{ik} < d/2 \end{cases} \quad (4.5)$$

Тобто, якщо більше половини експертів надали перевагу i -му рішенням, то за принципом більшості голосів, елементу узагальненої матриці присвоюється одиниця, якщо ні – нуль (d – кількість експертів).

У випадку, коли необхідно враховувати коефіцієнти компетентності експертів, елементи сумарної матриці розраховуються за формулою:

$$a_{ik} = \sum_{s=1}^d k_s y_{ik}^s \quad (4.6)$$

де k_s - нормований коефіцієнт компетентності s -го експерта,

$$\sum_{s=1}^d k_s = 1;$$

y_{ik}^s - матриця парних порівнянь s -го експерта.

Елементи узагальненої матриці парних порівнянь заповнюються за правилом:

$$y_{ik}^* = \begin{cases} 1, & \text{якщо } a_{ik} \geq 1/2, \\ 0, & \text{якщо } a_{ik} < 1/2 \end{cases} \quad (4.7)$$

Поріг $1/2$ є ймовірністю того, що i -й об'єкт переважає k -й.

При наявності декількох ситуацій (найбільш узагальнений випадок, який включає всі попередні), елементи сумарної матриці розраховуються за формулою:

$$a_{ik} = \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^d p_j k_s y_{ik}^{sj} \quad (4.8)$$

Узагальнена матриця заповнюється за правилом:

$$y_{ik}^* = \begin{cases} 1, & \text{якщо } a_{ik} \geq 1/2, \\ 0, & \text{якщо } a_{ik} < 1/2 \end{cases} \quad (4.9)$$

Для отримання узагальненої групової ранжировки з використанням узагальненої матриці парних порівнянь, застосовують метод послідовного виділення не домінуючих об'єктів - *операцію транзитивного замикання*, яка полягає в послідовному збільшенні узагальненої матриці парних порівнянь саму на себе до тих пір, поки наступна матриця не буде відрізнятися від попередньої.

Правило множення матриць при транзитивному замиканню: $1*1=1$; $1*0=0*1=0$; $1+1=1$; $1+0=0+1=1$.

7.3 Оцінка міри узгодженості думок експертів на основі дисперсійного коефіцієнта конкордації

При підборі експертів враховуються такі їх якості:

- компетентність;
- креативність - здатність до вирішення творчих завдань;
- ставлення до експертизи (активне чи пасивне);
- конформізм - схильний до впливу авторитетів чи ні;
- конструктивність мислення - прагматичний аспект;
- колективізм - позитивний психологічний клімат;
- самокритичність - самооцінка ступеня своєї компетентності.

Для оцінки компетентності експертів використовується *коефіцієнт компетентності*.

Існує ряд методик визначення компетентності експерта. Найбільш поширена методика - це оцінка відносних коефіцієнтів компетентності за результатами висловлювання фахівців, включених в експертну групу, про її склад. Фахівцям пропонується висловити свою думку про включення інших осіб в експертну групу для вирішення певної проблеми. Якщо в цей список додаються особи, яких не було в початковому списку, то їм також пропонується назвати фахівців для участі в експертизі. Провівши кілька турів такого опитування, складається повний список кандидатів в експерти.

За результатами остаточного опитування складається матриця, яка заповнюється за правилом:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-й експерт назвав } i\text{-го,} \\ 0, & \text{якщо } j\text{-й експерт не назвав } i\text{-го} \end{cases} \quad (4.10)$$

Причому, кожен експерт має право включати чи не включати себе в експертну групу (тобто діагональ матриці може містити нулі).

За даними матриці розраховуються коефіцієнти компетентності як відносні ваги експертів:

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij}} ; (i = \overline{1, m}) \quad (4.11)$$

де k_i - коефіцієнт компетентності i -го експерта;

m - кількість експертів в групі (розмір матриці).

Коефіцієнти компетентності нормовані, тобто $\sum_{i=1}^m k_i = 1$.

Отримані коефіцієнти компетентності експертів можна трактувати як відношення «числа голосів» (сума одиниць у рядках матриці), поданих за i -го експерта усіма експертами до загальної кількості голосів (сума всіх одиниць матриці).

Якщо існує інформація про минулу діяльність експерта, то можна визначити достовірність оцінок експерта за формулою:

$$D_i = \frac{N_i}{N} ; (i = \overline{1, m}) \quad (4.12)$$

де N_i - кількість випадків, коли i -й експерт дав прийнятне рішення;

N - загальна кількість експертиз, в яких брав участь i -й експерт.

Тоді, внесок кожного експерта у достовірність оцінок всієї групи:

$$D_i^* = \frac{D_i}{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m D_i} ; (i = \overline{1, m}) \quad (4.13)$$

де m - кількість експертів;

знаменник - середня достовірність прийнятих рішень групою експертів.

Мірою узгодженості висловлювань експертів є *дисперсійний коефіцієнт конкордації* (коефіцієнт узгодженості) W .

Нехай відома матриця результатів ранжирування m об'єктів групою з d експертів:

$$[r_{is}]_{md}, \quad (s = \overline{1, d}; i = \overline{1, m}) \quad (4.14)$$

де r_{is} - ранг, який s -й експерт присвоїв i -му об'єкту.

На його підставі розраховується сума рангів у кожному рядку. В результаті отримуємо вектор з компонентами: $r_i = \sum_{s=1}^d r_{is}, \quad (i = \overline{1, m})$.

Вважаючи, що r_i є випадковою величиною, знаходять оцінку дисперсії:

$$D = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (r_i - \bar{r})^2 \quad (4.15)$$

де $\bar{r} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^d r_{is}$ - оцінка математичного очікування (середнє значення рангів).

Дисперсійний коефіцієнт конкордації W визначається як відношення оцінки дисперсії D до максимального значення цієї оцінки D_{\max} :

$$W = \frac{D}{D_{\max}} \quad (4.16)$$

$$\text{де } D_{\max} = \frac{d^2(m^3 - m)}{12(m-1)}.$$

Дисперсійний коефіцієнт конкордації може змінюватися в межах $0 \leq W \leq 1$, так як $0 \leq D \leq D_{\max}$.

Якщо $W = 1$, то всі ранжирування експертів однакові, якщо $W = 0$ - всі ранжирування експертів різняться. Таким чином, чим більше значення приймає коефіцієнт W , тим міра узгодженості висловлювань експертів вище.

Позначимо:

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{s=1}^d r_{is} - \bar{r} \right)^2 \quad (4.17)$$

Підставимо формулу (4.17) в (4.16), отримаємо дисперсійний коефіцієнт конкордації W для незв'язаних рангів:

$$W = \frac{12}{d^2(m^3 - m)} \times S \quad (4.18)$$

У разі наявності в ранжировці експертів пов'язаних рангів, дисперсійний коефіцієнт конкордації W збільшується, а формула (4.18) приймає вигляд:

$$W = \frac{12 S}{d^2(m^3 - m) - d \sum_{s=1}^d T_s}, \quad (4.19)$$

$$T_s = \sum_{k=1}^{H_s} (h_k^3 - h_k)$$

де T_s - показник пов'язаних рангів в s ранжировці (в ранжировці s -ого експерта);

H_s - число груп однакових рангів у s ранжировці;

h_k - число рівних рангів в k -ій групі пов'язаних рангів в ранжировці s -ого експерта.

Якщо співпадаючих рангів немає, то $H_s = 0$; $h_k = 0$; $T_s = 0$ і формула (4.19) трансформується в (4.18).

Тема 8 Виконавчі інформаційні системи.

Засоби машинної імітації в СППР

8.1 Визначення виконавчих інформаційних систем (BIC)

8.2 Призначення BIC

8.1 Визначення виконавчих інформаційних систем

До початку 80-х років двадцятого століття досить поширеною була думка, що системи підтримки прийняття рішень призначені виключно для керівників вищих та середніх ланок адміністративної ієрархії, причому вважалося, що менеджери високого рівня рідко виявляються серед кінцевих користувачів цих систем, і що такі системи впливають на ефективність прийняття рішень переважно непрямым способом, тобто за рахунок використання СППР менеджерами нижчих рівнів та співробітниками, які обслуговують керівників високого рангу (топ-менеджерів, виконавців). Проте з розвитком інформаційних систем та завдяки підвищенню комп'ютерної грамотності виконавців багато вищих менеджерів переконалися, що прямий (on-line) доступ до організаційних даних є корисним. Ця обставина послужила передумовою для появи нового різновиду СППР - виконавчих інформаційних систем.

Цей тип інформаційних систем нового покоління орієнтований на задоволення нерегламентованих (ad hoc) інформаційних потреб керівників вищого рівня; допомагає топ-виконавцям у разі необхідності проводити аналізи поточної продуктивності й корегувати заплановані дії; надає виконавцям легкий доступ до внутрішньої й зовнішньої інформації, доречної щодо критичних факторів успіху їхньої діяльності; допомагає розробляти точніше, актуальніше й цілісніше подання операцій організації, а також її конкурентів, постачальників та споживачів [13].

Виконавча інформаційна система - це комп'ютеризована система, яка забезпечує прямий інтерактивний (on-line) доступ до релевантної та актуальної інформації в зручному й здатному до навігації у системі форматі для підтримки створення менеджерами виконавчих рішень з використанням мережевих робочих станцій.

Релевантна у актуальна інформація - це відповідна потребам своєчасна, точна й дійова інформація про різні аспекти справ, що викликає професійний інтерес з боку вищих менеджерів. Зручність та здатність до навігації (наприклад, рух по дереву меню) системи означає, що ВІС спеціально розробляються для використання особами з обмеженим часом для обдумування проблем, недостатньою майстерністю працювати з клавіатурою та незначним досвідом роботи з комп'ютерами.

Виконавчі інформаційні системи відрізняються від традиційних інформаційних систем. Вони мають низку характерних ознак, зокрема:

- спеціально створюються для забезпечення інформаційних потреб виконавців вищого рівня та використовуються ними безпосередньо без сторонньої допомоги;
- розробляються з орієнтацією на те, що користувачі мають поверхневу комп'ютерну підготовку або не мають ніякої;
- уможливають доступ до даних про специфічні організаційно-управлінські питання та проблеми, а також до агрегованих звітів;
- забезпечують користувачів багатьма оперативними (on-line) інструментальними засобами аналізу, включаючи аналіз трендів, генерування повідомлень про особливі ситуації (про відхилення) та практичне оброблення «зверху-вниз» (drill-down);
- надають можливість доступу до широкого діапазону внутрішньо корпоративних та зовнішніх джерел даних, забезпечують інтегрування інформації;

- особливо легкі для використання (за допомогою звичайної мишки або сенсорного екрана), часто настроюються на індивідуальні потреби користувачів;

- спроможні вибирати, фільтрувати, стискувати та відслідковувати критичні фактори успіху або ключову індикаторну інформацію про діяльність організації.

Такі характеристики виконавчих інформаційних систем зумовили бурхливий розвиток їх різних версій розробок та високий темп впровадження. Зокрема, ще на початку 90-х років ВІС були встановлені на більше ніж половині пультів управління вищих адміністраторів найбільших компаній, а темп зростання світового продажу програмного забезпечення ВІС перевищує 18 % на рік.

8.2 Призначення ВІС

Спеціалізація ВІС - моніторинг подій та трендів, як внутрішніх, так і зовнішніх. Володіючи своєчасною та ширшою інформацією та відповідними інструментальними засобами, менеджери вищого рівня краще готуються до прийняття стратегічних рішень з метою створення додаткових можливостей організації та усунення проблем. Застосування виконавчих інформаційних систем може стати зброєю в боротьбі за конкурентоспроможність корпорації. ВІС часто застосовується як інструментальний засіб стратегічного планування та поліпшення якості рішень, що розробляються на верхніх рівнях управління організацією. Використання ВІС дає змогу скорочувати час, необхідний для виявлення проблем та можливостей, забезпечувати засобами для поліпшення контролю в організації, надавати швидший та ефективніший доступ до даних і моделей. Загалом можна виділити три цілі розроблення ВІС.

Перша мета, яка бралася до уваги за створення виконавчої інформаційної системи, полягала в забезпеченні комп'ютерною підтримкою процесу навчання менеджерів стосовно регулювання загальної діяльності організації, окремих

робочих процесів і взаємодії з зовнішнім середовищем. Краще підготовлені менеджери можуть краще формулювати запити до інформаційної системи та розробляти ефективніші рішення. Наприклад, 1992 року Ванденбош (Vandenbosch) і Гуфф (Huff) з університету Western Ontario створили в Канаді фірму для використання ВІС з метою отримання кращих бізнесових результатів під час управлінського навчання. Фірми, в яких розроблялися ВІС з метою підтримки ментальних моделей мислення менеджерів, були менш ефективними, ніж фірми, в яких створювалися ВІС з метою здобування або нарощування знань менеджерів про поведінку системи. Знання про поведінку системи і про різні взаємодіючі її операції надають змогу адміністраторам активніше стимулювати зміни для довготермінового удосконалення процесів управління.

Другою метою розроблення ВІС було забезпечення своєчасного доступу до інформації. Уся інформація, яка може міститися у ВІС, звичайно, може бути одержана менеджером традиційними методами, зокрема, шляхом створення необхідних запитів до відповідних служб або підготовкою стандартних звітів. Однак організаційні ресурси та час, які потрібні для ручного копіїювання інформації в багатьох різних форматах і для відображення відповідних змін та створення специфічніших запитів, часто примушують менеджерів відмовлятися від такого способу одержання інформації, тим більше, що за час підготовки замовлених звітів стратегічні інтереси менеджерів можуть змінюватися, а тому користь від звітів, які надходять із запізненням, ніколи повністю не реалізується.

Своєчасний доступ до інформації забезпечує також значний вплив на процес управлінського навчання. Очевидно, що як тільки менеджер отримує відповідь на свій запит, то вона тут же корелюється з іншими, пов'язаними за темою запитами в голові менеджера. Якщо всі ці запити таі наступні відповіді на них будуть формулюватися невідкладно, то цикл навчання відбуватиметься нерозривно. Використання традиційних методів з урахуванням тривалого часу

отримання відповідей на запити користувачів призводить до того, що контекст запиту може бути втрачений, і тому цикл навчання не продовжуватиметься.

Третьою метою, з якою розробляються виконавчі інформаційні системи, є узгодження дій менеджерів та узагальнення елементів рішень. ВІС має відповідні засоби для зосередження уваги управлінців на специфічних сферах та бізнесових проблемах організації. Окремі менеджери вбачають у цьому можливість підвищувати дисципліну підлеглих, у той час як деякі підлеглі бояться директивної суті виконавчої інформаційної системи та витрачають багато часу, намагаючись перехитрити або дискредитувати її. Жодна з цих поведінок не є відповідною або продуктивною, виходячи з загальної мети організації. Буде правильніше, якщо менеджери та їхні підлеглі працюватимуть разом для визначення докорінних причин появи складних проблем, які виявляються за допомогою ВІС.

Значний вплив на процеси організаційного управління справляють ВІС завдяки реалізованому в них принципу «вимірювання виконання». Менеджери особливо уважні до конкретної інформації щодо їх продуктивності, коли ця інформація стає доступною для їхніх начальників. Цей аспект організаційної поведінки у разі застосування ВІС може виявитися виключно корисним, якщо інформація, яка надходить до виконавців, дійсно є суттєвою і стосується мети організації. Системи, орієнтовані на подання повідомлень з необґрунтовано визначеними аспектами, можуть привести до надмірної уваги топ-менеджерів до другорядних, з погляду загальної корпоративної мети, проблем або до тих питань, які є важливими наряду з іншими, але залишеними поза увагою виконавців. Наприклад, система створення виробничих повідомлень могла б зобов'язати менеджерів зосереджуватися більше на обсягах, ніж на якості робіт.

Лабораторний практикум з Модуля 4

Розробити систему підтримки прийняття рішень у середовищі Microsoft Excel.

За вхідними даними, таблиця 4.1, проранжирувавши думки експертів та за отриманими результатами визначити:

1) узагальнене ранжирування рішень, найбільш погоджене з думкою кожного експерта;

2) міру узгодженості думок експертів за допомогою дисперсійного коефіцієнта конкордації. Зробити висновки відносно узгодженості думок експертів.

Як варіант завдання береться підприємство, відповідне порядковому номеру студента в журналі. Як база порівняння береться 9 наступних підприємств. Наприклад: Студент №13 порівнює показники діяльності підприємства №13 з показниками діяльності підприємств №14-22.

Таблиця 4.1

Вхідні дані

Підприємство	Думка експерта 1	Думка експерта 2	Думка експерта 3	Думка експерта 4	Думка експерта 5	Думка експерта 6	Думка експерта 7
1	0,320	1,8	3,2	25	22	0,75	16
2	0,059	2,3	1,8	15	29	0,50	24
3	0,640	0,8	2,2	22	31	0,45	12
4	0,630	1,2	3,0	10	33	0,45	19
5	0,159	1,6	2,1	9	24	0,42	38
6	0,125	2,0	2,5	30	20	0,55	26
7	0,600	1,8	1,9	33	4	0,57	45
8	0,460	1,5	2,8	35	25	0,55	25
9	0,321	1,1	3,4	12	35	0,62	39
10	0,123	1,2	3,3	29	29	0,34	34
11	0,226	1,0	1,9	31	14	0,77	12
12	0,500	1,7	2,2	33	17	0,68	30
13	0,198	1,4	2,7	24	23	0,58	0
14	0,500	0,9	2,0	20	7	0,48	10
15	0,450	0,8	3,6	14	29	0,65	27
16	0,450	2,2	1,4	6	14	0,50	15
17	0,420	1,8	1,6	15	17	0,34	34
18	0,558	2,3	2,7	27	23	0,33	50
19	0,570	1,1	2,7	16	5	0,30	41

Продовження табл. 4.1							
Підприємство	Думка експерта 1	Думка експерта 2	Думка експерта 3	Думка експерта 4	Думка експерта 5	Думка експерта 6	Думка експерта 7
20	0,105	1,6	3,5	20	21	0,72	35
21	0,240	1,4	3,5	3	10	0,36	10
22	0,160	2,0	1,9	16	27	0,52	14
23	0,190	1,9	1,8	27	15	0,70	33
24	0,240	1,7	1,4	35	34	0,64	30
25	0,150	1,8	1,1	29	20	0,26	44
26	0,487	1,5	2,5	14	14	0,45	15
27	0,480	1,7	3,6	17	12	0,25	21
28	0,330	1,8	2,8	23	18	0,37	28
29	0,400	0,8	2,4	5	29	0,50	7
30	0,160	0,9	1,7	22	31	0,45	11
31	0,230	1,1	0,8	30	33	0,45	16
32	0,098	2,3	1,3	14	24	0,42	24
33	0,105	1,8	1,6	27	20	0,55	31
34	0,197	1,4	1,8	30	4	0,57	25
35	0,600	1,6	1,7	10	17	0,40	12
36	0,479	1,8	1,1	8	9	0,53	47
37	0,324	1,7	0,8	11	10	0,66	42
38	0,424	1,1	1,5	24	27	0,69	38
39	0,120	0,8	0,9	25	15	0,48	19
40	0,158	2,3	2,7	30	34	0,42	28
Напрямок оптимізації	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑

1) узагальнене ранжирування рішень

Приклад. Кожен з п'яти експертів ($d = 5$) проранжували 4 рішення ($n = 4$).

Визначити узагальнене ранжирування рішень, найбільш узгоджене з думкою кожного експерта. Нехай:

- перший експерт: $Y_2 \succ Y_1 \succ Y_4 \succ Y_3$;
- другий експерт: $Y_4 \succ Y_2 \succ Y_1 \succ Y_3$;
- третій експерт: $Y_1 \succ Y_2 \succ Y_3 \succ Y_4$;
- четвертий експерт: $Y_2 \succ Y_3 \succ Y_1 \succ Y_4$;
- п'ятий експерт: $Y_1 \succ Y_2 \succ Y_4 \succ Y_3$.

Відповідна таблиця рангів має вигляд:

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
E_1	2	1	4	3
E_2	3	2	4	1
E_3	1	2	3	4
E_4	3	1	2	4
E_5	1	2	4	3

Перейдемо до матриць парних порівнянь:

– перший експерт

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Y_1	1	0	1	1
Y_2	1	1	1	1
Y_3	0	0	1	0
Y_4	0	0	1	1

– другий експерт

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Y_1	1	0	1	0
Y_2	1	1	1	0
Y_3	0	0	1	0
Y_4	1	1	1	1

– третій експерт

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Y_1	1	1	1	1
Y_2	0	1	1	1
Y_3	0	0	1	1
Y_4	0	0	0	1

– четвертий експерт

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Y_1	1	0	0	1
Y_2	1	1	1	1
Y_3	1	0	1	1
Y_4	0	0	0	1

– п'ятий експерт

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Y ₁	1	1	1	1
Y ₂	0	1	1	1
Y ₃	0	0	1	0
Y ₄	0	0	1	1

Сумарна матриця «матриць парних порівнянь»:

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Y ₁	5	2	4	4
Y ₂	3	5	5	4
Y ₃	1	0	5	2
Y ₄	1	1	4	5

Узагальнена матриця $y_{ik}^* = \begin{cases} 1, & \text{якщо } a_{ik} \geq d/2 = 2,5 \\ 0, & \text{якщо } a_{ik} < d/2 = 2,5 \end{cases}$

на основі сумарної, має вигляд:

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Y ₁	1	0	1	1
Y ₂	1	1	1	1
Y ₃	0	0	1	0
Y ₄	0	0	1	1

Виконаємо операцію транзитивного замикання з узагальненою матрицею:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

Оскільки результативна матриця збігається з вихідною, операція транзитивного замикання завершена. Узагальнена ранжировка рішень:

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Y ₁	1	0	1	1
Y ₂	1	1	1	1
Y ₃	0	0	1	0
Y ₄	0	0	1	1
Всього	2	1	4	3

Відповідь: Y₂ > Y₁ > Y₄ > Y₃.

2) визначення міри узгодженості думок експертів за допомогою дисперсійного коефіцієнта конкордації

Приклад. Відомі результати ранжирування 6 об'єктів п'ятьма експертами:

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
Y ₁	1	2	1,5	1	2
Y ₂	2,5	2	1,5	2,5	1
Y ₃	2,5	2	3	2,5	3
Y ₄	4	5	4,5	4,5	4
Y ₅	5	4	4,5	4,5	5,5
Y ₆	6	6	6	6	5,5

Оцінити ступінь узгодженості думок експертів за допомогою дисперсійного коефіцієнта конкордації.

Оскільки результати ранжирування містять пов'язані ранги, розрахунок коефіцієнта конкордації виконується за формулою (4.19): m = 6, d = 5.

1. Оцінюємо математичне очікування:

$$\bar{r} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^d r_{is} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \sum_{s=1}^5 r_{is} = 17,5$$

2. Знаходимо величину S:

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{s=1}^d r_{is} - \bar{r} \right)^2 = \sum_{i=1}^6 \left(\sum_{s=1}^5 r_{is} - 17,5 \right)^2 = 361$$

3. Розраховуємо величину T_s для кожного експерта:

$$- E_1: H_s = 1; k = 1; h_1 = 2; T_1 = \sum_{k=1}^1 (2^3 - 2) = 6$$

$$- E_2: H_s = 1; k = 1; h_1 = 3; T_2 = \sum_{k=1}^1 (3^3 - 3) = 24$$

$$- E_3: H_s = 2; k = 1, 2; h_1 = 2; h_2 = 2; T_3 = (2^3 - 2) + (2^3 - 2) = 12$$

$$- E_4: H_s = 2; k = 1, 2; h_1 = 2; h_2 = 2; T_4 = (2^3 - 2) + (2^3 - 2) = 12$$

$$- E_5: H_s = 1; k = 1; h_1 = 2; T_5 = (2^3 - 2) = 6$$

4. Розраховуємо величину W:

$$W = \frac{12 S}{d^2(m^3 - m) - d \sum_{s=1}^d T_s} = \frac{12 \times 361}{5^2(6^3 - 6) - 5 \times (6 + 24 + 12 + 12 + 6)} = 0,875$$

Відповідь: ступінь узгодженості думок експертів досить висока.

Приклад тестового завдання до модульного контролю 4

1. Основною проблемою при прийнятті рішень груповою ОПР є...

- ☐ підбір компетентних експертів
- ☐ вироблення єдиної думки експертів на основі індивідуальних переваг
- ☐ неоднозначна шкала переваг
- ☐ оцінка якості виробленої функції групової переваги

2. Принцип більшості голосів – це...

- ☐ групова перевага повинна відповідати коаліційній перевазі
- ☐ групова перевага повинна відповідати перевазі експертів, що перевищує деякий поріг
- ☐ групова перевага коаліції, не враховуючи інтересів всіх членів групи

3. Метод групової оцінки об'єктів...

- ☐ раціональна організація та проведення експертами аналізу проблеми
- ☐ кількісна оцінки думок експертів
- ☐ обробка результатів експертизи
- ☐ узагальнена думка групи експертів приймається як вирішення проблеми

4. Медіана – це...

- ☐ така матриця парних порівнянь, в якій сума відстаней до всіх індивідуальних матриць парних порівнянь максимальна
- ☐ така матриця парних порівнянь, в якій сума відстаней до всіх індивідуальних матриць парних порівнянь мінімальна

5. Креативність – це здатність експерта...

- ☐ до нестандартного мислення
- ☐ до вирішення творчих завдань
- ☐ до вибору новаторських рішень

6. Метод послідовного виділення не домінуючих об'єктів...

- ☐ операція транзитивного замикання
- ☐ операція поетапного виключення
- ☐ метод послідовного множення узагальненої матриці парних порівнянь

саму на себе до тих пір, поки наступна матриця не відрізнятиметься від попередньої

7. Основна методика визначення компетентності експерта...

- ☐ оцінка відносних коефіцієнтів компетентності
- ☐ оцінка матриці вагових коефіцієнтів
- ☐ за результатами висловлювань фахівців
- ☐ шляхом голосування

8. Дисперсійний коефіцієнт конкордації визначається як...

☐ відношення математичного очікування до максимального значення оцінки

☐ відношення середнього значення рангів до максимального значення оцінки

☐ відношення оцінки дисперсії до максимального значення цієї оцінки

9. Конформізм експерта – це...

- ☐ схильність впливу авторитетів
- ☐ завищена самооцінка міри своєї компетентності
- ☐ нездатність працювати в гурті

10. До принципів групового вибору відносять...

- ☐ принцип диктатора
- ☐ принцип узгодженості
- ☐ принцип більшості голосів
- ☐ принцип єдиногласності

МОДУЛЬ V

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ОЦІНЮВАННЯ СППР

Тема 9 Оцінювання та вибір методів підтримки прийняття рішень

9.1 Суб'єктивні вимірювання при формуванні рішень

9.2 Вимірювання важливості цілей

9.3 Вимірювання переваг рішень. Вибір рішення

9.4 Класичні критерії вибору оптимального рішення

9.1 Суб'єктивні вимірювання при формуванні рішень

Об'єктивна оцінка або вимірювання досліджуваного явища, процесу може бути виконана за допомогою вимірювальних приладів. На сьогодні теорія об'єктивних вимірювань з урахуванням інструментальної похибки розроблена належним чином.

У суб'єктивних вимірах інструментом оцінки є людина, тому результати таких вимірювань спотворюються під впливом психології його мислення.

В останні роки зроблена спроба розробити загальну формальну схему як об'єктивних, так і суб'єктивних вимірів на основі використання логіки та теорії відносин.

Суб'єктивні вимірювання включають:

- об'єкти;
- показники;
- процедури порівняння.

Об'єктами можуть бути події, явища, ситуації, цілі, рішення та ін.

Показниками порівняння є властивості та характеристики об'єктів (фізичні, тимчасові, просторові, фізіологічні, соціологічні, психологічні та інші).

Процедура порівняння включає визначення відносин між об'єктами та способами їх порівняння:

- рівний - (=);

- більший - (>);

- менший - (<);

- подібний (еквівалентний) - (\sim). Відношення еквівалентності дозволяє розділити об'єкти на класи, до кожного з яких відносяться однакові за певним показником або групою показників об'єкти;

- кращий - (\succ) - строге впорядкування об'єктів (відношення строгого порядку);

- найгірший - (\prec) - строге впорядкування об'єктів (відношення строгого порядку);

- не найгірший або еквівалентний - (\succeq) - відношення нестрогого порядку; об'єднання об'єктів, які визначаються відносинами строгого порядку і еквівалентності.

Існують різні способи порівняння об'єктів між собою:

- послідовне порівняння всіх об'єктів з одним, який приймають за еталон;

- порівняння об'єктів між собою в довільній або впорядкованій послідовності.

Для *формального опису* множини об'єктів та відношень між ними використовують наступну систему позначень:

$$M = \langle X, R \rangle$$

де $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ - множина об'єктів;

$R = (R_1, R_2, \dots, R_s)$ - множина відношень між ними.

Об'єкти X_i та X_j перебувають між собою у відношенні R_k якщо $X_i R_k X_j$ або $(X_i; X_j) \in R_k$.

Якщо всі об'єкти множини X можна порівняти між собою деяким відношенням R , то таке відношення називається повним. У протилежному випадку - неповне (часткове).

Для універсального опису множини об'єктів та відношень між ними використовують числову систему позначень:

$$N = \langle C, S \rangle$$

де C - множина дійсних чисел;

$S = (S_1, S_2, \dots, S_s)$ - множина відносин між числами.

Відносинам строго та нестроого порядку при формальному описі відповідають відносини строгої та нестрокої нерівності при універсальному описі.

Таким чином, процедура вимірювання є відображенням об'єктів формальної системи (емпіричної) на множину чисел універсальної системи, тобто:

$$M = \langle X, R \rangle \xrightarrow{f} N = \langle C, S \rangle$$

За допомогою функції відображення f кожному об'єкту формальної системи приписується кількісна оцінка (число) $C_i = f(X_i)$. При такому відображенні відносини між числами повинні зберігати відносини між об'єктами, наприклад, якщо $X_i \succ X_j$ то й $C_i = f(X_i) \succ C_j = f(X_j)$.

Шкалою називається сукупність емпіричної системи M , числової системи N та функції відображення f : $\langle M, N, f \rangle$

Нехай є дві шкали, які відрізняються між собою функціями відображення $\langle M, N, f_1 \rangle$ і $\langle M, N, f_2 \rangle$. При цьому $C_i = f_1(X_i)$; $C'_i = f_2(X_i)$.

Тоді взаємозв'язок між числами C_i і C'_i можна записати як, $C_i = \varphi(C'_i)$ де φ - функція допустимого перетворення.

Шкали вимірювань. Розрізняють такі типи шкал вимірів: найменувань, порядкові, інтервальні, відносин, різниць та абсолютні.

Розглянемо кожен шкалу більш детально.

Шкала найменувань (класифікацій) - використовується для опису приналежності об'єктів певним класам. Усім об'єктам одного класу присвоюється одне й теж число. У цій шкалі немає масштабу та початку відліку. Зберігається відношення еквівалентності та відмінності між об'єктами.

Використовують для індексації номенклатури виробів (специфікація виробів); документів; нумерації підрозділів в організаціях та ін.

Порядкова шкала - використовується для впорядкування об'єктів за однією ознакою (умовою) або сукупністю ознак (критеріями).

Широко використовується при експертній оцінці. Відсутні поняття масштабу та початку відліку.

Числа в цій шкалі визначають порядок проходження об'єктів та не дають можливість визначити на скільки або в скільки разів один об'єкт має перевагу над іншим.

Шкала інтервалів - використовується для відображення величини відмінності між властивостями об'єктів, а також для оцінки корисності об'єктів. Основні властивості - рівність інтервалів, довільні точки відліку та масштаб. Допустимим є лінійне перетворення $\varphi(x) = ax + b$, (єдина шкала з точністю до лінійного перетворення).

Наприклад: вимірювання температури в градусах за шкалою Цельсія та Фаренгейта.

Шкала відносин - числа на шкалі відображають ставлення властивостей об'єктів (у скільки разів властивість одного об'єкта перевищує таку ж властивість іншого). Допустимим перетворенням шкали є перетворення подібності $\varphi(x) = ax$ тобто ця шкала є окремим випадком шкали інтервалів, коли $b = 0$.

Шкала різниць - показує на скільки один об'єкт переважає над іншим за одним або декількома показниками. Є окремим випадком шкали інтервалів при використанні одиничного масштабу ($a=1$). Допустиме перетворення: $\varphi(x) = x + b$.

Абсолютна шкала - є окремим випадком шкали інтервалів, коли прийнятий одиничний масштаб та нульова точка відліку ($a = 1, b = 0$). Допустиме перетворення має вигляд: $\varphi(x) = x$. Це означає, що існує тільки одне відображення об'єктів на числову систему.

Шкали найменувань та порядкова є якісними шкалами. У шкалі найменувань описується відмінність або еквівалентність об'єктів; у порядковій шкалі - якісна перевага відмінності об'єктів. Тому в цих шкалах немає поняття початку відліку та масштабу виміру.

Шкали інтервалів, відносин, різниць та абсолютна є кількісними шкалами.

У цих шкалах існує поняття початку відліку та масштабу, які задаються довільно. Дозволяють вимірювати **на** скільки (шкали інтервалів та різниць) або **у** скільки разів (шкали відносин та абсолютна) один об'єкт відрізняється від іншого за обраним критерієм (показником, ознакою).

Використання кількісних шкал вимагає більш повної інформації про об'єкти, ніж застосування якісних шкал.

Необхідно правильно узгоджувати тип обраної шкали з цілями рішення.

Методи суб'єктивних вимірів. До методів суб'єктивних вимірів відносять: ранжирування, парне порівняння, безпосередню оцінку, послідовне порівняння.

Нехай є безліч об'єктів $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, які необхідно порівняти за одним або кількома показниками.

1 Ранжирування

ОПР впорядковує (сортуює) об'єкти за перевагами, при цьому можливі такі випадки:

1) відносини строгого порядку - серед об'єктів немає еквівалентних, тобто $X_1 \succ X_2 \succ X_3 \succ \dots \succ X_n$, де X_1 - найкращий об'єкт.

Даній безлічі упорядкованих (ранжированих) об'єктів відповідає безліч впорядкованих чисел $C_1 < C_2 < C_3 < \dots < C_n$, де найкращий об'єкт X_1 має найменше число C_1 при цьому використовується порядкова шкала (якісна).

Числа $C_1 = 1, C_2 = 2, \dots, C_n = n$ є послідовністю натуральних чисел та називаються *рангами*, позначаються як r_1, r_2, \dots, r_n .

2) відносини нестроогого порядку - серед об'єктів є еквівалентні, тобто $X_1 \succ X_2 \succ X_3 \sim X_4 \sim X_5 \succ X_6 \succ \dots \succ X_{n-1} \sim X_n$.

У даному прикладі об'єкти X_3, X_4, X_5 і X_{n-1}, X_n еквівалентні між собою.

Ранги таких об'єктів даються наступним чином: найкращому об'єкту присвоюється ранг 1, другому - ранг 2 і т.д. Для еквівалентних об'єктів призначають однакові (пов'язані) ранги, які дорівнюють середньому арифметичному, тобто:

$$r_1 = 1;$$

$$r_2 = 2;$$

$$r_3 = r_4 = r_5 = (3 + 4 + 5) / 3 = 4;$$

$$r_6 = 6;$$

...

$$r_{n-1} = r_n = (n-1 + n) / 2.$$

У разі групового ранжирування кожен експерт S присвоює i -ому об'єкту ранг r_{is} , отримуємо матрицю:

Об'єкти	Експерти			
	E_1	E_2	...	E_d
X_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1d}
X_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2d}
...
X_m	r_{m1}	r_{m2}	...	r_{md}

де d - число експертів;

m - кількість об'єктів.

Аналогічний вигляд має матриця, якщо проводиться ранжирування об'єктів одною ОПР за кількома показниками порівняння.

Переваги ранжирування - простота процедури при невеликій кількості об'єктів;

Недоліки ранжирування - складність упорядкування об'єктів при їх значній кількості (більше 20).

2 Парне порівняння - припускає упорядкування об'єктів за перевагами шляхом порівняння між собою всіх можливих їх пар. Це завдання більш просте, ніж ранжирування.

При порівнянні пар об'єктів можливі відносини строгого порядку або відносини еквівалентності. При цьому використовують 2 типи числового представлення:

$c_{ij} = 1$, якщо $X_i \succ X_j$;

$c_{ij} = 0$, якщо $X_i \prec X_j$.

або

$c_{ij} = 2$, якщо $X_i \succ X_j$;

$c_{ij} = 1$, якщо $X_i \sim X_j$;

$c_{ij} = 0$, якщо $X_i \prec X_j$.

Приклад: нехай $X_5 \succ X_1 \succ X_2 \succ X_3 \sim X_4$. Тоді маємо матрицю парних порівнянь:

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
X_1	1	1	1	1	0
X_2	0	1	1	1	0
X_3	0	0	1	1	0
X_4	0	0	1	1	0
X_5	1	1	1	1	1
Сума (r_j)	2 (2)	3 (3)	5 (4,5)	5 (4,5)	1 (1)

або

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
X_1	1	2	2	2	0
X_2	0	1	2	2	0
X_3	0	0	1	1	0
X_4	0	0	1	1	0
X_5	2	2	2	2	1
Сума (r_j)	3 (2)	5 (3)	8 (4,5)	8 (4,5)	1 (1)

Якщо об'єкти порівнюються за різними показниками або працює група експертів, складається пакет відповідних матриць.

Результати ранжирування легко перетворити в матрицю парного порівняння та навпаки.

3 Безпосередня оцінка - процес присвоєння об'єктам числових значень, які обрані за шкалою інтервалів.

Якщо береться інтервал $[0; 1]$, тоді початок відріку йде від 0, тобто маємо шкалу відносин, наприклад:

$$C_1 = f(X_1) = 0,45;$$

$$C_2 = f(X_2) = 0,74;$$

$$C_3 = f(X_3) = 0,35;$$

$$C_4 = f(X_4) = 0,56;$$

$$C_5 = f(X_5) = 0,74.$$

Така оцінка можлива при наявності повної та об'єктивної інформації про об'єкти, що на практиці зустрічається рідко. Тому застосовують бальну систему оцінки - замість безперервного відрізка розглядають ділянки, кожному з яких приписується свій бал. Використовують п'яти-, десяти-, стобальну оцінки.

4 Послідовне порівняння - комплексна процедура порівняння, яка складається з ранжирування та безпосередньої оцінки.

ОПР послідовно виконує наступні операції:

а) ранжирує об'єкти;

б) проводить безпосередню оцінку об'єктів на відрізку $[0; 1]$. Перший об'єкт в ранжировці (найкращий) отримує на відрізку числову оцінку 1.

в) якщо цей об'єкт перевершує по перевагах всі інші об'єкти, взяті разом, ОПР збільшує значення оцінки першого об'єкта, в іншому випадку - зменшує.

г) повертаємося до пункту (б) і послідовно виконуємо пункти (б), (в), (г) для 2, 3, n-го об'єкту.

Усі розглянуті методи суб'єктивних вимірів можуть призводити до близьких, але різних результатів. Рекомендується комплексне використання всіх методів при розв'язанні конкретної задачі.

9.2 Вимірювання важливості цілей

У ЗПР після визначення проблемної ситуації (ПС) формується безліч конкретних цілей, які бажано досягти при прийнятті рішення.

Тільки в простих та індивідуальних випадках вдається обмежитися однією метою. Не всі цілі є однаково важливими при вирішенні ПС, тому виникає необхідність вимірювання їхньої важливості.

Числова характеристика важливості цілей називається *пріоритетом*. Пріоритети зазвичай вимірюються за порядковою шкалою (ранжирування, парне порівняння) або в шкалі відносин на інтервалі $[0; 1]$ за умови нормування.

Умова нормування припускає, що сума коефіцієнтів відносної важливості всіх цілей (пріоритетів) дорівнює 1.

Нехай є n цілей (A), для яких проведена процедура парного порівняння за ступенем важливості. Результати представлені у вигляді матриці з елементами:

$Z_{ij} = 1$, якщо $A_i \succsim A_j$;

$Z_{ij} = 0$, якщо $A_i \prec A_j$.

Якщо мета A_i більш приваблива в сенсі важливості, ніж мета A_j , тобто, якщо $A_i \succ A_j$ то елемент $Z_{ij} = 1$; в протилежному випадку - $Z_{ij} = 0$.

Знаходимо кількість одиниць в кожному рядку:

$$Z_i = \sum_{j=1}^n Z_{ij}, \quad (i = \overline{1, n})$$

Тоді коефіцієнт важливості цілей за умови їх нормування визначається за формулою:

$$K_i = \frac{\sum_{j=1}^n Z_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Z_{ij}} = \frac{Z_i}{\sum_{i=1}^n Z_i}, \quad (i = \overline{1, n})$$

При цьому, буде виконуватися рівність:

$$\left(\sum_{i=1}^n K_i = 1 \right)$$

Приклад: нехай $A_1 \succ A_2 \succ A_3$. Матриця парних порівнянь Z_{ij} матиме вигляд:

	A_1	A_2	A_3	Z_i
A_1	1	1	1	3
A_2	0	1	1	2
A_3	0	0	1	1
Усього:				6

Тоді $K_1 = 3/6$; $K_2 = 2/6$; $K_3 = 1/6$.

9.3 Вимірювання переваг рішень. Вибір рішення

Вимірювання переваг альтернативних рішень передбачає їх відображення на числову вісь за допомогою функції переваги $f(Y_i, S_j, A_k)$. Ця функція визначає перевагу рішення Y_i в ситуації S_j при досягненні мети A_k .

Функція переваги описує комплексну оцінку позитивних та негативних наслідків рішень, а тому характеризує їхню ефективність та якість.

Функція переваги залежить від особливостей мислення конкретної ОПР. Розглянемо графіки типових функцій переваг. На горизонтальній осі будемо відкладати об'єктивно вимірюваний параметр Y (виграш, програш); на вертикальній - значення функції переваги $f(Y)$.

1. Об'єктивна ОПР - вважає, що значення функції переваги пропорційно очікуваному виграшу або програшу (рис. 5.1):

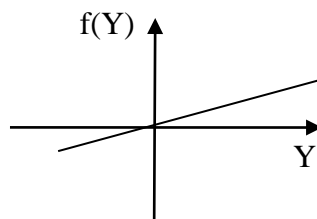


Рис. 5.1 Об'єктивна ОПР

2. Азартна ОПР - зі збільшенням величини виграшу, ОПР приписує йому значно більшу цінність, тобто перебільшує значення виграшу (рис. 5.2):

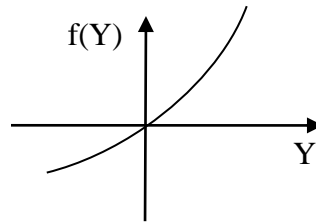


Рис. 5.2 Азартна ОПР

3. Обережна ОПР - особливу увагу ОПР приділяє попередженню великих програшів та недооцінює корисність від отримання виграшу (рис. 5.3):

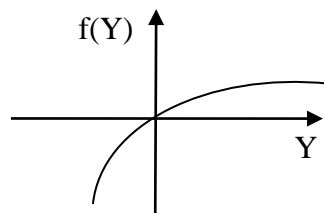


Рис. 5.3 Обережна ОПР

4. Максималіст - ОПР перебільшує цінність виграшу та втрати від програшу, (рис. 5.4):

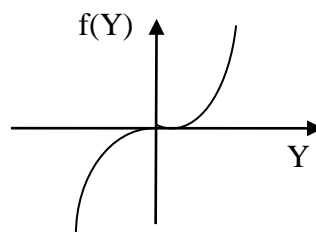


Рис. 5.4 Перебільшення цінності виграшу та втрат від програшу

5. Нормальна ОПР - при невеликих виграшах та програшах веде себе об'єктивно, при великих значеннях - недовіра до великого виграшу та обережність до великого програшу (рис. 5.5):

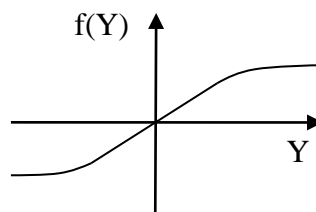


Рис. 5.5 Нормальна ОПР

Дані особистості необхідно враховувати при розстановці кадрів. Наприклад, якщо людина має обережну функцію переваги, то його недоцільно використовувати в діяльності, яка вимагає ризику, для цього підійде людина з азартною функцією переваги.

Підготовка до вибору рішення зводиться до впорядкування отриманої інформації в залежності від типу завдання [7].

Типи ЗПР для індивідуальної ОПР:

1. ЗПР (I) - індивідуальна ОПР сформулила одну ціль з одним показником в одній ситуації

Вихідна інформація представлена у вигляді таблиці 5.1:

Таблиця 5.1

Вихідна інформація для ЗПР (I)

Y_1	$f_1(Y_1)$
Y_2	$f_2(Y_2)$
...	...
Y_m	$f_m(Y_m)$

де Y_i - варіанти рішень;

$f_i(Y_i)$ - функція переваги i -го варіанта рішення щодо досягнення однієї мети.

Вимірювання переваг здійснюється за порядковою (ранги) або кількісною шкалою.

2. ЗПР (IS) - індивідуальна ОПР сформулировала одну мету з одним показником та кількома гіпотетичними ситуаціями.

Інформація подається у вигляді таблиці 5.2:

Таблиця 5.2

Вихідна інформація для ЗПР (IS)

Y_i	S_1	S_2	...	S_n
Y_1	$f_{11}(Y_1)$	$f_{12}(Y_1)$	...	$f_{1n}(Y_1)$
Y_2	$f_{21}(Y_2)$	$f_{22}(Y_2)$	...	$f_{2n}(Y_2)$
...
Y_m	$f_{m1}(Y_m)$	$f_{m2}(Y_m)$	...	$f_{mn}(Y_m)$
P_j	p_1	p_2	...	p_n

де Y_i - варіанти рішень;

S_j - можливі ситуації, що утворюють повну групу подій;

P_j - ймовірності настання ситуацій, $\sum p_j = 1$;

$F_{ij}(Y_i)$ - значення функції переваги за порядковою чи кількісною шкалою.

3. ЗПР (IA) - індивідуальна ОПР сформулювала кілька цілей в одній ситуації (або одну мету з кількома показниками).

Інформація подається у вигляді таблиці 5.3:

Таблиця 5.3

Вихідна інформація для ЗПР (IA)

Y_i	A_1	A_2	...	A_k
Y_1	$f_{11}(Y_1)$	$f_{12}(Y_1)$	...	$f_{1k}(Y_1)$
Y_2	$f_{21}(Y_2)$	$f_{22}(Y_2)$	...	$f_{2k}(Y_2)$
...
Y_m	$f_{m1}(Y_m)$	$f_{m2}(Y_m)$	...	$f_{mk}(Y_m)$
β_j	β_1	β_2	...	β_k

де Y_i - варіанти рішень;

A_j - цілі;

β_j - нормовані пріоритети цілей, $\sum \beta_j = 1$;

$f_{ij}(Y_i)$ - значення функції переваги за порядковою чи кількісною шкалою.

Типи ЗПР для групової ОПР:

1. ЗПР (G) - групова ОПР сформулювала одну мету з одним показником в одній ситуації;

2. ЗПР (GS) - групова ОПР сформулювала одну мету з одним показником та кількома гіпотетичними ситуаціями, що утворюють повну групу подій;

3. ЗПР (GA) - групова ОПР сформулювала кілька цілей в одній ситуації (або одну мету з кількома показниками);

4. ЗПР (GSA) - групова ОПР сформулювала кілька цілей в декількох ситуаціях.

Вихідна інформація подається у вигляді набору відповідних матриць (за кількістю експертів).

9.4 Класичні критерії вибору оптимального рішення

Будь-яке рішення в умовах неповної інформації приймається відповідно до будь-якої оціночної функцією, вибір якої повинен здійснюватися з урахуванням кількісних характеристик ситуації, в якій приймаються рішення.

В даний час відомі та знайшли широке застосування наступні класичні критерії прийняття рішень

- максимінний критерій Вальда (критерій крайнього песимізму) - обережна стратегія;
- мінімаксний критерій Севіджа (критерій відносного песимізму);
- критерій оптимізму - відповідає оптимістичній стратегії вибору;
- критерій максимуму середнього виграшу Байеса-Лапласа - раціональна стратегія вибору.

Похідними критеріями прийняття рішень від перерахованих вище є:

- критерій Гурвіца - врівноважена стратегія вибору;
- критерій Ходжа-Лемана;
- критерій Гермейра;
- складовий критерій;
- критерій похідних.

Зазвичай, за-можливістю, всі перераховані критерії застосовують по черзі, після чого з кількох варіантів оптимальних рішень доводиться виділяти деяке остаточне рішення. Це дозволяє, знизити вплив суб'єктивних факторів.

Нехай оптимальне рішення y^* визначається за допомогою коефіцієнта важливості рішень β . Загальне правило вибору записується у вигляді:

$$y^* = \underset{\beta_i}{\text{extremum}} (\beta_1, \beta_2 \dots \beta_m) \quad (5.1)$$

Якщо коефіцієнт важливості рішень β визначено так, що його більшому значенню відповідає краще рішення, то правило (5.1) записується у вигляді:

$$y^* = \max_{\beta_i} (\beta_1, \beta_2 \dots \beta_m) \quad (5.2)$$

І навпаки, якщо більшому значенню коефіцієнта важливості рішень β відповідає найгірше рішення, то:

$$y^* = \min_{\beta_i} (\beta_1, \beta_2 \dots \beta_m) \quad (5.3)$$

Правила (5.2) та (5.3) є основою класичних критеріїв прийняття рішень.

Максимінний критерій Вальда застосовується коли:

- про можливу появу ситуації нічого не відомо - не вимагає знання ймовірності настання тієї чи іншої події (перевага даного методу);
- необхідно враховувати можливість настання різних ситуацій;
- рішення приймається та реалізується тільки 1 раз;
- необхідно виключити будь-який ризик, тобто, ні за яких умов оптимальне рішення y^* не може бути гірше рішення y_i з множини Парето.

Так як критерій крайнього песимізму Вальда виходить з передумови про те, що якщо найгірший варіант може відбутися, він обов'язково відбудеться, то коефіцієнт важливості i -го рішення β_i є найгіршим значенням функції переваги за всіма можливими ситуаціями.

Якщо функція переваги f_{ij} задається так, що її кращому значенню відповідає більше число, то коефіцієнт важливості рішень розраховується за правилом (5.4):

$$\beta_i = \min_j f_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.4)$$

Тобто, для i -го рішення за всіма можливими j ситуаціями вибирається найменше значення функції переваги. Оптимальне рішення буде визначатися за правилом (5.5):

$$y^* = \max_i \left(\min_j f_{ij} \right) \quad (5.5)$$

Правило вибору оптимального рішення - матриця ситуацій доповнюється двома колонками: перша заповнюється найменшими значеннями функції переваги f_{ij} для кожного рядка, у другій колонці вибирають той варіант рішення, який має найбільше значення в першій колонці.

Якщо функція переваги f_{ij} задається так, що її кращому значенню відповідає менше число, то коефіцієнт важливості рішень розраховується як:

$$\beta_i = \max_j f_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.6)$$

Оптимальне рішення буде визначатися за формулою:

$$y^* = \min_i \left(\max_j f_{ij} \right) \quad (5.7)$$

Мінімакний критерій Севіджа. До даного методу прийняття рішень пред'являються ті ж вимоги, що й до критерію Вальда. Найгіршим рішенням вважається рішення з максимальним ризиком, а не мінімальним виграшем.

Функція переваг f_{ij} виражається в рангах (кращому значенню відповідає менший ранг).

Введемо такі умовні позначення:

$$A_{ij} = \max_i f_{ij} - f_{ij} \quad (5.8)$$

де A_{ij} - матриця різниць.

Матриця різниць показує величину недоотриманого виграшу, коли в ситуації s_j замість найкращого можливого рішення вибирається рішення y_i .

Коефіцієнт важливості рішень буде розраховуватися як:

$$\beta_i = \max_j a_{ij} = \max_j \left(\max_i f_{ij} - f_{ij} \right) \quad (5.9)$$

Тоді, оптимальне рішення знаходиться з виразу:

$$y^* = \min_i \left(\max_j \left(\max_i f_{ij} - f_{ij} \right) \right) \quad (5.10)$$

Тобто, до матриці різниць був застосований критерій Вальда.

Правило вибору оптимального рішення - кожен елемент матриці функції переваги f_{ij} віднімається від найбільшого результату відповідного стовпця; отримуємо матрицю різниць A_{ij} . Ця матриця доповнюється стовпцем, в якому фіксуються найбільші значення у рядках. Оптимальному рішенню відповідає найменше значення даного стовпця.

Критерій оптимізму. Якщо вимірювання проводять в кількісних шкалах, то коефіцієнт важливості рішень розраховується як:

$$\beta_i = \max_j f_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.11)$$

Правило вибору оптимального рішення буде мати вигляд:

$$y^* = \max_i \left(\max_j f_{ij} \right) \quad (5.12)$$

Якщо ж вимірювання переваг проводять у порядковій шкалі (чим рішення краще, тим ранг менше), то правило вибору буде наступним:

$$y^* = \min_i \left(\min_j f_{ij} \right) \quad (5.13)$$

Для даного методу також не обов'язково знати ймовірності настання ситуацій.

Критерій максимуму середнього виграшу Байеса-Лапласа (BL-критерій). Відповідає раціональній стратегії вибору. Для даного критерію характерні наступні відмітні особливості:

- вимагає знання ймовірності настання тієї чи іншої події;
- рішення приймається та реалізується багато разів;
- для малої кількості реалізації рішення допускається певний ризик.

При досить великій кількості реалізацій рішення відповідно до критерію максимуму середнього виграшу, середнє значення поступово стабілізується, а при нескінченній реалізації будь-який ризик виключається.

Критерій Байєса-Лапласа більш оптимістичний, ніж критерій Вальда, але вимагає більшої інформованості.

Функція переваги вимірюється в кількісній шкалі. Коефіцієнти важливості рішень є середній виграш, який можна отримати при реалізації кожного рішення з усіх ситуацій та визначається як математичне очікування виграшу:

$$\beta_i = \sum_{k=1}^n p_k f_{ik}, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (5.14)$$

де p_k - ймовірність настання k -ої ситуації, $\sum_{k=1}^n p_k = 1, \quad (k = \overline{1, n})$;

n - можливу кількість ситуацій з заданими ймовірностями;

f_{ik} - значення функції переваги, яке є оцінкою i -го рішення в k -ій ситуації;

m - кількість можливих рішень, з яких слід вибрати оптимальне.

Оптимальне рішення в кількісній шкалі буде визначатися з виразу:

$$Y^* = \max_i \beta_i = \max_i \sum_{k=1}^n p_k f_{ik} \quad (5.15)$$

Правило вибору: матриця значень функції переваги $[f_{ij}]$ доповнюється ще одним стовпцем, який містить математичні очікування у кожному рядку (коефіцієнти важливості рішень). Вибирається те рішення, якому відповідає найбільше значення математичного очікування.

Застосування критерію Байєса-Лапласа для порядкової шкали

Ранжирування рішень по кожній з k -ої ситуації переводять в k матриць парних порівнянь з елементами, записаними за правилом:

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f(Y_i) \leq f(Y_j); \\ 0, & \text{якщо } f(Y_i) > f(Y_j) \end{cases} \quad (i, j = \overline{1, m}) \quad (5.19)$$

де $f(Y_i)$ - ранг i -го рішення.

Сукупність матриць парних порівнянь можна розглядати як точки в просторі ранжируваних рішень. У цьому просторі вводять поняття відстані між точками - матрицями парних порівнянь, як кількість розбіжностей значень елементів матриць.

Відстань між двома матрицями парних порівнянь розраховується за формулою:

$$d_{ks} = \sum_{i,j=1}^m |x_{ij}^k - x_{ij}^s| \quad (5.20)$$

де d_{ks} - відстань між матрицями парних порівнянь рішень k -ої та s -ої ситуацій;

x_{ij}^k x_{ij}^s - елементи матриці парних порівнянь відповідно для k -ої и s -ої ситуацій.

Для побудови середньої матриці парних порівнянь $[y_{ij}]$ використовують умову мінімуму сумарної відстані цієї матриці від матриць парних порівнянь для всіх ситуацій:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{i,j=1}^m p_k |x_{ij}^k - y_{ij}| \rightarrow \min \quad (5.21)$$

де p_k - імовірність ситуацій.

Враховуючи, що x_{ij}^k , y_{ij} можуть приймати значення тільки 0 або 1, уявімо модуль різниці як квадрат різниці:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{i,j=1}^m p_k |x_{ij}^k - y_{ij}| = \sum_{k=1}^n \sum_{i,j=1}^m p_k (x_{ij}^k - y_{ij})^2 = \left\{ \begin{array}{l} \text{враховуючи,} \\ (x_{ij}^k)^2 = x_{ij}^k; \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{що} \\ (y_{ij})^2 = y_{ij} \end{array} \right\} = \quad (5.22)$$

$$= \sum_{k=1}^n \sum_{i,j=1}^m p_k ((x_{ij}^k)^2 - 2x_{ij}^k y_{ij} + (y_{ij})^2) = \sum_{k=1}^n \sum_{i,j=1}^m p_k x_{ij}^k - 2 \sum_{k=1}^n \sum_{i,j=1}^m p_k y_{ij} \left(x_{ij}^k - \frac{1}{2} \right)$$

Враховуючи, що $\sum_{k=1}^n \sum_{i,j=1}^m p_k x_{ij}^k$ у виразі (5.22) є величиною постійною, а тому

його мінімальне значення відповідає максимальному значенню від'ємника, тобто:

$$\sum_{i,j=1}^m y_{ij} \sum_{k=1}^n p_k \left(x_{ij}^k - \frac{1}{2} \right) = \sum_{i,j=1}^m y_{ij} \left(\sum_{k=1}^n p_k x_{ij}^k - \frac{1}{2} \right) \rightarrow \max_{y_{ij}} \quad (5.23)$$

Таким чином, правило вибору оптимального рішення у порядковій шкалі складається з наступних етапів:

1. Вихідна матриця ранжируваних рішень з усіх ситуацій переводиться до безлічі матриць парних порівнянь рішень по кожній ситуації (кількість матриць дорівнює кількості можливих ситуацій).

2. Кожна матриця парних порівнянь множиться на відповідну ймовірність появи даної ситуації.

3. Отримані матриці складаються та отримують сумарну матрицю.

4. Кожен елемент сумарної матриці порівнюється з порогом $1/2$ та якщо значення елемента більше або дорівнює порогу - замінюється на одиницю; в протилежному випадку - на нуль. Таким чином, матриця $[y_{ij}]$ будується за правилом:

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \sum_{k=1}^n p_k x_{ij}^k \geq 1/2; \\ 0, & \text{якщо } \sum_{k=1}^n p_k x_{ij}^k < 1/2 \end{cases} \quad (5.24)$$

Коефіцієнти середнього виграшу β_i рішень розраховуються за формулою:

$$\beta_i = \frac{\sum_{j=1}^m y_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m y_{ij}} \quad (5.25)$$

Тобто суму елементів (одиниць) в кожному i -му рядку матриці $[y_{ij}]$ ділять на загальну суму одиниць матриці.

6. Оптимальним вважається те рішення, у якого коефіцієнт середнього виграшу β_i максимальний:

$$Y_{BL}^* = \max_i \beta_i \quad (5.26)$$

Тема 10 Створення, впровадження та оцінювання СППР

10.1 Методи оцінки програмного забезпечення СППР

10.2 Загальна схема створення СППР

10.1 Методи оцінки програмного забезпечення СППР

Запорукою успіху в придбанні будь-якого апаратного чи програмного забезпечення є використання однозначної та систематичної стратегії. Критерії та припущення, покладені в її основу, мають бути якомога чіткішими та деталізованішими, а процедура проведення фактичного оцінювання за можливості систематизованою, прямою та (де це потрібно) повторюваною. Ця умова, передусім, стосується підтримки прийняття рішень у разі оцінювання програмного забезпечення СППР, незалежно від того, чи це куплене ПЗ чи власна розробка задачі, яка має важливе значення та характеризується високою складністю.

Оцінювання програмного забезпечення має проводитися стосовно трьох ключових аспектів СППР - задач, користувачів та середовища на етапах її проектування, макетування та експлуатації. Важливим наслідком цього процесу може стати отримання необхідної інформації для колективів розроблювачів, кінцевих користувачів та ОПР, яка буде використовуватися в межах

відведеного для проектування СППР часу з метою проведення потрібних коректив щодо проектованої системи.

Для оцінювання системи та засобів підтримки прийняття рішень використовуються різні аналітичні й емпіричні методики. В їх основу покладено три методи:

- техніко-економічний аналіз (метод витрат / вигід);
- метод ціни (вартості) інформації, заснований на концепціях та допущеннях, прийнятих в інформаційній економіці;
- моделі багатоатрибутної корисності.

Техніко-економічний аналіз

Техніко-економічний аналіз, тобто одночасний аналіз вартості й ефективності, передбачає упорядкування, вимірювання та подальше порівняння витрат і вигід (прибутків, користі), які отримує користувач комп'ютерної системи чи готового проекту програмного забезпечення. Всі витрати і вигоди потрібно виразити в грошовому еквіваленті й на підставі цифр балансового звіту прийняти відповідне рішення.

Найбільші складності виникають у розрахунку кількісної оцінки ефективності від упровадження програмного продукту. В такому разі необхідно провести детальний аналіз фактичної користі від впроваджуваної системи та визначити чинники, які характеризують різні напрями отримання вигоди.

Можна виділити шість напрямів отримання вигоди:

- 1) від розв'язання обчислювальних задач та друку;
- 2) від реєстраційних завдань;
- 3) від завдань пошуку записів;
- 4) від можливості переструктурування системи;
- 5) від можливості аналізу та моделювання;
- 6) від можливості керування процесами та ресурсами.

Потенційними факторами отримання можливої користі є:

- зниження або запобігання витрат (ЗЗВ);

- зменшення кількості помилок (ЗКП);
- збільшення гнучкості системи (ЗГС);
- підвищення швидкості операцій (ПШО);
- удосконалення управління та контролю технологічними процесами.

Каталог можливих витрат на створення інформаційної системи, або її підсистем включає такі види витрат:

1. Вартість придбання: оплата консультацій; фактичні затрати на придбання або орендування обладнання; вартість установавання обладнання; витрати на підготовку місця під обладнання (кондиціонування повітря, засоби безпеки та ін.); капітальні витрати; управлінські витрати на персонал, зайнятий придбанням обладнання.

2. Початкові витрати: затрати на придбання операційної системи (її програмного забезпечення); затрати на встановлення комунікаційного обладнання (телефонних ліній, ліній даних та ін.); оплата праці персоналу, зайнятого пусконаладжувальними роботами; витрати на діяльність, пов'язану з пошуком та найманням персоналу; витрати, зумовлені перешкодами в роботі решти організацій; оплата за керування пусконаладжувальними роботами.

3. Витрати на проектування: вартість закупленого прикладного програмного забезпечення; витрати на модифікацію програмного забезпечення відповідно до специфіки локальних систем; заробітна плата персоналу; накладні та інші витрати, пов'язані з розробленням програмного застосування власними силами; затрати на забезпечення взаємодії з користувачами під час розроблення системи; затрати на навчання користувачів системи; затрати на збір даних і на введення у дію процедур збору даних; вартість підготовки документації; оплата праці керівництва.

4. Поточні витрати: затрати на обслуговування системи (апаратних та програмних засобів, допоміжного обладнання); орендна плата, оплата за використану електроенергію, послуги телефонного зв'язку, заробітна плата

персоналу, який залучається до діяльності, пов'язаної з керуванням, експлуатацією й плануванням роботи інформаційної системи.

Проводячи техніко-економічний аналіз, важливо також виділити ті характеристики інформаційних систем, які впливають на затрати і вигоди, отримувані від функціонування системи.

До таких факторів належать: точність розрахунків; часова характеристика - тривалість очікування реакції (відповіді); захист інформації (забезпечення безпеки і секретності); надійність (мінімізація невиробничих затрат часу, простою обладнання); гнучкість.

Крім того, в процесі переходу від звичайних інформаційних систем до досконаліших або систем підтримки рішень з'являється новий критерій - ефективність рішень, яка визначається вкладом вихідних даних інформаційної системи в підвищення продуктивності праці та (або) якості висновків аналітика чи рішень керівника (або групи користувачів).

Техніко-економічний аналіз для оцінювання СППР застосовувався багаторазово для їх оцінювання як на стадії їх створення, так і в процесі експлуатації. Проблематичні розрахунки в грошовому виразі вигід, які отримують користувачі систем. Інакше кажучи, затрати і вигоди можуть бути неправильно або не досить точно визначені.

Отже, можна дійти висновку, що техніко-економічний аналіз (як метод) не придатний для оцінювання програмного забезпечення підтримки рішень. Програмне забезпечення СППР має відповідати ряду корисніших і концептуально складніших критеріїв, пов'язаних з вартістю, привнесеною системою до загального ефекту від прийняття рішень. Показники техніко-економічного аналізу були розроблені для простіших інформаційних систем, зокрема адміністративних, де успішно й використовуються.

Метод ціни (вартості) інформації

Ключовою перевагою будь-якої інформаційної системи, включаючи СППР, є цінність інформації, яка надається системою користувачам: елемент інформації

зовсім не потрібний користувачу, якщо він не здатний (хоч би потенційно) впливати на рішення.

Рішення, що ґрунтуються на достовірній або хибній інформації, можуть прийматися в результаті таких обставин:

- необхідна інформація недоступна;
- зусилля на одержання необхідної інформації потребують величезних затрат;
- бракує відомостей про існування корисної інформації;
- інформація є, але вона подана в неприйнятній формі (наприклад, зашифрована).

Цінність інформації визначається тією мірою, в якій вона робить знання надійнішими, повнішими та точнішими.

Другий метод оцінювання програмного забезпечення СППР потребує визначення ціни (вартості) інформації, одержаної на виході комп'ютерної системи з розв'язання задач. У результаті нейтралізації дії перелічених вище причин СППР дає додаткову або просто таку інформацію, яка безумовно цінна та раціональна, якщо необхідні для цього витрати не дуже високі. Проведення розрахунків фактичних оцінок вартості програмного забезпечення являє собою складне в концептуальному плані завдання. Існують дві альтернативні стратегії визначення ціни програмного забезпечення: використання парадигм з інформаційної економіки й емпірична стратегія.

Інформаційна економіка як формальна та аксіоматична наука може служити теорією, в якій атрибути інформації сформульовані чітко й послідовно. У моделі Фелтама щодо цінності інформації потенційний вклад СППР може оцінюватися за кількома різними критеріями: релевантністю (доречністю), своєчасністю та точністю інформації [13].

Релевантність - це показник, згідно з яким сигнали (тобто продукти СППР, що є реакціями на виникаючі події в процесі її функціонування), виробляються лише в тому разі, коли відповідні затрати менші від ціни поданої інформації. Слід зауважити, що сигнал від СППР може бути недоречним, якщо описувану в

ньому подію можна досить чітко оцінити в результаті узагальнення одержаних раніше інших сигналів.

Своєчасність - це критерій, який відображає той очевидний факт, що момент надходження інформації може впливати на вигоди, отримувані від неї за прийняття рішень. Затримка повідомлення - це інтервал між моментом відбування події та моментом прийняття сигналу. Зменшення цього параметра, як правило, вимагає змін у СППР, які зумовлюють підвищення витрат. Але вигоди від зменшення затримки мають перевищувати додаткове зростання затрат. В ідеальному випадку інтервали повідомлень мають відповідати інтервалам рішення.

Точність інформації має важливе значення в процесі прийняття рішення, оскільки помилки при вимірюваннях та обробленні даних призводять до появи розбіжностей між сигналами й відповідними їм подіями. Помилки системи зумовлюють невизначеності стосовно минулих подій, що, у свою чергу, створює ще більшу невизначеність по відношенню до майбутніх подій. Остання обставина може привести до зниження якості рішень. Усунення або зменшення кількості помилок потребують відповідних змін у СППР.

Моделі багатоатрибутної корисності

Для оцінювання ефективності конкуруючих СППР (чи проектів СППР) можна використати теорію багатоатрибутної корисності для формалізації атрибутів корисності комп'ютерної системи для користувачів. Найпоширеніша модель багатоатрибутної корисності включає чотири основні елементи для аналізу:

- систему підтримки прийняття рішень;
- користувача;
- організацію, яка приймає рішення;
- зовнішнє середовище.

Головна ідея визначення оцінки систем полягає в проведенні аналізу зв'язків (інтерфейсів) між цими елементами:

- користувацький інтерфейс (СППР - користувач);
- інтерфейс між парою елементів «СППР-користувач» та організацією, яка приймає рішення;
- інтерфейс між організацією, яка приймає рішення та середовищем.

10.2 Загальна схема створення СППР

Загальна схема процесу створення СППР може бути різною, тому що її склад суттєво залежить від ОПР, групи призначених ОПР та від управлінської ситуації. Тут проявляються індивідуальні риси особистості користувача, стиль його керівництва або специфіка конкретної проблеми. Успішне проектування СППР ставить перед проектувачем систем високі вимоги щодо знань та практики управлінської інформаційної технології. Це приводить до того, що на початку процесу створення проекту СППР проектувальник не в змозі точно визначити технічне завдання на систему. Тому весь наступний процес є адаптивним: користувач бере активну участь у проектуванні системи; проектувальник та користувач навчаються під час розроблення та впровадження системи; процес проектування багаторазово повторюється з метою пристосування СППР до потреб користувача; під час проектування постійно відбуваються взаємодії й взаємний вплив між проектувальником, користувачем та комп'ютерною системою. Ці обставини відображені на загальній схемі створення СППР (рис. 5.6) [13], яка містить три узагальнені фази інженерії СППР: вибір управлінської ситуації; проектування та впровадження; використання та оцінювання.

Вибір управлінської ситуації є початковою фазою створення СППР, яка має відобразити в майбутній системі інтереси користувача. Сам вибір може здійснюватися шляхом обговорення та спостережень за роботою ОПР, дослідження шляхів розв'язання проблеми або визначення інформаційних потреб користувача. При цьому не виключено, що користувач сам може

уточнити проблему, необхідну йому інформацію, а також критерії оцінювання функціонування СППР. Результатом початкової фази має бути опис конкретних проблем та відповідних інформаційних вимог, поданий у вигляді каталогу.

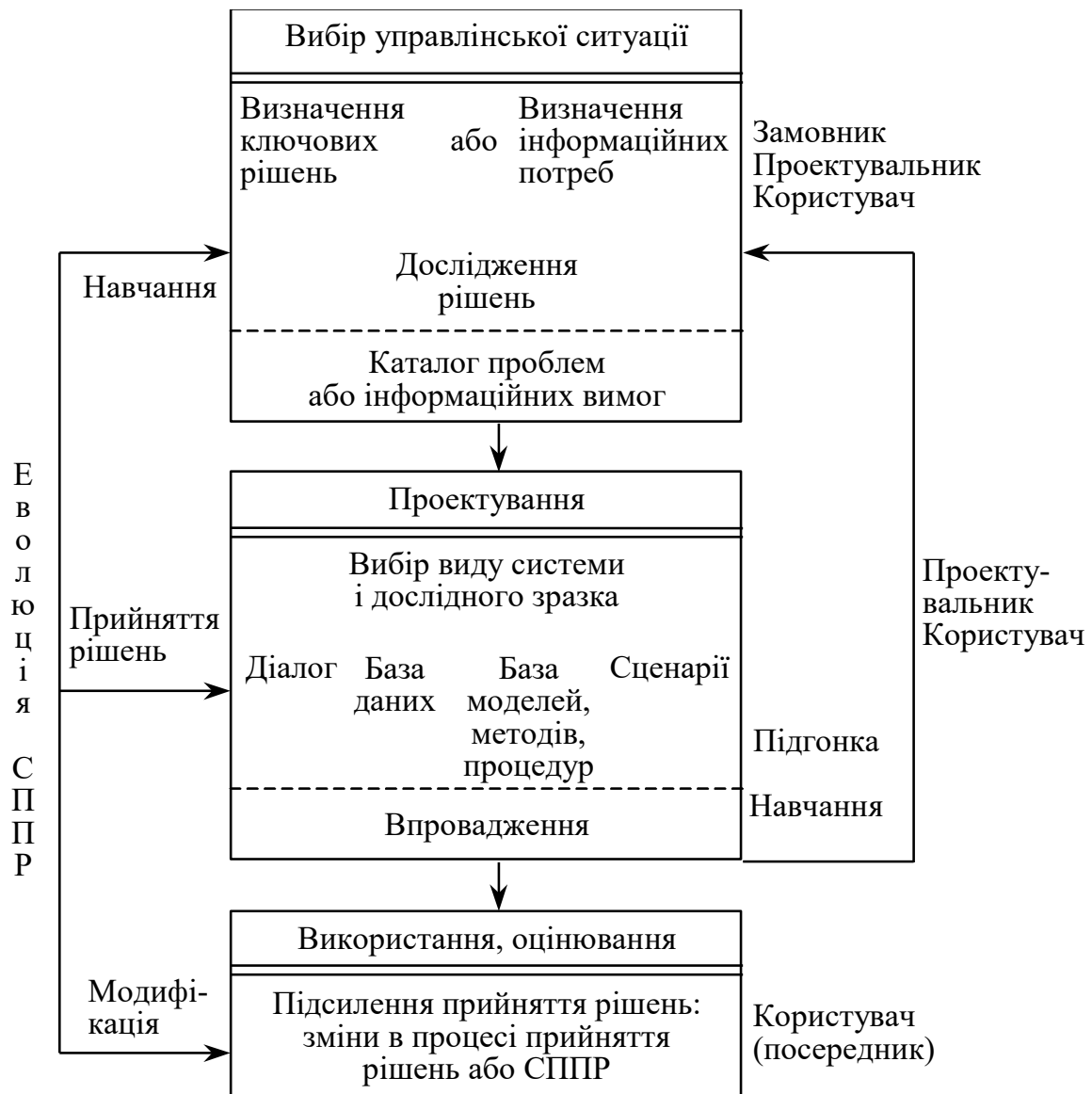


Рис. 5.6 Загальна схема створення СППР

Друга фаза - *проектування та впровадження СППР* - пов'язана з вибором структури й проектуванням функцій системи. На цьому етапі можна виділити чотири головні кроки: вибір виду системи й дослідного зразка, конструювання бази моделей, бази даних та діалогу.

Вибір виду системи та дослідного зразка її застосування охоплює досить широкий діапазон функцій СППР, які у певний спосіб реалізують очікування

ОПР стосовно підтримки його дій у контексті прийняття рішень. Цей вибір здійснюється за умов можливості формалізації проблеми (розроблення моделі, методу або процедури) з відповідним забезпеченням процесів накопичення, зберігання й пошуку даних, а також здатності системи забезпечити діалогову підтримку процесу розв'язання проблеми. Основна мета етапу вибору виду системи - впевненість у тому, що чітко сформульовані відповідні управлінські проблеми й вибрані необхідні засоби їх розв'язання за умов участі керівництва.

Перший шлях вибору виду СППР можна розпочати, коли визначена потенційна сфера управлінських проблем або ключові рішення. Проектувальник концентрує всю увагу на докладному виявленні управлінських проблем та потреб ОПР з тим, щоб потім на цій підставі сформулювати рекомендації для вдосконалення СППР. Але часто буває так, що заздалегідь неможливо підготувати чіткі рекомендації, які прийме користувач. Тому рекомендації щодо вдосконалення системи доцільно перетворити в моделі або нормативні процедури. Глибина змін (тобто відмінність між описовою та нормативною моделями) визначає як вигоди, так і труднощі в процесі впровадження, які з часом потрібно буде подолати. Вид та зразок СППР дають змогу загалом описати очікувані труднощі й ризик, що пов'язані з її впровадженням.

Другий шлях вибору стосується процесу впровадження. Розроблення сценарію можливих змін зумовлене реалістичним розглядом сподівань, що очікують від СППР замовник та проектувальник, а також інтенсивністю участі сторін, залучених до процесу створення СППР. Результат виконання цього кроку може бути тісно пов'язаний з результатом аналізу управлінських проблем. Наприклад, якщо результатом аналізу є рекомендації щодо побудови великої системи, але важко отримати відповідну підтримку керівництва та необхідні кошти, то тоді можна повторити ітерацію спочатку, намагаючись одержати підтримку й кошти; повторити аналіз рішень з урахуванням нових обмежень, які стосуються пошуку найкращого рішення. Слід зауважити, що

проектувальник не має ігнорувати другий шлях чи одну з названих ітерацій. У лівій частині схеми увага концентрується на раціональних міркуваннях проектувальника, в той час як справа наведені, насамперед, психологічні та організаційні аспекти.

Після здійснення вибору виду системи необхідно спроектувати моделі, методи або процедури, базу даних та інтерфейс між системою та ОПР (діалог). Невід'ємним елементом фази проектування є оцінювання технічних можливостей та очікуваних витрат. Закінчивши розроблення елементів СППР, слід перейти до впровадження системи. Але при цьому необхідно мати на увазі ту обставину, що буває важко відокремити впровадження СППР від проектування її, оскільки мета обох робіт - проектування системи шляхом її модифікації, а також навчання користувача.

Заключна фаза процесу створення СППР - *оцінювання та використання*, формування можливих вимог щодо подальших змін як у процесі прийняття рішень, так і у функціях СППР.

Велика розбіжність у розумінні терміна «СППР», та нечітка визначеність поняття «відповідне рішення проблеми», а також диференціація організаційних обставин приводять до того, що неможливо однозначно встановити, коли і як розпочати процес проектування СППР. Але якщо питання про створення й про початок розроблення СППР прийняте, то для колективу проектувальників може бути досить корисною низка стандартних процедур та методів проектування систем.

Лабораторний практикум з Модуля 5

Розробити систему підтримки прийняття рішень в середовищі Microsoft Excel.

За вхідними даними, таблиця 5.4, проранжирувавши думки експертів та за отриманими результатами визначити оптимальне рішення, використовуючи наступні методи прийняття рішень:

- 1) критерій крайнього песимізму Вальда;
- 2) критерій мінімального ризику Севіджа;
- 3) критерій оптимізму;
- 4) критерій максимуму середнього виграшу Байеса-Лапласа в порядковій шкалі. Вірогідність настання ситуацій задати самостійно, виходячи з того, що їх сума дорівнює одиниці.

Як варіант завдання береться підприємство, відповідне порядковому номеру студента в журналі. Як база порівняння береться 9 наступних підприємств. Наприклад: Студент №13 порівнює показники діяльності підприємства №13 з показниками діяльності підприємств №14-22.

Таблиця 5.4

Варіанти завдання

Підприємство	Коефіцієнти			Рентабельність, %		Коеф. фін. незалежності	Частка власного оборотного капіталу в сумі поточних активів, %
	Фін. напруженість	Ліквідність	Оборотність	Продажу	Капіталу		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,320	1,8	3,2	25	22	0,75	16
2	0,059	2,3	1,8	15	29	0,50	24
3	0,640	0,8	2,2	22	31	0,45	12
4	0,630	1,2	3,0	10	33	0,45	19
5	0,159	1,6	2,1	9	24	0,42	38
6	0,125	2,0	2,5	30	20	0,55	26
7	0,600	1,8	1,9	33	4	0,57	45
8	0,460	1,5	2,8	35	25	0,55	25
9	0,321	1,1	3,4	12	35	0,62	39
10	0,123	1,2	3,3	29	29	0,34	34
11	0,226	1,0	1,9	31	14	0,77	12
12	0,500	1,7	2,2	33	17	0,68	30
13	0,198	1,4	2,7	24	23	0,58	0

Продовження табл. 5.4							
1	2	3	4	5	6	7	8
14	0,500	0,9	2,0	20	7	0,48	10
15	0,450	0,8	3,6	14	29	0,65	27
16	0,450	2,2	1,4	6	14	0,50	15
17	0,420	1,8	1,6	15	17	0,34	34
18	0,558	2,3	2,7	27	23	0,33	50
19	0,570	1,1	2,7	16	5	0,30	41
20	0,105	1,6	3,5	20	21	0,72	35
21	0,240	1,4	3,5	3	10	0,36	10
22	0,160	2,0	1,9	16	27	0,52	14
23	0,190	1,9	1,8	27	15	0,70	33
24	0,240	1,7	1,4	35	34	0,64	30
25	0,150	1,8	1,1	29	20	0,26	44
26	0,487	1,5	2,5	14	14	0,45	15
27	0,480	1,7	3,6	17	12	0,25	21
28	0,330	1,8	2,8	23	18	0,37	28
29	0,400	0,8	2,4	5	29	0,50	7
30	0,160	0,9	1,7	22	31	0,45	11
31	0,230	1,1	0,8	30	33	0,45	16
32	0,098	2,3	1,3	14	24	0,42	24
33	0,105	1,8	1,6	27	20	0,55	31
34	0,197	1,4	1,8	30	4	0,57	25
35	0,600	1,6	1,7	10	17	0,40	12
36	0,479	1,8	1,1	8	9	0,53	47
37	0,324	1,7	0,8	11	10	0,66	42
38	0,424	1,1	1,5	24	27	0,69	38
39	0,120	0,8	0,9	25	15	0,48	19
40	0,158	2,3	2,7	30	34	0,42	28
Напрямок оптимізації	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Зробити висновки відносно найкращого підприємства.

Приклад виконання

Приклад 1. Знаходження оптимального рішення за критерієм Вальда.

Нехай матриця рішень (функціонал оцінювання) має вигляд (приклад з множини Парето):

y _i	s _j					$\max_j f_{ij}$	$y^* = \min_i \left(\max_j f_{ij} \right)$
	s ₁	s ₂	s ₃	s ₄	s ₅		
y ₁	5	3	6	3	10	10	
y ₃	10	2	3	2	9	10	
y ₅	1	5	2	5	2	5	5
y ₁₀	11	1	5	1	4	11	
y ₁₆	3	8	1	8	1	8	

Таким чином, $y^* = y_5$ - оптимальне рішення.

Приклад 2. Знаходження оптимального рішення за критерієм Севіджа.

Нехай матриця рішень (функціонал оцінювання) має вигляд:

y _i	s _j				
	s ₁	s ₂	s ₃	s ₄	s ₅
y ₁	5	3	6	3	10
y ₃	10	2	3	2	9
y ₅	1	5	2	5	2
y ₁₀	11	1	5	1	4
y ₁₆	3	8	1	8	1
Максимальне	11	8	6	8	10

Знаходимо матрицю різниць A_{ij} :

y _i	s _j					$\beta_i = \max_j a_{ij}$	$y^* = \min_i \left(\max_j \left(\max_i f_{ij} - f_{ij} \right) \right)$
	s ₁	s ₂	s ₃	s ₄	s ₅		
y ₁	6	5	0	5	0	6	6
y ₃	1	6	3	6	1	6	6
y ₅	10	3	4	3	8	10	
y ₁₀	0	7	1	7	6	7	
y ₁₆	8	0	5	0	9	9	

Отже, оптимальним рішенням є $y^* = y_1 = y_3$

Приклад 3. Визначити за критерієм Байеса-Лапласа оптимальне рішення з множини трьох ефективних y_1, y_2, y_3 для випадку трьох ситуацій S_1, S_2, S_3 з відомими ймовірностями p_1, p_2, p_3 , якщо переваги визначені в порядковій шкалі (в рангах - кращому рішенню відповідає менше значення).

	S_1	S_2	S_3
y_1	1	2	1
y_2	2	1	3
y_3	3	3	2
p	0,5	0,3	0,2

Сформуємо для кожної ситуації матриці парних порівнянь:

- ситуація S_1 :

	y_1	y_2	y_3
y_1	1	1	1
y_2	0	1	1
y_3	0	0	1

- ситуація S_2 :

	y_1	y_2	y_3
y_1	1	0	1
y_2	1	1	1
y_3	0	0	1

- ситуація S_3 :

	y_1	y_2	y_3
y_1	1	1	1
y_2	0	1	0
y_3	0	1	1

Помножимо кожен матрицю парних порівнянь на відповідну ймовірність появи даної ситуації.

- ситуація S_1 :

	y_1	y_2	y_3
y_1	0,5	0,5	0,5
y_2	0	0,5	0,5
y_3	0	0	0,5

- ситуація S_2 :

	y_1	y_2	y_3
y_1	0,3	0	0,3
y_2	0,3	0,3	0,3
y_3	0	0	0,3

- ситуація S_3 :

	y_1	y_2	y_3
y_1	0,2	0,2	0,2
y_2	0	0,2	0
y_3	0	0,2	0,2

Складаємо отримані матриці,отримуємо сумарну $\sum_{k=1}^n p_k x_{ij}^k$:

	y_1	y_2	y_3
y_1	1	0,7	1
y_2	0,3	1	0,8
y_3	0	0,2	1

Кожен елемент сумарної матриці порівнюємо з порогом $1/2$ та якщо значення елемента більше або дорівнює порогу - замінюємо на одиницю; в протилежному випадку - на нуль:

	y_1	y_2	y_3	Сума
y_1	1	1	1	3
y_2	0	1	1	2
y_3	0	0	1	1
Всього				6

Розраховуємо коефіцієнти середнього виграшу β_i :

$$\beta_1 = 3/6 = 0,5; \beta_2 = 2/6 = 1/3; \beta_3 = 1/6$$

Оптимальним вважається те рішення, у якого коефіцієнт середнього виграшу β_i максимальний, тобто $Y^*=1$.

Приклад тестового завдання до модульного контролю 5

1. Процедура виміру - це...

- ☐ відображенням об'єктів формальної системи на безлічі чисел універсальної системи
- ☐ відображенням об'єктів універсальної системи на безлічі чисел формальної системи
- ☐ відображенням об'єктів емпіричної системи на безлічі чисел універсальної системи.

2. Шкала інтервалів використовується для ...

- ☐ опису приналежності об'єктів певним класам
- ☐ впорядковування об'єктів за однією ознакою або сукупністю ознак
- ☐ відображення величини відмінності між властивостями об'єктів, а також для оцінки корисності об'єктів.

3. Якісними шкалами є шкали:

- ☐ найменувань
- ☐ порядкові
- ☐ інтервальні
- ☐ відношень
- ☐ різниць
- ☐ абсолютні.

4. До методів суб'єктивних вимірів відносять:

- ☐ ранжирування
- ☐ порівняння
- ☐ парне порівняння
- ☐ безпосередню оцінку

- ☐ послідовну оцінку
- ☐ послідовне порівняння

5. Безпосередня оцінка - це...

- ☐ аналіз результатів ранжирування, перетворення їх в матрицю парного порівняння та навпаки
- ☐ процес набуття об'єктам числових значень, які вибрані за шкалою інтервалів.

6. Функція переваги описує:

- ☐ комплексну оцінку позитивних та негативних наслідків рішень
- ☐ характеристику наслідків рішень, їх ефективність та якість
- ☐ характеристику альтернатив в процесі ухвалення рішення.

7. Об'єктивне ЛПР -

- ☐ особлива увага ЛПР приділяє запобіганню великим програшам та недооцінює корисність від отримання виграшу
- ☐ зі збільшенням величини виграшу, ЛПР приписує йому значно велику цінність, тобто перебільшує значення виграшу
- ☐ вважає, що значення функції переваги пропорційно очікуваному виграшу або програшу
- ☐ при невеликих виграшах та програшах поводить об'єктивно, при великих значеннях - недовіра до великого виграшу та обережність до великого програшу.

8. Шкала найменувань (класифікацій) використовується для...

☐ впорядковування об'єктів за однією ознакою (критерієм) або сукупністю ознак (критеріїв)

☐ опису приналежності об'єктів певним класам

☐ відображення величини відмінності між властивостями об'єктів, а також для оцінки корисності об'єктів

☐ індексації номенклатури виробів, документів та ін.

9. Суб'єктивні виміри включають:

☐ об'єкти

☐ суб'єкти

☐ показники

☐ параметри порівняння

☐ процедури порівняння.

10. До кількісних шкал відносяться шкали:

☐ найменувань

☐ порядкові

☐ інтервальні

☐ відношень

☐ різниць.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Заняття 1. Розвиток та запровадження систем підтримки прийняття рішень

- 1.1 Структура та загальна характеристика СППР. Еволюція концепції та структури СППР
- 1.2 Характеристики сучасних СППР
- 1.3 Підсистеми програмного забезпечення СППР
- 1.4 Галузі застосування СППР
- 1.5 Приклади застосування СППР

Заняття 2. Базові компоненти систем підтримки прийняття рішень

- 2.1 Архітектура СППР
- 2.2 Призначення та загальні ознаки користувацького інтерфейсу
- 2.3 Роль знань у користувацькому інтерфейсі
- 2.4 Питання проектування користувацького інтерфейсу
- 2.5 База даних у СППР
- 2.6 Системи керування даними у СППР
- 2.7 База моделей у СППР
- 2.8 Системи керування базою моделей у СППР

Заняття 3. Класифікація систем підтримки прийняття рішень

- 3.1 Загальна схема класифікації
- 3.2 Класифікаційні групи та моделі СППР
- 3.3 Орієнтовані на моделі СППР
- 3.4 Загальні категорії моделей
- 3.5 Моделі аналізу рішень
- 3.6 Моделі прогнозування
- 3.7 Імітаційні моделі
- 3.8 Приклади орієнтованих на моделі СППР

Заняття 4. Стратегія оцінювання та вибору методів підтримки прийняття рішень

4.1 Стратегія оцінювання та вибору методів підтримки прийняття рішень

4.2 Процес прийняття рішень

4.3 Ситуації, пов'язані з прийняттям рішень

4.4 Функції та завдання прийняття рішень

4.5 Методи оцінювання програмного забезпечення СППР

4.6 Процес впровадження (реалізації) СППР

4.7 Порівняння альтернативних шкал СППР

Заняття 5. Створення, впровадження та оцінювання СППР

5.1 Концептуальні засади розроблення СППР

5.2 Підходи до створення СППР

5.3 Управління проектом СППР

5.4 Макетування СППР

5.5 Стратегії впровадження СППР

5.6 Оцінювання впровадження СППР

Заняття 6. Засоби штучного інтелекту в системах підтримки прийняття рішень

6.1 Розвиток та застосування штучного інтелекту

6.2 Сімейство додатків штучного інтелекту

6.3 Знання та їх використання в СППР

6.4 Моделі подання знань в інформаційних системах

6.5 Орієнтовані на знання системи підтримки прийняття рішень

6.6 Визначення та еволюція нейронних мереж

6.7 Застосування та архітектура нейронних мереж

6.8 Навчання та використання нейромереж

6.9 Генетичні алгоритми

6.10 Програмні агенти в СППР

6.11 Призначення та основні характеристики програмних агентів

Заняття 7. Системи підтримки прийняття рішень на основі сховищ даних та OLAP-систем

7.1 Розвиток та застосування СППР на основі сховищ даних та OLAP-систем

7.2 Базові концепції та визначення OLAP-систем

7.3 Концепція сховищ даних та її реалізація в інформаційних системах

7.4 Моделі побудови та архітектура сховищ даних

7.5 Проектування сховищ даних

7.6 Зародження та розвиток OLAP-систем

7.7 Інструментальні засоби кінцевих користувачів в OLAP

Заняття 8. Групові системи підтримки прийняття рішень

8.1 Групові рішення та їх підтримка

8.2 Ситуації підтримки групових рішень

8.3 Групове програмне забезпечення

8.4 Розвиток групових систем підтримки прийняття рішень

8.5 Запровадження групових систем підтримки прийняття рішень

8.6 Інструменти групових систем підтримки прийняття рішень

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

Кожна тема дисципліни «Системи підтримки прийняття рішень» потребує додаткового опрацювання студентами під час самостійної роботи. Метою самостійної роботи є активізація засвоєння студентами теоретичних знань, набуття вмінь та навичок самостійного проведення розрахунків та аналізу результатів для успішного застосування їх у подальшій роботі. Самостійна робота студентів повинна мати творчий характер, розвивати навички до аналітичної діяльності.

До самостійного розгляду за кожною темою 5-ти модулів виносяться наступні питання:

Тема 1. Суть та вимоги до управлінських рішень. Автоматизація процедур обґрунтування та прийняття рішень. Методи та засоби створення інформаційної системи. Основні принципи створення інформаційного забезпечення.

Тема 2. Інформаційні ресурси та їх характеристика. Розвиток та характеристика компонентної технології інформаційних системи. Характеристики раціональних рішень. Структурний підхід до проектування інформаційної системи.

Тема 3. Загальна схема, класифікація методів підтримки прийняття рішень. Архітектура СППР. Помилки при прийнятті рішень. Проблеми класифікації помилок. Причини помилок та шляхи їх попередження.

Тема 4. Базові компоненти СППР та їх загальні характеристики. Класифікація СППР на основі інструментального підходу, за ступенем залежності ОПР, за ознакою часового горизонту.

Тема 5. Загальні аспекти розробки систем зі штучним інтелектом. Поняття знань та відмінності їх від даних. Проблема імітації творчих процесів. Застосування нейромереж в СППР. Використання генетичних алгоритмів в СППР. Програмні (інтелектуальні) агенти в СППР.

Тема 6. Загальне проектування та процес розробки орієнтованих на дані СППР. Сховище даних та створення на цій основі СППР. Вітрини даних. Архітектура OLAP-систем.

Тема 7. ГСППР GroupSystems. Підсистема управління сеансами в ГСППР PLEXSYS. Управління моделями в ГСППР. Виконавчі інформаційні системи як різновид СППР.

Тема 8. Система для корпоративного планування «Парус». Система для управління бізнесом «Mіgасіе V». Багатофункціональна система «ІТ-ПРЕДПРИЯТИЕ». Багатофункціональна мережева система «Галактика».

Тема 9. Прийняття рішень на основі системного підходу. Етапи й зміст експертних процедур. Процедури груповою вибору рішень на основі методів більшості голосів. Структура експертних систем.

Тема 10. Фактори, які визначають інженерію СППР. Загальні фази аналізу, проектування та розробки СППР. Суть і стратегія макетування СППР. Класифікація задач організаційного управління.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ З ДИСЦИПЛІНИ

1. Предмет, метод та зміст теорії прийняття рішень.
2. Суть та вимоги до управлінських рішень, їх обґрунтованість, цілеспрямованість, комплексність, своєчасність, законність, надійність.
3. Автоматизація процедур обґрунтування та прийняття рішень.
4. Формальна постановка завдання прийняття рішень, класифікація завдань прийняття рішень.
5. Процес прийняття рішень.
6. Загальна схема, класифікація методів підтримки прийняття рішень.
7. Помилки при прийнятті рішень.
8. Проблеми класифікації помилок.
9. Причини помилок та шляхи їх попередження.
10. Основи класифікації СППР: загальна схема.
11. Способи взаємодії особи, яка приймає рішення (ОПР) з СППР.
12. Класифікація СППР на підставі міри підтримки прийняття рішень.
13. Класифікація СППР на основі інструментального підходу.
14. Класифікація СППР за ступенем залежності ОПР у процесі прийняття рішень.
15. Класифікація СППР за ознакою часового горизонту.
16. Моделі СППР у рамках інформаційного підходу.
17. Модель СППР, оснований на знаннях.
18. Модель ієрархії управління. Моделі СППР, орієнтовані на особистість ОПР.
19. Моделі СППР для планування й прогнозування.
20. Модель СППР для офісу.
21. Історія створення СППР.
22. Покоління СППР.
23. Галузі використання СППР.
24. Характеристики найбільш відомих СППР.
25. Система для підтримки прогнозування.
26. Характеристика методів прийняття рішень.

27. Базові компоненти СППР, та їх загальні характеристики: сховище даних, аналіз даних.
28. Прийняття рішень на основі системного підходу.
29. Етапи й зміст експертних процедур.
30. Оптимізаційні етапи оцінки рішень.
31. Процедури прийняття рішень на основі інформаційного, функціонального підходів.
32. Процедури групового вибору рішень на основі методів більшості голосів.
33. Структура експертних систем.
34. Відмінності структури обробки даних від експертних систем.
35. Класифікація задач організаційного управління: структуровані, слабоструктуровані та неструктуровані проблеми прийняття рішень.
36. Групи працівників організаційного управління та напрямки комп'ютерної підтримки їх діяльності.
37. Суть та компоненти систем підтримки прийняття рішень. Загальні характеристики СППР.
38. Загальні аспекти розробки систем зі штучним інтелектом.
39. Основні напрямки штучного інтелекту.
40. Стан розробок в області природно-мовних систем.
41. Поняття знань та відмінності їх від даних.
42. Проблема імітації творчих процесів.
43. Проблема створення інтелектуальних роботів, і проблема створення нових технологій рішення задач.
44. Визначення OLAP-систем. 12 правил Кода.
45. Архітектура OLAP-систем.
46. Основні способи реалізації багатомірної моделі MOLAP, ROLAP, HOLAP.
47. Критерій Байєса-Лапласа для порядкових шкал.
48. Застосування критеріїв прийняття рішень Вальда, Севіджа, оптимізма.
49. Загальне проектування та процес розробки орієнтованих на дані СППР.
50. Прийняття рішень на основі теорії ігор.

КРИТЕРІЇ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

Дисципліна «Системи підтримки прийняття рішень» складається з 5 залікових модулів, кожний з яких відповідає 1 кредиту (разом 5 кредитів - 180 академічні години). Кожний заліковий модуль закінчується підсумковим модульним контролем, який є обов'язковим для студента і проводиться у формі *тестування* або *аудиторної контрольної роботи* з теоретичного матеріалу тем відповідного модуля та виконання лабораторного практикуму.

За кожний заліковий модуль студент отримує *бальні оцінки*, які сумуються та виступатимуть надалі складовою загальної бальної оцінки за всі модулі дисципліни. Черговий заліковий модуль *студент має право здавати незалежно від результатів складання попереднього модуля*. За прийнятою шкалою переводу загальної бальної оцінки у традиційну систему оцінок («незадовільно», «задовільно», «добре», «відмінно») студент одержує («автоматом») підсумкову оцінку за вивчення даної дисципліни. Якщо студент незадоволений результатами здачі модулів, він *може одноразово підвищити загальну бальну оцінку безпосередньо на іспиті з усього курсу або за певними модулями*. При цьому отримана на іспиті оцінка вважається остаточною, навіть у разі, коли вона менша за оцінку, що виставлена за рейтингом.

Для остаточного закріплення теоретичного та практичного матеріалу студент повинен пройти тестування з основних тем кожного залікового модулю, результати з яких заносяться до *системи рейтингу*.

Види підсумкових модульних контролів	Бальна оцінка					
	I	II	III	IV	V	Разом за н/с
Практичні заняття	10	5	5	5	5	30
Лабораторний практикум	-	5	5	5	5	20
Тестування	-	10	-	10	10	30
Ауд. контр. робота	10	-	10	-	-	20
Разом	20	20	20	20	20	100

Тест вважається пройденим успішно та зараховується студентові, якщо він вірно відповідає *не менше ніж на 50%* тестових завдань.

Загальна модульна бальна оцінка виводиться простим сумуванням одержаних студентом балів за всі види контролю:

Максимально можлива бальна оцінка, яку може набрати студент за всі модулі дисципліни дорівнює *100 балам*. Заліковий модуль зараховується студентові, якщо він набрав *не менше 50%* від максимальної суми балів за модуль.

Загальна оцінка з дисципліни «Системи підтримки прийняття рішень» визначається на основі суми рейтингових балів, отриманих за засвоєння всіх залікових модулів у відповідності до таблиці співвідношень балів та оцінки в національній шкалі та шкалі ECTS.

Оцінка в рейтингових балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
91-100	Відмінно	A	Відмінно
81-90	Добре	B	Дуже добре
76-80		C	Добре
61-75	Задовільно	D	Задовільно
51-60		E	Задовільно
21-50	Незадовільно	FX	Незадовільно
0-20		F	Незадовільно

ЛІТЕРАТУРА

1. Андриенко В.Н. Модели реинжиниринга систем управления.- Донецк : ДонНУ, 2001.-184 с.
2. Гевко І.Б. Методи прийняття управлінських рішень: Підручник для внз. - К.: Кондор, 2009. - 187 с.
3. Калиниченко Л.Ю. Методы принятия решений: Методические указания к выполнению лабораторных работ: Для студ. ЗГИА экон. спец.: Методические указания / Л.Ю. Калиниченко, В.В. Сур / ЗГИА. - Запорожье: ЗГИА, 2004. - 40 с. (кафедра экономической кибернетики).
4. Кігель В.Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці: Монографія. К.: ЦУЛ, 2003. – 202 с.
5. Колпаков В.М. Теория и практика принятия управленческих решений. – Учебное пособие. К.: МАУП, 2000. - 256 с.
6. Корнеев В.В. и др. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. - М.: Нолидж, 2000. - 352 с.
7. Лепа Р.Н. Ситуационный механизм подготовки и принятия управленческих решений на предприятии: методология, модели и методы: Монография / НАН Украины, Институт экономики промышленности. - Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2006. - 308 с.
8. Макаров И.М. и др. Теория выбора и принятия решений. - М.: Наука, 2002. - 328 с.
9. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. - М.: Наука, 2006.
10. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ.-М.: Радио и связь, 1993 -320с.
11. Ситник В.Ф. Основи інформаційних систем. Навчальний посібник / В.Ф. Ситник, Т.А. Писаревська, Н.В. Єрьоміна, О.С. Краєва. - К.: КНЕУ, 2001. - 420 с.

12. Ситник В.Ф. Проблеми моделювання рішень у групових СППР / В.Ф. Ситник, А.В. Дубровіна // Моделювання та інформаційні системи в економіці. Вип. 68, 2002. - С. 9-14.
13. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. - К.: КНЕУ, 2004. - 614 с.
14. Ситник В.Ф. Технологія автоматизованої обробки економічної інформації: Навч. посібник. / В.Ф. Ситник, О.С. Краєва. - К.: КНЕУ, 1998. – 224 с.
15. Спирли Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование, разработка, реализация. Том. 1 / Пер. с англ. - М.: Вильямс, 2001. - 400 с.
16. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений: Алгоритмический аспект. - К.: Наукова думка, 2002. - 381 с.
17. Эддоус М. Методы принятия решений: Пер. с англ. / М. Эддоус, Р. Стенсфилд. - М.: Аудит, ЮНИТИ, 2007. - 590 с.

АЛФАВІТНО-ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Абсолютна шкала 102

Азартне ОПР 109

Альтернативні варіанти рішень (альтернативи) 26

Аналітичні системи 62

Апаратні засоби штучного інтелекту 50

Апроксимація функцій 53

Б

Багатовимірна OLAP-система (MOLAP) 66

Багатовимірний порівняльний аналіз 20-23

Безпосередня оцінка 106

В

Верхня ціна гри 69

Виконавча інформаційна система 87

Вимірність даних 61

Г

Гнучкість СППР 11

Гра 68

Д

Дисперсійний коефіцієнт конкордації 84-85

Діапазон часу 60

Допустимі рішення 27

Доступність СППР 11

Е

Еволюція СППР 17

Експерти 26

Експертна система 48

Етапи процесу прийняття рішень 30-31

Ефективність рішень 27

З

Завдання прийняття рішень (ЗПР) 26

Завдання теорії ігор 70-75

І

Інтегрованість СППР 11

Інтерактивність СППР 11

Інтерфейс користувача 10

К

Керованість СППР 11

Кількісні шкали 103

Класифікація образів 53

Класифікація СППР 34-35

Кластеризація/категоризація 53

Коефіцієнт компетентності 82

Контекстно-адресована пам'ять 54

Критерій Байеса-Лапласа 112, 115-119

Критерій Вальда 112, 113-114

Критерій вибору 27

Критерій оптимізму 115

Критерій Парето 39-41

Критерій Севіджа 112, 114-115

М

Медіана 80

Метадані 61

Мета прийняття рішень 26

Метод групової оцінки 78

Методи суб'єктивних вимірів 103

Метод ціни (вартості) інформації 122-123

Мінливість даних 61

Моделі багатоатрибутної корисності 124

Н

Надійність СППР 11

Нейромережі 49, 50-52

Нижня ціна гри 69

Нормальне ОПР 109

Нормовані коефіцієнти 22-23

О

Обережне ОНР 109
Об'єктивне ОНР 108
Операція транзитивного замикання 81
Оптимальні рішення 27
Оптимізаційні системи 36, 38
Орієнтовані на дані СПНР 55
Особа, яка приймає рішення (ОНР) 26
OLAP-системи 63, 66

П

Парна гра 68
Парне порівняння 104
Перевага 27
Передбачення/прогнозування 53
Платежі 68
Показники порівняння 99-100
Покоління СПНР 17-19
Порядкова шкала 102
Послідовне порівняння 106
Потужність СПНР 11
Правила Кода для OLAP 64-65
Прийняття рішень (НР) 25, 26
Принцип більшості голосів 77
Принцип диктатора 78
Проблемна ситуація (НС) 26
Програмні агенти 50
Процедура порівняння 100

Р

Ранги 103
Ранжирування 103-104
Рекомендаційні системи 36, 38
Релевантна інформація 87
Релевантність 123
Репрезентативні (образні) системи 36, 37
Розрахункові системи 36, 37

С

Системи аналізу даних 36, 37
Системи візуалізації 49
Системи з навчання 50
Системи нагромадження файлів 36
Системи підтримки прийняття рішень (СППР) 9
Стратегія гравця 69
Структури даних 59
Суб'єктивні вимірювання 99

Т

Теорія ігор 68
Теорія прийняття рішень 25
Техніко-економічний аналіз 120

У

Управління 54

Х

Характеристики сучасних СППР 32-33

Ш

Шкала відносин 102
Шкала інтервалів 102
Шкала найменувань (класифікацій) 101
Шкала різниць 102
Шкали вимірювань 101

Я

Якісні шкали 103