

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

МР. ШМ - 20.00.00.000 ПЗ

Група ШМ-22-2

Бугра Богдан

2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інформаційних технологій

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Бугра Богдан Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 004.942
(індекс)

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Моделі та методи побудови комунікативних процесів обміну

інформацією в системах прийняття рішень

(назва роботи)

Інженерія програмного забезпечення

(назва освітньої програми)

121 - Інженерія програмного забезпечення

(шифр і назва спеціальності)

Бугра Б.М.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник **Храбатин Роман Ігорович, к.ф.-м.н., доцент**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

В.о. завідувача кафедри

доц. **Бандура В.В.**

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

доц.

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ – 2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інформаційних технологій

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Освітній рівень магістр

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. зав. кафедрою ІІЗ

доц. В.В. Бандура

“ 04 ” вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Бугрі Богдану Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема магістерської роботи “ Моделі та методи побудови комунікативних процесів обміну інформацією в системах прийняття рішень ”

керівник проекту (роботи) Храбатин Роман Ігорович, к.ф.-м.н., доцент

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 18 ” грудня 2023 р. № 738/7

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 січня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Теоретичні концепції та формальні моделі побудови та функціонування інформаційних та програмних технологій СППР

4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки(перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз систем підтримки прийняття рішень та можливості їх інтерфейсів

2. Інформаційні процеси та комунікативні моделі прийняття рішень

3. Об'єктно-орієнтована модель комунікативного процесу прийняття рішень

4. Практична реалізація системи прийняття рішень на основі комунікативних моделей

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Континуум поведінки прийняття рішень (рис. 1.1)

2. Етапи прийняття рішень (рис. 1.2)

3. Структура системи штучного інтелекту (рис. 1.3)

4. Три стратегії видобування знань (рис. 1.4)

5. Решітка зберігання для знань про персонал (рис. 1.5)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | Консультант | Підпис, дата |
|----------------------|------------------------|--------------|
| Нормоконтроль | доц., к.т.н. Вовк Р.Б. | |
| Перевірка на плагіат | доц., к.т.н. Вовк Р.Б. | |
| | | |

7. Дата видачі завдання 04 вересня 2023 р.

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п/п | Назви етапів магістерської роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1 | Підбір і вивчення літератури по темі магістерської роботи | 01.10.2023 | виконано |
| 2 | Аналіз концепцій та алгоритмів предметної області | 25.10.2023 | виконано |
| 3 | Аналіз систем підтримки прийняття рішень та можливості їх інтерфейсів | 10.11.2023 | виконано |
| 4 | Інформаційні процеси та комунікативні моделі прийняття рішень | 22.11.2023 | виконано |
| 5 | Об'єктно-орієнтована модель комунікативного процесу прийняття рішень | 01.12.2023 | виконано |
| 6 | Реалізація функціональності запропонованої інформаційної технології | 15.12.2023 | виконано |
| 7 | Затвердження пояснювальної записки роботи завідувачем кафедри | 15.01.2024 | виконано |

Студент – магістр _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота: 98 с., 17 рис., 10 табл., 44 джерела.

Тема: Моделі та методи побудови комунікативних процесів обміну інформацією в системах прийняття рішень

Об'єкт дослідження: інформаційна взаємодія в системах підтримки прийняття рішень.

Мета роботи: дослідження комунікативних моделей процесу підтримки рішень та побудова його логічної структури для побудови систем підтримки прийняття рішень з урахуванням когнітивної діяльності людини, що приймає рішення.

Предмет дослідження: комунікативні процеси обміну інформацією та методи прийняття раціональних рішень.

Результати дослідження:

Побудовано модель прийняття рішень, коли процес раціонального вибору представлений як покрокова реалізація ситуацій «запитання-відповідь», які є складовими процесу діалогу та наведено архітектуру групової системи прийняття рішень на основі комунікативних моделей взаємодії інтелектуальних агентів.

Висновок:

В магістерській роботі створено алгоритм та прототип програмного забезпечення для виконання процесу адаптації інформації, яку надає комп'ютерна система підтримки прийняття рішень менеджерам – учасникам прийняття рішень, відповідно до їх когнітивних особливостей.

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ, ДІАЛогоВА СИСТЕМА, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АГЕНТ, ОБРОБКА ДАНИХ, МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА.

ABSTRACT

Master Thesis: 98 pp., 17 fig., 10 tab., 44 sources.

Thesis Subject: Models and methods of building communicative processes of information exchange in decision-making systems.

Object of research: information interaction in decision support systems.

Research goal: to study the communicative models of the decision support process and build its logical structure for building decision support systems taking into account the cognitive activity of the decision maker.

Subject of research: communicative processes of information exchange and methods of making rational decisions.

The results:

A decision-making model is built, when the process of rational choice is presented as a step-by-step implementation of "question-answer" situations, which are part of the dialogue process and the architecture of group decision-making system based on communicative models of interaction of intellectual agents.

Conclusion:

In the master's thesis, an algorithm and a prototype of software for the process of adaptation of information provided by a computer decision support system to managers - participants in decision-making, according to their cognitive characteristics.

DECISION SUPPORT SYSTEM, DIALOGUE SYSTEM, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, INTELLECTUAL AGENT, DATA PROCESSING, MULTIAGENT.

ЗМІСТ

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ | 8 |
| ВСТУП..... | 9 |
| | |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ІНТЕРФЕЙСІВ | 12 |
| 1.1 Прийняття рішення в управлінні як інформаційний процес | 12 |
| 1.2 Опис технологій збору інформації та видобування знань..... | 24 |
| 1.3 Моделі раціонального вибору та їх реалізація в системах підтримки прийняття рішень..... | 31 |
| Висновки до розділу | 36 |
| | |
| РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ТА КОМУНІКАТИВНІ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ | 37 |
| 2.1 Опис моделей інформаційних процесів людини, що приймає рішення..... | 37 |
| 2.2 Моделювання діалогової взаємодії процедурами прийняття рішення в інтелектуальних системах | 42 |
| 2.3 Інтелектуальний агент як засіб моделювання інтелектуальних систем..... | 60 |
| 2.4 Комунікативні моделі для представлення процесів прийняття рішень | 63 |
| 2.5 Група інтелектуальних агентів та діалоговий сценарій для прийняття рішень..... | 68 |
| Висновки до розділу | 73 |
| | |
| РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ КОМУНІКАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ..... | 74 |
| 3.1 Об'єктно-орієнтована модель комунікативного процесу прийняття рішень..... | 74 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2 Реалізація інтелектуального агента з врахуванням когнітивної характеристики | 80 |
| 3.3 Опис модуля для діалогової підтримки прийняття рішень | 90 |
| Висновки до розділу | 92 |
| | |
| ВИСНОВКИ | 93 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 94 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

СППР - система підтримки прийняття рішень;

ЛПР - людина, що приймає рішення;

АСУП - автоматизована система управління підприємством;

УІС - управлінська інформаційна система;

ШІ - Штучний інтелект;

СОД – системи обробки даних;

ІПС – інформаційні пошукові системи;

ЕС – експертні системи;

ГСППР - групова система підтримки прийняття рішень;

МАС - мультиагентна система;

ООА - об'єктно-орієнтованого аналізу.

ВСТУП

Актуальність теми.

Сучасні системи підтримки прийняття рішень (СППР) (Decision Support System, DSS), що виникли у результаті злиття керівницьких інформаційних систем і систем керування базами даних, - це системи, що максимально пристосовані до розв'язування задач щоденної керівницької діяльності, і є інструментом, щоб надати допомогу тим, хто вирішує (робить вибір). За допомогою СППР може проводитись вибір рішень у певних неструктурованих і слабкоструктурованих задачах, у тому числі й тих, що мають багато критеріїв.

СППР, як правило, є результатом дослідження з кількох дисциплін, що включає у себе теорії баз даних, штучного інтелекту, інтерактивних комп'ютерних систем, методів імітаційного моделювання.

Досягнення в галузі інформаційних систем і технологій привели до швидкого росту їх використання у сфері управління об'єктами в економіці, техніці, соціальних галузях. У діловій діяльності, корпоративній практиці управління, менеджери усіх рівнів можуть користуватися знаннями, накопиченими як завдяки власному досвіду, так і тими, що їх пропонують системи підтримки прийняття рішень (СППР). Класичні математичні методи та моделі підтримки рішень, втілені в алгоритми, суттєво зменшують час та ризики прийняття рішень.

В той же час дослідження процесів прийняття управлінських рішень з використанням комп'ютерних технологій свідчать, що центральне місце у цих процесах належить людині, що приймає рішення (ЛПР), а частіше – групі людей. Найбільш вагомими серед процедур прийняття рішення є дії учасників прийняття рішень і компонентів СППР, які використовують інформаційні технології для збору даних, генерації варіантів рішення, обміну експертними оцінками та власне раціонального вибору з використанням інструментальних комп'ютерних засобів.

В теорії та практиці комунікативних методів спілкування користувача з комп'ютером українські дослідники мають солідні надбання. Дослідники, які працюють над проблемами створення СППР, вважають, що на цій основі необхідно розвивати методи комунікації з машинними знаннями з урахуванням когнітивних моделей. Ця точка зору ґрунтується на необхідності моделювання поведінки та інтелектуальної діяльності людини-менеджера, щоб побудувати ефективні комунікаційні компоненти СППР.

Мета і задачі досліджень.

Метою даної роботи є дослідження комунікативних моделей процесу підтримки рішень та побудова його логічної структури для систем підтримки прийняття рішень з урахуванням когнітивної діяльності людини, що приймає рішення.

Реалізація поставленої мети обумовила такі **задачі** дослідження:

1. Аналіз інтерфейсів та комунікативних елементів програмних пакетів, які належать до класу систем підтримки прийняття рішень.
2. Дослідження властивостей, формальної і структурної моделей діалогу, що дозволяють використати логічний висновок.
3. Опис об'єктно-орієнтованої моделі комунікативного процесу і вивчення можливості застосування її для проектування сценаріїв діалогів.
4. Розробка архітектури системи підтримки прийняття рішень, яка б забезпечувала взаємодію учасників прийняття рішень.

Об'єктом дослідження є інформаційна взаємодія в системах підтримки прийняття рішень.

Предметом дослідження є комунікативні процеси обміну інформацією та методи прийняття раціональних рішень.

Методи дослідження. У магістерській роботі для вирішення поставлених задач використано положення теорії прийняття рішень, методи математичної логіки, моделі представлення знань, методи наукового напрямку “штучний інтелект”, у тому числі принципи побудови експертних систем. У розробці

проекту та в реалізації програмних компонентів СППР використано об'єктно-орієнтований підхід.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в приведенні моделі прийняття рішень, коли процес раціонального вибору представлений як покрокова реалізація ситуацій «запитання-відповідь», які є складовими процесу комунікації та побудові архітектури групової системи прийняття рішень на основі комунікативних моделей.

Практичне значення одержаних результатів полягає у вдосконаленні моделей та описі методів, що враховують когнітивні особливості менеджерів, позитивно впливають на методи побудови інтерфейсів, особливо завдяки моделі автоматичної побудови запитань.

Структура, зміст та обсяг роботи. Магістерська робота налічує 98 сторінку основного тексту. Робота складається із вступу, 3-ох розділів, висновку, списку літератури, який налічує 44 посилань. Матеріали роботи проілюстровані 17 рисунками, 10 таблицями.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ІНТЕРФЕЙСІВ

1.1 Прийняття рішення в управлінні як інформаційний процес

Прийняття рішень в управлінні є специфічною діяльністю людини з того часу, як людство перетнуло перший інформаційний бар'єр, пов'язаний з необхідністю функції управління. Ця діяльність полягає в продукуванні рішень в контексті управління об'єктами (системами) в різних галузях діяльності, наприклад, в економіці. Людина, що приймає рішення (ЛПР), генерує їх після збору та опрацювання інформації, що стосується предметної області, в якій діє ЛПР. Досвід управління економічними об'єктами та ресурсами свідчить про те, що одне із головних джерел інформації ЛПР – це інтелектуальні ресурси. Ці ресурси можуть належати або людині, або штучній інтелектуальній системі, яка базується на ЕОМ. В обох випадках ЛПР для збору інформації користується деякими комунікативними засобами для взаємодії зі знаннями та фактичними даними, які зберігаються в інтелектуальних системах. Серед методів прийняття рішень є такі, що здійснюється як реалізація деякого комунікативного процесу.

Спілкування в контексті придбання інформації розглядається як спосіб, за допомогою якого інтелект, інтелектуальна система (наприклад, ЛПР) впливає на партнера, апелює до партнера для одержання інформації про довкілля.

Впровадження ЕОМ та економіко-математичних методів і моделей в управління економічними об'єктами народним господарством України — один з основних чинників підвищення ефективності виробництва, забезпечення розвитку економіки й техніки нашої країни з метою досягнення світового рівня. Проте у цій галузі спостерігається значне відставання від передового світового досвіду. Практично всі вітчизняні технічні й технологічні засоби комп'ютеризації виявилися непридатними для використання в сучасних умовах і замінюються на відповідні зарубіжні зразки, як правило, застарілих типів.

Тому проблема впровадження ЕОМ і економіко-математичних методів та моделей в економіку України має не кількісний, а якісний характер, тобто полягає не у збільшенні кількості апаратних чи технологічних засобів комп'ютеризації, а в їх якісній заміні, зокрема, у впровадженні інформаційних інтелектуальних систем.

Аналіз досвіду впровадження та використання управлінських інформаційних систем — УІС (або автоматизованих систем управління підприємством — АСУП) в Україні показав, що комп'ютерною підтримкою забезпечено діяльність низових та середніх ланок управління виробництвом, характерною ознакою якої є повністю формалізовані процедури підготовки рішень. Керівникам вищого рангу притаманна робота в умовах неструктурованих або слабо структурованих проблем, в яких не завжди задані залежності між важливими характеристиками, а прийняття управлінських рішень значною мірою базується на творчому підході, інформованості, кваліфікації, таланті, інтуїції та інших рисах керівників. Комп'ютерна підтримка такої діяльності в Україні практично відсутня.

СППР можна визначити як інтерактивну комп'ютерну систему, призначену для підтримки різних видів діяльності при прийнятті рішень із слабо структурованих і не структурованих проблем. Інтерес до СППР як до перспективної галузі використання ЕОМ, економіко-математичних методів і як до інструментарію підвищення ефективності праці у сфері управління економікою постійно зростає. Розробка та реалізація СППР перетворилися за кордоном у бізнес, що швидко розвивається.

Прийняття рішення є процесом, який за своєю складністю та характером порівнюваний з процесом мислення в цілому. Під «прийняттям рішення» розуміється одноразовий акт вибору деякої альтернативи з визначеної їх множини. Однак в цій роботі зроблене узагальнення щодо процесу рішення «як послідовності виборів таких альтернатив. Дослідження в цьому напрямі, без сумніву, буде стимулом і для фундаментальних математичних досліджень, і для практичного застосування».

Перший клас складають *добре структуровані* (цілком формалізовані, кількісно сформульовані) проблеми, в яких залежності між змінними визначені настільки детально, що вони можуть бути подані числами або символами, тому легко стандартизуються й програмуються. В традиційних інформаційних системах (автоматизованих системах управління) такого типу задачі автоматизовані, як правило, повністю (бухгалтерський облік, підготовка виробництва, кадри, складський облік і т. ін.). Слова «добре структуровані проблеми» не означають, що ці проблеми прості. Вони використовують досить складний математичний апарат, наприклад, методи дослідження операцій, і у багатьох випадках їх вирішення пов'язане із значними труднощами.

Другий клас складають *неструктуровані* (неформалізовані, якісно виражені) проблеми (задачі), для яких описано лише важливі ресурси, ознаки й характеристики, а кількісні залежності між ними невідомі. Розв'язання таких задач містить неформальні процедури, які базуються на неструктурованій, з високим рівнем невизначеності, інформації. До таких задач належить значна частина проблем прогнозування, перспективного планування, організаційного управління. Більшість неструктурованих проблем вирішується за допомогою евристичних методів, в яких відсутня будь-яка впорядкована логічна процедура пошуку розв'язання, а сам метод цілком залежить від особистих характеристик людини (інформованості, кваліфікації, таланту, інтуїції тощо).

Третій клас складають *слабо структуровані* (напівструктуровані, змішані) проблеми, що мають як кількісні, так і якісні елементи, причому маловідомі й невизначені акценти проблеми, як правило, домінують. Для таких задач характерна відсутність методів розв'язання на основі безпосередніх перетворень даних.

Методи вирішення проблем розглядаються дослідниками та авторами досить по-різному. Можна відмітити, що критерії класифікації методів залежать від рівня узагальнення самої проблеми «генерації» рішення. Виділимо два таких рівні.

Перший рівень. Спеціалісти з організаційного менеджменту розглядають процес вирішення проблеми як реалізацію деякої економіко–математичної моделі. Наведемо перелік «найбільш загальноприйнятої класифікації моделей процесу прийняття управлінських рішень»: дескриптивні та нормативні моделі; індуктивні та дедуктивні моделі; проблемно – орієнтовані моделі та моделі рішень; цільові та багатоцільові моделі; одноперіодні та багатоперіодні моделі.

Континуум поведінки, направленої на прийняття рішень, наведений на рис. 1.1.

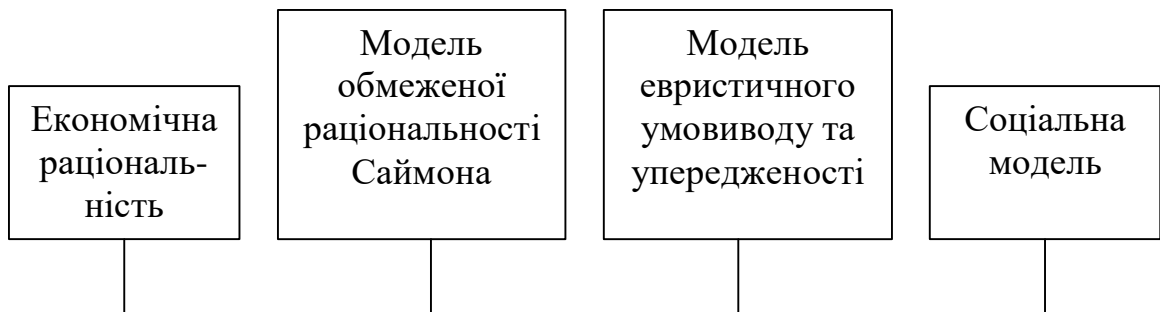


Рис. 1.1. Континуум поведінки прийняття рішень

Другий рівень – це підхід до проблеми прийняття рішення більш узагальнено, без урахування семантики конкретної сфери економіки чи іншої предметної галузі. Наведемо три основні етапи процесу прийняття рішень:

- *Розвідувальний етап.* Саймон описує цей етап як послідовний аналіз навколишнього середовища в пошуках умов, що визначають прийняття рішення.
- *Проектувальна діяльність.* На цьому етапі відбуваються винахід, розробка й аналіз можливих планів дій.
- *Здійснення вибору.* Третій і останній етап є остаточним вибором певного плану дій із усіх наявних варіантів.

На рис. 1.2. коротко наводиться зміст етапів прийняття рішень.

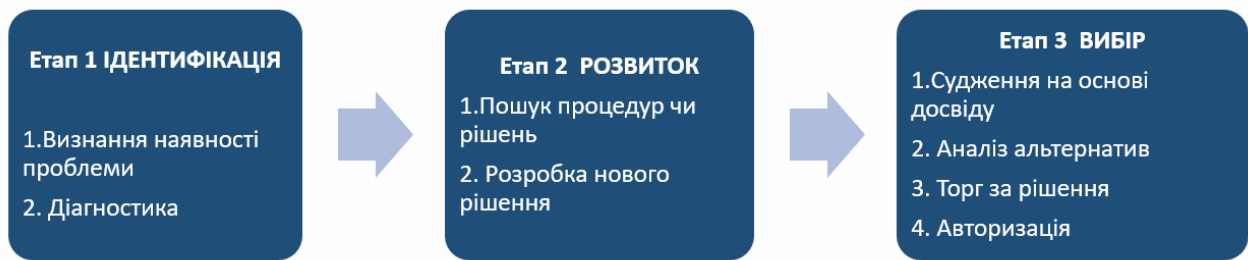


Рис. 1.2. Етапи прийняття рішень

Підкреслимо, що можна виділити окремі попередні кроки, які ведуть до здійснення вибору при прийнятті рішення. Ці кроки за змістом є процедурами збирання інформації. Крім того, треба відзначити, що прийняття рішення є динамічним процесом, тобто на кожному етапі можуть мати місце «петлі» зворотного зв'язку. Під час повтору етапів теж відбувається збір нової або перетворення інформації, яка вже є в розпорядженні особи, що приймає рішення. Часто ці процеси виконуються шляхом інтерактивного обміну інформацією.

Визнання та діагностика проблеми можна визначити більш формально. З точки зору загальних підходів до управління цей етап вирішення проблеми відноситься до контролю за станом економічного об'єкту, який є суб'єктом системи управління.

Класична теорія прийняття рішень виходить з понять раціональності та визначеності. Найчастіше під раціональністю мається на увазі правильно вибраний шлях для досягнення заданої мети. Однак таке просте визначення раціональності ускладнюється багатьма обставинами. Перш за все, часто важко відрізнити шлях від мети, тому що вона може бути початком шляху до нових цілей. Такий взаємозв'язок (ієрархія «шлях - мета») рідко є повністю інтегрованим ланцюжком. Часто взаємозв'язок між діяльністю економічного об'єкта та цілями системи управління є досить непевним, кінцеві цілі визначені не повністю, існують внутрішні конфлікти між кінцевими цілями та засобами

їх досягнення. Для визначення причин неефективних рішень пропонується розглядати такі типи раціональностей.

- *Об'єктивна раціональність* може бути застосована до таких рішень, які максимізують певні цінності в конкретній ситуації.
- *Суб'єктивна раціональність* застосовна там, де рішення максимізує досягнення відносно знань, які має даний суб'єкт.
- *Свідома раціональність* – це коли засоби досягнення мети відповідають цій меті і вибір таких засобів здійснюється свідомо.
- Рішення є *цілеспрямовано раціональним*, якщо уточнення засобів досягнення мети виконує окрема особа або організація.
- Організаційно (кооперативно) раціональне рішення – таке, що воно переслідує цілі організації.

Нові напрями досліджень пов'язують вибір альтернатив людиною з її поведінкою. Можна констатувати факт відродження інтересу до поведінкових аспектів прийняття рішень. У той час, як класична теорія прийняття рішень виходить із понять раціональності та визначеності, новий напрямок базується на вивченні поведінкових аспектів і притримується іншої точки зору. Теоретики, які працюють в даному напрямку, стверджують, що для особистості притаманні когнітивні обмеження, а складність організацій і світу в цілому змушують людей діяти в умовах невизначеності і навіть неоднозначності, а також в умовах нестачі інформації. Внаслідок необхідності враховувати невизначеність і неоднозначність реального світу, було розроблено декілька моделей прийняття рішень. Важливий внесок в проблеми вивчення природи прийняття рішень ЛПР вносять методи наукового напрямку «штучний інтелект», які забезпечують імітацію когнітивної поведінки людини.

Штучний інтелект (ШІ) – це здатність машин робити те, що вимагає інтелект. Значна частина досліджень ШІ сьогодні направлена на відкриття та опис когнітивних процесів людини з тим, щоб їх можна було моделювати на швидкісних комп'ютерах. Вперше ідея розробки комп'ютерної програми, яка

імітує процес вирішення задачі людиною, була втілена в програмі General Problem Solver (GPS, або Універсальний Вирішувач Задач).

Інформаційні технології сучасних систем підтримки прийняття рішень.
Системи підтримки прийняття рішень сьогодні – це інформаційні технології на платформі ЕОМ, призначення яких супроводжувати специфічну діяльність людини. Відповідно до більш узагальненої точки зору, системи підтримки прийняття рішень існують дуже давно: це військові ради, колегії міністерств, усілякі наради, аналітичні центри, ради головних конструкторів і т.д. Хоча вони ніколи не називалися системами підтримки прийняття рішення, але виконували саме їх задачі (у деяких випадках частково). До останнього часу вони, природно, не використовували обчислювальних машин і правила функціонування, хоча регламентувалися, але були формалізовані далеко не так, як це потрібно в людино-машинних процедурах.

Збільшення обсягу інформації, що надходить до ЛПР, ускладнення розв'язуваних задач, необхідність обліку великого числа взаємозалежних факторів і швидко змінюваних вимог до управлінської діяльності настійно вимагають використовувати обчислювальну техніку в процесі прийняття рішень. У зв'язку з цим з'явився та розвивається новий клас обчислювальних систем - системи підтримки прийняття рішень (СППР).

СППР можна визначити як інтерактивну комп'ютерну систему, призначену для підтримки різних видів діяльності для прийняття рішень із слабо структурованих та неструктурованих проблем. Термін «СППР» був введений для систем прийняття управлінських рішень, а також для назви людино-машинних систем прийняття рішень. Існує узагальнена архітектура СППР (DSS), яка складається із трьох основних компонент: дані, діалог і моделювання. По суті, така архітектура базової моделі СППР залишилась незмінною і досі, проте назви основних компонент трохи змінилась в бік узагальнення.

Прийняття рішення в більшості випадків полягає в генерації можливих альтернатив рішень, їхній оцінці і виборі кращої альтернативи.

Невизначеність є невід'ємною частиною процесів прийняття рішень. Ці невизначеності прийнято розділяти на три класи: невизначеності, пов'язані з неповнотою наших знань про проблему, з якої приймається рішення; невизначеність, пов'язана з неможливістю точного врахування реакції навколишнього середовища на наші дії, і, нарешті, неточне розуміння своїх цілей людьми, що приймають рішення (ЛПР). Звести задачі з подібними невизначеностями до точно поставлених цілей взагалі неможливо, якщо не "зняти" невизначеності. Одним з таких способів зняття невизначеності є суб'єктивна оцінка фахівця (експерта, конструктора, керівника), що визначає його переваги щодо способів переробки інформації та вибору варіантів рішень.

ЛПР змушена виходити зі своїх суб'єктивних представлень про ефективність можливих альтернатив і важливості різних критеріїв. Ця суб'єктивна оцінка виявляється в даний час єдиною можливою основою об'єднання різнорідних фізичних параметрів розв'язуваної проблеми в єдину модель, що дозволяє оцінювати варіанти рішень. Ця суб'єктивність не є неприйнятною. Досвідчені економісти і керівники добре усвідомлюють, скільки особистого і суб'єктивного вони вносять у прийняті ними рішення. З іншого боку, про успіхи і невдачі більшості людських рішень інші люди теж можуть судити виходячи тільки зі своїх суб'єктивних переваг і представлень.

Визнанням фактору суб'єктивності ЛПР чи економіста в ухваленні рішення порушується фундаментальний принцип методології дослідження операцій: пошук об'єктивно оптимального рішення. Визнання права на суб'єктивність рішення - це ознака появи нової парадигми, характерної для іншого наукового напрямку - прийняття рішень за багатьма критеріями.

Однак у прийнятті рішень за багатьма критеріями існує й об'єктивна складова. Звичайно ця складова містить у собі обмеження, що накладаються зовнішнім середовищем на можливі рішення (наявність ресурсів, часові обмеження, екологічні вимоги, соціальна обстановка і т.п.). Іншими словами, це вимога (для економічних рішень) виходити з принципу раціональності. Численні психологічні дослідження показують, що самі ЛПР без додаткової

аналітичної підтримки використовують спрощені, а іноді й суперечливі вирішальні правила.

Комп'ютерна підтримка процесу прийняття рішень так чи інакше заснована на формалізації методів одержання від експерта вихідних і проміжних оцінок і алгоритмізації самого процесу продукування рішення.

Формалізація методів генерації рішень, їхньої оцінки й узгодження є надзвичайно складною задачею, що стала інтенсивно вирішуватись з виникненням обчислювальної техніки. Рішення цієї задачі в різних додатках сильно залежало і залежить від характеристик доступних апаратних і програмних засобів, ступеня розуміння проблем, по яких приймаються рішення, і методів формалізації.

Одна зі складностей, що виникає тут, полягає в тім, що дуже багато ЛПР, у тому числі і менеджери, не звикли до кількісних оцінок у процесі прийняття рішень, не звикли оцінювати свої рішення на основі математичних методів за допомогою яких-небудь функцій, аналізуючи наслідки прийнятих рішень. Це, звичайно, не відноситься до тих задач економіки, де використовуються математичні моделі, наприклад, при визначенні ризиків.

Людино-машинна процедура прийняття рішення в управлінні за допомогою СППР є ітеративним процесом взаємодії ЛПР і комп'ютера, коли виконуються такі процедури та умови:

1. Генеруються можливі варіанти рішень.
2. Оцінюються ці варіанти і вибираються кращі.
3. Забезпечується постійний обмін інформацією між менеджерами про прийняті ними рішення, що допомагає погоджувати групові рішення.
4. Моделюються прийняті рішення (у тих випадках, коли це можливо).
5. Оцінюється відповідність управлінських рішень визначеним цілям.

Еволюція автоматизованих систем управління та інших інформаційних систем, які стали типовими в різних галузях, відбувається в напрямку збільшення їх інтелектуальної потужності:

- ПС – інформаційні пошукові системи. Вони мають базу даних та незначні операційні можливості для елементарних логічних операцій пошуку даних;
- АНС – автоматизовані навчальні системи, що мають базу знань;
- ЕС – експертні системи, розробку яких уможливили системи з такими компонентами штучного інтелекту, як діалоговий процесор та бази знань. В економіці України ЕС, перш за все, знайшли ефективне застосування у фінансовій діагностиці підприємств за кризових умов;
- СОД – системи обробки даних з розвинутим програмним забезпеченням за незначного обсягу вхідних даних;
- ДСПР – діалогові системи прийняття рішень, які мають діалоговий транслятор з мови меню, генератор та інтерпретатор опису сценаріїв;
- СППР – системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень, що мають як обов’язкову компоненту вирішувач у вигляді формального механізму вибору прийняття рішень, який повинен бути адекватним початковим знанням про предметну область.

Підкреслюється необхідність у деякій компоненті, яка забезпечує функції комунікацій СППР з користувачами різних рангів (рис. 1.3).

Розглянемо коротко методи, які відомі і використовуються для реалізації окремих етапів прийняття рішень.

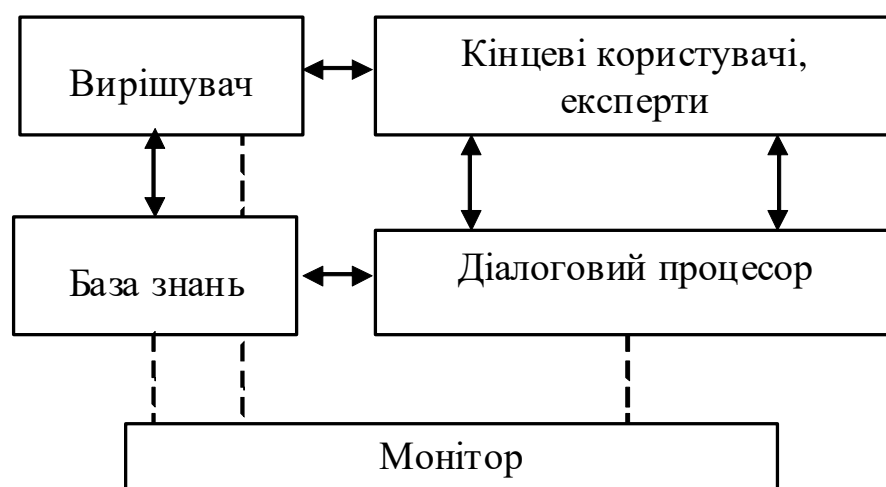


Рис. 1.3. Структура системи штучного інтелекту

Процедури ідентифікації полягають у визнанні та формулюванні проблеми. Ці процедури можна вважати діагностикою існування проблеми, тому що вони забезпечують знаходження самої проблеми за множиною ознак. Задача діагностики полягає у наступному:

- Виділити та класифікувати об'єкт;
- Представити ці об'єкти множиною непрямих ознак;
- потрібно віднести кожний об'єкт за непрямыми ознаками (властивостями) до одного з наперед відомих класів.

Дослідження останніх років дозволяють стверджувати, що інтерпретувати визначення та формулювання проблеми є функцією систем моніторингу. Діагностику можна розглядати як розпізнавання образів. Задача розпізнавання є класичною задачею у сфері створення інтелектуальних систем.

Пошук або проектування альтернатив. Існує дві інтерпретації знаходження множини альтернатив.

А) Для пошуку альтернатив ЛПР має у своєму розпорядженні досвід або історію дій вирішення ситуації. У цьому випадку пошук альтернатив зводиться до класичної задачі пошуку. Більшість задач пошуку взагалі вирішуються методами перебору, серед яких найпоширеніші:

- метод повного перебору;
- градієнтні методи;
- лінійне програмування;
- евристичний пошук;
- алгоритм А* Харта, Нільсена, Рафаеля;
- неявний перебір з розповсюдженням обмежень;
- динамічне програмування;
- розфарбування вершин графа;
- дослідження операцій.

Б) Якщо результатом прийняття рішення повинен бути план майбутніх дій, то в контексті створення СППР цей процес можна звести до синтезу

алгоритмів. Найскладнішим етапом «системного аналізу» є формування множини альтернатив, тому необхідно шукати альтернативи з метою збільшення їх кількості у патентній і журнальній літературі, за допомогою експертів та їх знань, модифікації та комбінування наявних альтернатив, логічного заперечення наявних альтернатив. Там само перелічені відомі методи генерування й пошуку альтернатив: мозкової атаки, синектики (пошуку аналогій), сценаріїв, морфологічного аналізу, ділових ігор.

Узагальненням проблем пошуку рішення вважаються два методи: пошук у просторі станів і пошук у просторі задач. В останніх дослідженнях можна зустріти поведінкові моделі, які використовують концепцію агента для моделювання процесів пошуку рішень.

Етап вибору. Є три способи вибору:

- На основі *суджень ЛПР*, які формуються, в свою чергу, скоріше з досвіду та інтуїції, ніж логічного аналізу;
- На основі систематичного *логічного аналізу* альтернатив;
- Шляхом *торгу*, коли рішення приймається групою людей, при цьому «неминучі різні політичні маневри».

В процесі прийняття рішень ЛПР, в тому числі за наявності СППР, важливими є засоби, які застосовуються для здійснення таких операцій, крім використовуваних моделей:

- Збору інформації на етапах ідентифікації проблеми;
- Діагностики (проблеми). Діагностика - це здобування інформації про ознаки, властивості, характеристики об'єкта діагностики для визначення стану цього об'єкта. Існує множина об'єктів, для яких діагностика здійснюється методами розпізнавання образів.
- Пошуку альтернатив для вибору рішення.
- Проектування альтернатив.
- Ментальних процесів ЛПР у ході логічного аналізу, оцінювання альтернатив.

- Збору інформації для зберігання та підтримки баз даних та знань;
- Комунікативних процесів ЛПР з партнерами чи членами групи, яка є узагальненням ЛПР, чи у процесі протистояння з іншими партнерами в умовах торгів.

Розглянемо далі методи, які вже відомі і застосовуються чи пропонуються дослідниками для виконання перелічених операцій та технологій.

1.2 Опис технологій збору інформації та видобування знань

Проблеми пошуку і фіксації необхідної інформації та особливого її виду – знань постали одночасно з розвитком експертних систем. У літературі з експертних систем використовуються терміни:

- україномовні: придбання, видобуток, витяг, одержання, виявлення, формування знань, а також асиміляція знань;
- і англійські: acquisition (придбання) і elicitation (виявлення, витяг, установлення).

На стадії одержання знань у розробці ЕС розрізняють три стратегії, рис.

1.4.:

- використання ЕОМ за наявності додатного інструментарію. Цей спосіб називається „*придбання знань*”.
- використання програм навчання за наявності репрезентативної (досить представницької) вибірки прикладів прийняття рішень у предметній сфері та відповідних ППП. Цей шлях називається „*формування знань*”.
- не використовується обчислювальна техніка. Знання здобуваються шляхом безпосередніх контактів, обробки літератури, інших джерел. Такий спосіб іменується „*видобування*” знань.

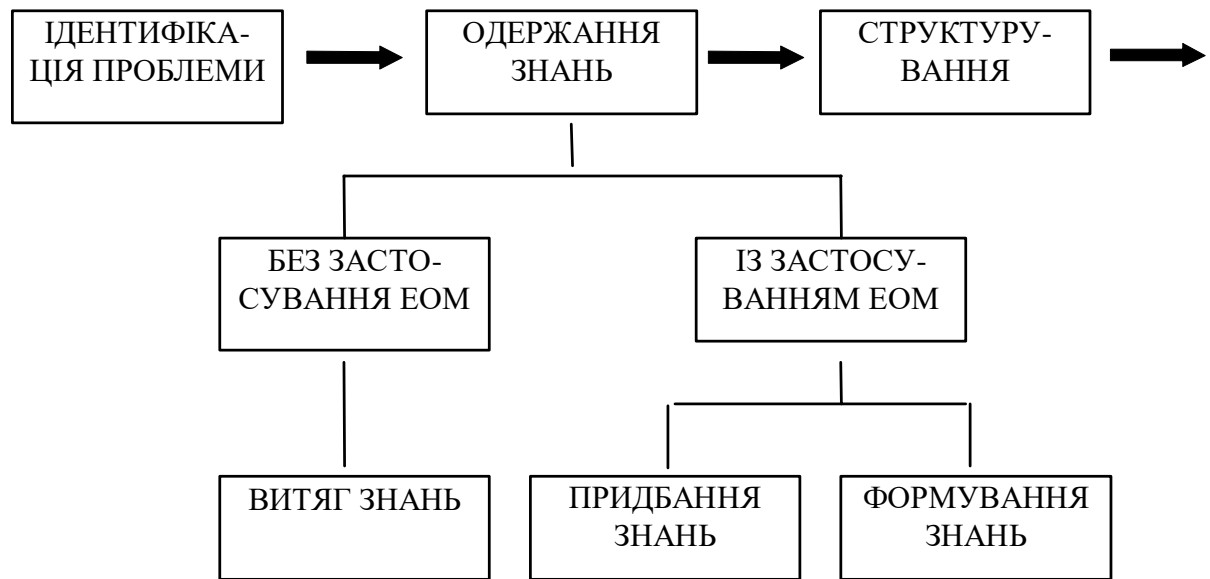


Рис. 1.4. Три стратегії видобування знань

Процес видобування знань - тривала і трудомістка процедура.

Одна з центральних фігур інженерії знань називається інженером по знаннях. Ця назва з'явилась разом з експертними системами, пізніше спеціалістів цього напрямку діяльності стали також називати «системний аналітик», але термін «інженер по знаннях» і зараз використовується в сучасній літературі в первісному значенні. Одна із функцій інженера знань — проведення бесід з експертами.

Процес цей тривалий і складний, а на якість бази знань впливають: кваліфікація інженера по знаннях, знайомство його з елементами когнітивної психології, з основними теоріями мислення, зі способами активізації мислення, зі способами представлення знань, архітектурою інтелектуальних систем, психологією (існує деякий психологічний бар'єр при передачі своїх знань однією людиною іншій), труднощі «добору» знань. Суть цих труднощів у «дискретності», неповноті та поганій структурованості знань експерта. Це часто призводить до неправильної оцінки експертом важливості тих чи інших своїх знань для розв'язання задач. Цей ефект відомий психологам і висвітлений в літературі, але в когнітивній психології відзначають, що для нього є

характерною слабкою кореляція між вербальними повідомленнями і ментальним поведінням експерта, а також існування так званого „когнітивного захисту експерта”.

Для цього необхідно, щоб експерт якимось традиційним способом описав свої знання, тобто здійснив „витяг” знань для побудови бази знань. Причини того, що експерти самі не можуть „витягати” із себе знання, є такими:

- велика частина знань експерта - результат нашарувань досвіду різних рівнів. Експерт знає, що з А випливає В, але не усвідомлює того, що ланцюжок довший: A(C(D(R(Q(B.
- мислення є діалогічним, що стверджували ще в давнину. Тому діалог експерта й інженера - найбільш природна форма «розкручування» пам'яті експерта, що зберігає не тільки вербалізовані знання. Саме в діалозі інженер по знаннях присвоює цим образам словесні «етикетки».
- експерт має глибокі і неосяжні знання, які і заважають побудувати їх абстрактну структуру. Модель є спрощенням, а для цього необхідна певна методологія.

Розглянемо інтерактивні методи придбання знань. Існують різні класифікації таких систем. Усі такі системи розглядаються з наступних точок зору:

- сфери застосування систем;
- методів та засобів придбання знань;
- типу придбаних знань.

За сферою застосування системи придбання знань бувають залежними і незалежними від предметного середовища. Системи, які залежать від предметної галузі, є унікальними за призначенням. Це також означає, що в цих системах термінологія, концептуальна модель, методика опитування експерта для відповідної предметної галузі вбудовані і підлягають змінам, якщо змінюється програмне забезпечення. Прикладами систем такого класу є MUM,

СМАCS, ІNКА, призначених для задач аналізу та OPAL і SALT для вирішення задач синтезу.

Прийняття рішення управлінцями та іншими фахівцями з економіки супроводжується процедурами обробки інформації, яка може бути у наявності в комп'ютерних системах або в документах. Однак вирішення проблем за своєю природою – це пошук такої інформації (тобто рішення), яка стосується майбутнього плану дій і тому ще відсутня на даний час. Для прийняття рішення також здійснюється пошук проміжних даних, інформації, знань. ЛПР повинна здобувати знання на різних етапах прийняття рішення з різних джерел, користуючись методами та способами придбання знань.

Наведемо методи та програмні засоби придбання знань, які відомі з історії розвитку експертних систем і застосовуються для інших інтелектуальних інформаційних технологій, а також використовуються для побудови корпоративних сховищ даних.

Аналіз природної мови. Такі системи засновані на інтерв'ю, яке проводиться природною мовою чи обмеженою природною мовою або ж за допомогою діалогового «меню».

Багатовимірне шкалювання. Це такі алгоритми, коли кожний концепт розміщується в «К – просторі» таким чином, що відстань між вузлами графа, що моделює множину концептів, відображає семантичну близькість відповідних концептів.

Мережеве шкалювання зі зваженими зв'язками реалізоване в програмі PATHFINDER. Ця система будує семантичну сітку, у якій концепти – це вузли, а відношення між ними – дуги. Дуги можуть бути орієнтованими (тоді можна рухатися сіткою в одному напрямку), або неорієнтованими (тоді можна рухатися в обох напрямках). Таким чином, відношення можуть бути симетричними або несиметричними.

Приклади систем, які використовують метод репертуарних решіток – ETS, FMS – AIO, KITTEN, KRITON, KSSI, PLANET. В системі KITTEN цей метод використовується для прийняття рішень в межах виробничого

менеджменту. Для прийняття рішень в області управління персоналом приведемо систему КІТТЕН.

У цій системі є підсистема придбання знань про персонал, що здійснює введення нечітких знань і правил для визначення багатокритеріальної оцінки (рейтингу) персоналу.

1. У систему вводяться «метазнання». Вони визначають фактори, що впливають на оцінку. Ці фактори вводяться як лінгвістичні змінні. Список таких змінних може утворювати шкали для оцінювання особистості (розумний – безглуздий, старанний – ледачий і т.п., рис. 1.5.).
2. Вводяться знання 2-го рівня. Пропонується шкала (вона має постійну градацію з 5-ти позицій) між введеними в п.1 граничними значеннями.
3. Через діалог експерту пропонується оцінити 3-х осіб (за шкалою). Для цього на екрані комп'ютера демонструються полярні значення, градації й ідентифікатори персоналу. Такий добір знань заснований на *методі триад*. Формується спеціальна форма представлення знань, яка називається решітка зберігання.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
|--------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--------------------------|
| розумний | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 2 | 3 | 5 | нерозумний |
| старанний | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | ледачий |
| нова людина | 3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 3 | старий трудяга |
| вимагає мало уваги | 4 | 3 | 1 | 4 | 5 | 2 | 1 | 5 | 2 | 2 | 3 | вимагає опіки |
| дуже захоплюється | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 2 | 2 | 5 | 3 | 3 | 2 | мало захоплюється |
| надійний | 6 | 3 | 2 | 2 | 5 | 1 | 1 | 5 | 1 | 2 | 3 | не такий надійний |
| м'який | 7 | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 | 5 | дратівливий |
| ідейний | 8 | 1 | 1 | 5 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | байдужний |
| ініціатор | 9 | 2 | 1 | 5 | 5 | 1 | 3 | 5 | 3 | 4 | 5 | вимагає "підштовхування" |
| творчий | 10 | 1 | 1 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | не творчий |
| корисний | 11 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 5 | 1 | 4 | 3 | 3 | марний |
| професіонал | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | непрофесіонал |
| загальний рейтинг | 13 | 2 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 | 3 | 4 | 1 | 5 | загальний рейтинг |
| високий | | | | | | | | | | | | низький |

Рис. 1.5. Решітка зберігання для знань про персонал

Ці правила узгоджуються з експертом, потім розміщуються в системі знань. У системі відбору знань є можливість порівняти свою решітку з решіткою, яку створив інший експерт. Цей метод також застосовується для управління виробництвом, якщо є фактори, які постійно діють в межах прийняттого часового інтервалу.

Метод когнітивної карти. Існують програмні засоби, які підтримують розвиток цього теоретичного напрямку, зокрема, програмні продукти фірми SGI. Часто використовують «метод когнітивної інтерактивної карти», що подана у формі графа. Вузли графа представляють інформаційні об'єкти, іменовані також «чанками», які одержані інтелектуальною системою на основі опису ознак (симптомів). Це різна інформація про підприємство, аудиторські висновки (діагнози), перелік схожих випадків тощо.

В контексті створення та експлуатації сховищ даних та корпоративних систем на їх основі проблеми одержання нових знань розглядаються з двох сторін.

1. По-перше, це накопичення фактичних даних.
2. По-друге – це проблема виявлення нових знань на основі того, що вже введено в сховища даних, тобто це знання, які користувачі очікують від самих корпоративних систем.

У першому випадку використовуються методи витягування знань, джерелами яких є оперативні системи. Інформація з цих джерел спочатку підлягає перетворенню, а далі вони завантажуються в сховище даних. Програмні засоби, які реалізують методи витягу знань з оперативних систем, повинні мати процедури для забезпечення взаємодії з програмними продуктами різних платформ.

У другому випадку, здобуття знань можна звести до традиційного логічного умовиводу в інтелектуальних системах, які оперують знаннями. Такий висновок буде очевидним, якщо зробити короткий огляд методів здобуття знань, серед яких поряд з новітніми застосовуються і розвиваються також і традиційні процедури умовиводу для систем штучного інтелекту.

Методи здобуття даних в сучасних інформаційних технологіях об'єднані під назвою data mining. Вони розглядаються як ще один метод доступу до даних (у розумінні методів доступу інструментальних засобів програмування).

Алгоритми здобуття знань поділяються на чотири основні групи: *кластеризація, класифікація, моделювання та аналіз подібності*. Більш детально описані методи, які реалізуються нейронними мережами, генетичними алгоритмами, та такі, як кластеризація і класифікація, дерева рішень, статистичні методи.

Для того, щоб створити і підтримувати адекватну внутрішню модель об'єктів і подій зовнішнього середовища (предметної сфери діяльності ЛПР), людина безупинно й усвідомлено взаємодіє з середовищем. На рис. 1.6. відзначена взаємодія ЛПР з середовищем подана у вигляді так званого циклу перцепції (cycle of perception).

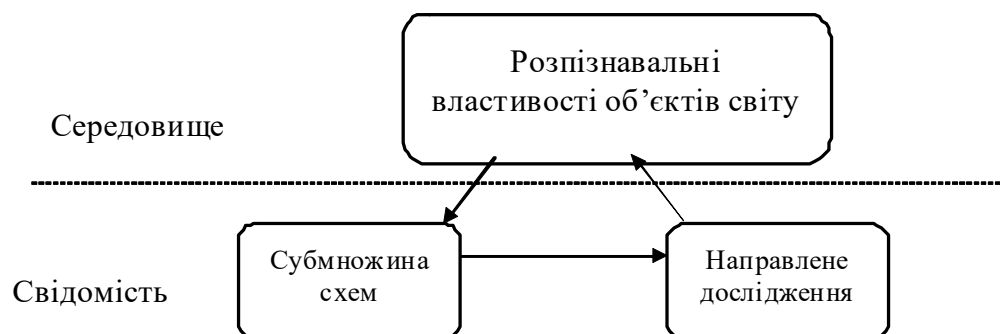


Рис. 1.6. Цикл перцепції

Термін *схема (schema)* стосується образного уявлення об'єктів навколишнього світу. Так, наприклад, знаходячись на презентації комбайнів, сприймаючи оточення, ЛПР активізує схему, що відповідає класу об'єктів «зал презентації» і відношенню цього об'єкта з іншими типами приміщень. Схема має ієрархічну організацію. Схема приміщення, наприклад, включає як субоб'єкти: столи, стенди, крісла тощо, при представленні яких активізується

інший клас об'єктів, названих „природний концепт” (natural concept), які подають загальні характеристики цих об'єктів.

Цикл перцепції починається з виділення з довготривалої пам'яті підмножини схем об'єктів, які очікується сприйняти найближчим часом. Так, наприклад, при наближенні до будинку, у якому знаходиться презентаційний зал, свідомість автоматично вгадує події й об'єкти, що можуть бути незабаром почуті або побачені. Це несвідоме передбачення активізує спрямоване дослідження навколишнього середовища, що виражається в керуванні сенсорами з метою виявлення тих очікуваних властивостей об'єктів.

1.3 Моделі раціонального вибору та їх реалізація в системах підтримки прийняття рішень

Як уже зазначалось, важливим етапом процесу вирішення проблем є вибір. Сьогодні проблемі вибору в економічній діяльності присвячений ряд досліджень. Одним з нових напрямків, наприклад, є дослідження мікроекономічних систем шляхом розробки моделей задач виробничо-поживчого вибору. Пропонуються підходи до узагальнення механізмів вибору на основі елементів фундаментальної теорії вибору. Вже деякий час ведуться теоретичні та прикладні дослідження в галузі раціонального вибору, який ґрунтується на класичній раціональності.

Відомо, що головною задачею економіки є раціональна діяльність, тобто розподіл обмежених ресурсів для досягнення поставленої мети. Економіка розглядається як наука про застосування раціональної діяльності господарських інститутів. Тому «Перехід до ринкової економіки поставив перед теоретиками та практиками мікроекономічних досліджень проблему розробки модельних конструкцій і механізмів *раціонального вибору і регулювання процесів*».

На рис. 1.7 наведена класифікація задач вибору з використанням формату SPD - діаграми.

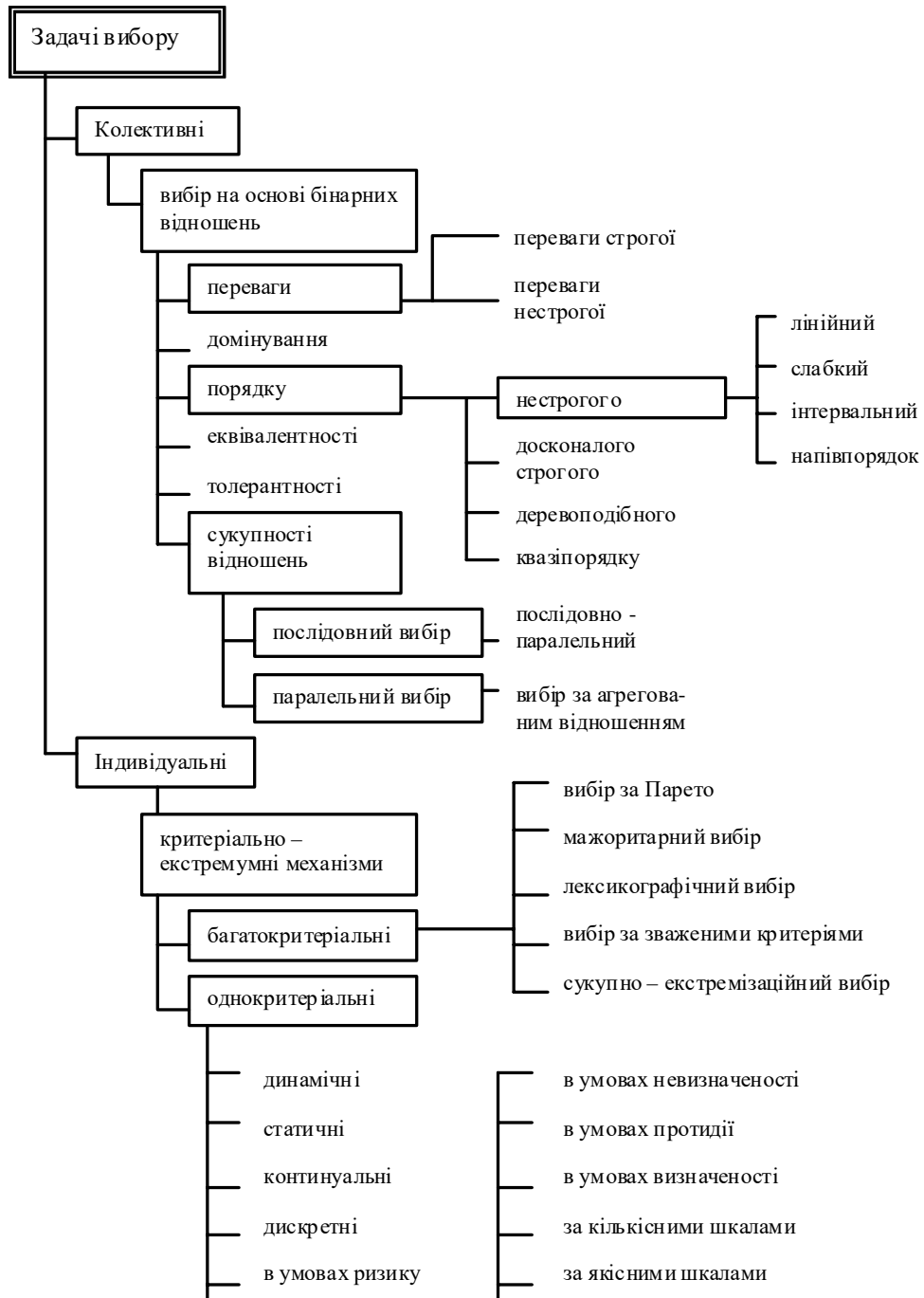
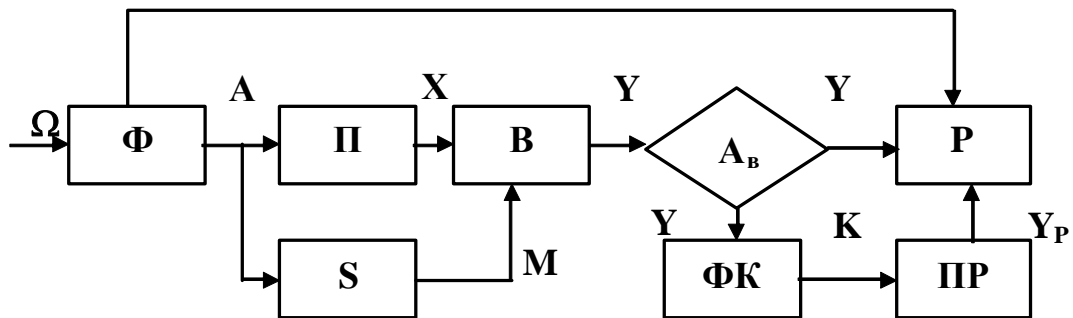


Рис. 1.7. Класифікація задач вибору

Технологія роботи з системою передбачає участь ЛПР, експертів, консультантів, однак дані про наявність та можливості інтерфейсу для цих категорій користувачів не наводять. Вирішення задачі вибору в управлінні – це побудова простору відношень, функцій і механізмів вибору, які реалізують принципи класичної раціональності та екстремальності на множині

альтернатив. Наведемо короткий опис інструментальних засобів для вибору альтернатив в мікроекономіці (рис. 1.8).



Позначені блоки:

Φ – формування альтернатив;

П – підготовки пред'явлення;

S – формування механізму вибору;

В – вибір;

A_B – аналізу вибору;

ФК – формування критеріїв;

ПР – прийняття рішення;

Р- регулювання.

Рис 1.8. Автоматизована система “Вибір”

Комп'ютерні СППР. В літературі все ще немає єдиної думки щодо того які системи вважати системами підтримки прийняття рішень. Різні автори наводять різні визначення таких систем. До СППР віднесено системи, які мають у своєму складі такі компоненти: підсистему інтерфейсу користувача; підсистему управління базою даних і підсистему управління базою моделей.

Класифікація СППР, в основному, має історичний характер і поділяється на два покоління. Сучасні СППР мають характеристики, які посилюють їх інтелектуальні можливості. Значні зусилля розробники докладають до програмних компонентів, які забезпечують інтерфейс з ЛПР. «Користувач повинен мати набір можливостей, ... які відповідають стилю його пізнавальної діяльності ...».

Наприклад, моделлю вибору кандидата на заміщення вакансії автори вважають багатокритеріальний вибір альтернатив на основі агрегації опису альтернатив та обробки нечітких тверджень.

Наведено можливості і характеристики кількох найбільш поширених у світі програмних пакетів для моделювання економічних процесів. Описані ресурси Internet для економістів. Серед них можна виділити наступні.

Пакет MINITAB. Призначений для обробки статистичних даних, містить вбудовані функції та сучасну графічну оболонку. Введення даних здійснюється традиційним (не інтелектуальним) чином.

Пакет RATS (Regression Analysis of Time series). В пакеті є інтерактивний редактор. Введення даних можливе із масивів електронних даних різних форматів, екранним редактором, маніпулюванням даними.

Пакет S-PLUS. Працює під операційною системою UNIX, підтримує об'єкти і генерацію функцій, має структуровану мову, що містить базові відношення.

Пакет Eviews містить різноманітні засоби для побудови регресійних моделей і прогнозування в середовищі Windows або Macintosh. Використовується концепція об'єкту, кожен з них має власне вікно, меню, процедури.

Пакет Mathcad PLUS. Має вбудовані функції для кількісних обчислень. Можливості вводу даних – активний користувач.

Пакет GEMPACK (General Equilibrium Modeling PACKage) призначений для моделювання загальної і часткової рівноваги економічних систем. Для вводу знань про об'єкт, що моделюється, призначена вбудована проста мова та препроцесор. Таким чином, користувач системи повинен вивчати цю мову до початку роботи з пакетом.

Пакет Mathematica спочатку був відомий як інтегрований пакет для технічних обчислень. З часом його стали використовувати в галузі фінансового моделювання, в плануванні й аналізі, в освіті. Він є одним з найпопулярніших

спеціалізованих середовищ програмування, що реалізує багато нових алгоритмів та ідей, в тому числі інтерактивну документацію.

Концепція сховищ даних є основою для побудови корпоративних сховищ даних, призначених для багатоцільового використання організацією. Але головне призначення корпоративних інформаційних систем полягає саме у забезпеченні процедур прийняття рішень. Сховища даних як «предметно-орієнтовану, інтегровану, варіантну в часі, не знищувану сукупність даних, яка призначена для підтримки прийняття управлінських рішень». Важливою особливістю сховищ даних порівняно з так званими «оперативними системами» є те, що дані (інформація) в цих системах не змінюється. Таке поповнення виконується процедурами, які реалізують «добування і перетворення» інформації. Особливістю інтерактивного використання сховищ даних є забезпечення непередбачуваних запитів на відміну від передбачуваних в оперативних системах.

Одним з шляхів розв'язання проблеми побудови СППР є формування банку інструментальних моделей підтримки прийняття рішень. Наводяться вимоги до таких моделі ППР, зокрема:

- зберігати інформацію;
- бути активною, що проявляється в особливостях взаємодії з користувачем;
- мати інтерфейс, інтуїтивно зрозумілий для ЛПР;
- бути мобільною відносно програмного середовища.

Програмне забезпечення реалізує функції ведення бази даних, уведення вхідної й оцінної інформації, проведення розрахунків окремих показників і оцінку ФСП, видачу результатів аналізу, підтримку інтерфейсу користувача. Для уведення вхідної інформації передбачені два режими: діалоговий і автоматичний.

Актуальною проблемою залишається подання знань, які моделюють проблемну галузь, у якій діє ЛПР. Так, є відомими концептуальні моделі даних та інтерфейсу користувача. Зокрема, це реляційна, семантично – сіткова,

логічна, фреймова та композиційна моделі даних, граматичні, маршрутні, автоматні, сіткові моделі інтерфейсу користувача. Більш детально досліджується алгебраїчні моделі даних та їх властивості. В роботі запропонована логіко-алгебраїчна модель «предикатна система досяжності», яка застосована для розробки ІПС у різних інструментальних середовищах. Забезпечена структуризація довільної текстової інформації та її пошук. Особливістю роботи є удосконалення саме алгоритмів пошуку в базах ІПС, причому це зроблено на основі запропонованої моделі даних.

В одній з робіт останнього часу розглянуто експертну систему, де об'єктом дослідження в рамках прийняття рішень є слабо структурована проблема, яка вимагає формування і ранжування множини можливих варіантів її рішень із застосуванням теорії багатокритеріального вибору на дискретній множині варіантів рішень, що оцінюються експертами за сукупністю критеріїв.

Висновки до розділу

В даному розділі проведений аналіз досліджень, пов'язаних з темою роботи і визначено, що для управління схиляються до визначення систем підтримки прийняття рішень як інформаційних технологій широкого призначення, які будуються та використовуються в управлінні організаціями, фірмами, підприємствами. Користувачі – управлінці очікують найбільший рівень автоматизації на основі таких комп'ютерних технологій від інтелектуальних СППР. Програмні засоби інтелектуальних систем імітують рішення або взаємодіють з ЛПР в процесі продукування рішення. В обох випадках використовуються моделі поведінки людини в аналогічних ситуаціях. Зокрема, такі моделі необхідні для реалізації комунікативних процедур в процесі породження рішень. Автори, які визначають «діалог» чи «інтерфейс користувача» як необхідну компоненту СППР, мають на увазі ті комунікативні функції, які саме з'єднують користувача з системою, а не є засобом вирішення задачі.

РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ТА КОМУНІКАТИВНІ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

2.1 Опис моделей інформаційних процесів людини, що приймає рішення

Основним користувачем систем підтримки прийняття рішень (СППР) є людина, що приймає рішення (ЛПР). Природно вимагати від архітектури цих систем, аби моделі прийняття рішень були реалізовані таким чином, щоб ЛПР працювала у звичних для неї умовах. Тому моделі генерування (породження) рішень індивідом повинні бути побудовані з урахуванням інтерактивної природи процесу вироблення рішення. Така необхідність пов'язана з вимогою забезпечити людині найефективніші для неї умови спілкування з комп'ютерними системами підтримки рішень, у тому числі людино-подібний інтерфейс з такими компонентами, як бази даних та бази знань. Для побудови таких інтерфейсів природно звернутись до моделей, які описують, представляють процеси оброблення інформації людиною під час вироблення, породження, генерування, прийняття рішення. До таких інформаційних процесів відносять: збір інформації, діагностику проблеми, пошук чи генерацію альтернатив для вибору рішення, логічний аналіз альтернатив та власне вибір, спілкування з партнерами підтримки рішення, або з тими, хто протистоїть у переговорах, мета яких – досягнення рішення. Останнім часом багато моделей обробки інформації людиною запропонувала когнітивна психологія. Дослідники, які працюють в галузі теорії прийняття рішень та моделювання цього процесу, вважають, що «Керівників необхідно орієнтувати на засвоєння наукового підходу, а аналітиків - на формалізацію цінностей керівників. Цьому служить новий підхід до рішення проблем - моделювання, зокрема когнітивне».

Проблеми спілкування і взаємодії присутні в усіх перелічених процедурах, які мають відношення до процесу прийняття рішення. Спілкування можна розглядати як взаємодію двох агентів, які мають інтелектуальні засоби,

такі, як пам'ять та здатність робити умовивід зі знань, які зберігаються в цій пам'яті. Якщо розглядати спілкування з точки зору одного агента, то іншим агентом може бути середовище, в якому діє цей агент. Якщо іншого агента немає, то роздуми особи відносно пошуку рішення, коли вона не звертається до партнерів, можна інтерпретувати як «спілкування з самим собою». В усіх випадках потрібна модель спілкування, яка необхідна для побудови програмних систем для здійснення такого спілкування ЛПР з СППР.

В контексті спілкування партнерів, які мають інтелект, розглянемо спочатку, яким чином сприймається людиною інформація, що надходить з зовнішнього середовища, зокрема, які моделі цього сприйняття пропонують спеціалісти з когнітивних процесів, і як ці моделі можуть бути використані в інтелектуальних комп'ютерних системах.

Істотною частиною функціонування діалогової програмної системи є орієнтація на постійне спілкування з користувачем. Тому при розробці формальної моделі комунікативного процесу важливим є адекватність моделі психології діалогу, або її адекватність теорії процесу сприйняття і переробки інформації людиною. У тому випадку, коли в основу формальної моделі діалогу покладені вдалі психологічні моделі, можна чекати, що програмні діалогові агенти найприродніше чином успадкують гнучкість і універсальність системи сприйняття і переробки інформації людиною.

Серед безлічі моделей, пропонованих когнітивною психологією, і які мають відношення до діалогу, доцільно зупинитися на моделях, що описують діалог на рівні, інваріантному процесу синтезу повідомлень, оскільки цей процес дуже залежить від характеру задачі, розв'язуваної в діалозі. Тому психологія діалогу, щоб бути корисною в прикладному аспекті, повинна дозволяти опис деякої «машини діалогу» на рівні, інваріантному до предметної області.

Цикл Найсера є однією з ключових абстракцій, що поєднує багато практичних і теоретичних результатів у когнітивній психології. Цикл Найсера проводить дуже умовну границю між навколишнім середовищем і її

відображенням у ментальній системі людини. З погляду Найсера, когнітивна структура, що є ключовою у процесі перцепції – це набір схем, або гіпотетичний набір схем очікуваних бути сприйнятими. Рис. 2.1. ілюструє основні ідеї циклу перцепції Найсера. Гіпотетичний набір схем разом з перцептуальним дослідженням визначають інформацію, що буде сприйнята і категоризована. Перцепція – не пасивний процес, а скоріше – конструктивний, у тому значенні, що в кожному момент часу людина створює черговий актуальний гіпотетичний набір схем. Гіпотетичний набір схем убудований у когнітивну структуру і названий когнітивною картою. Когнітивна карта – це ментальне відображення навколишнього середовища.

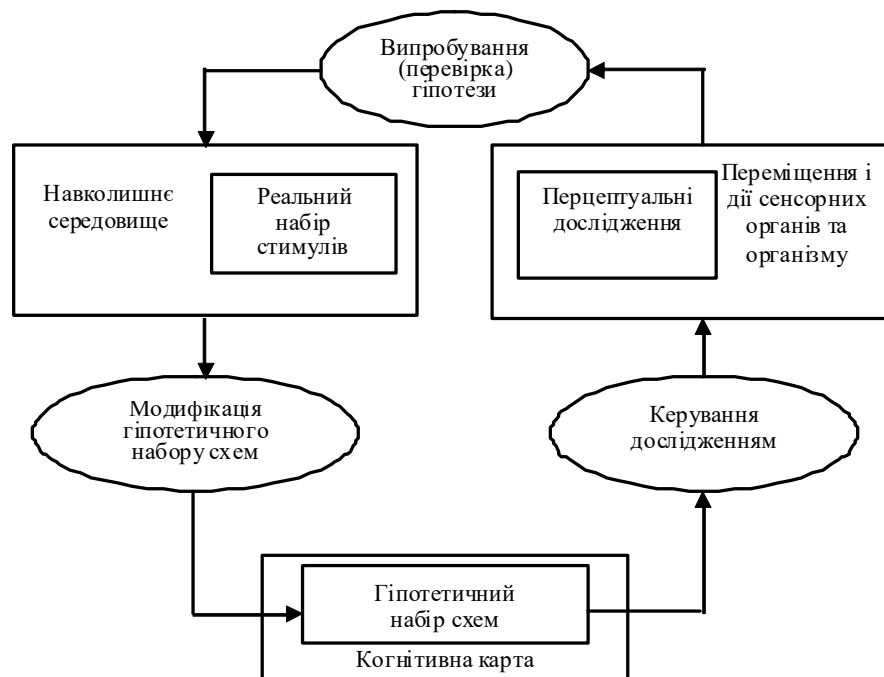


Рис. 2.1. Перцептуальний цикл Найсера

Утворення чергового гіпотетичного набору схем породжує процес перцептуального дослідження навколишнього середовища з метою встановлення ступеня адекватності гіпотетичного набору схем наборові реальних навколишніх стимулів.

Відзначимо, що гіпотетичний набір схем формується з раніше сприйнятих і запам'ятованих схем, що утворюють когнітивну карту. Таким чином, цикл Найсера припускає, що процес перцепції детермінується двома факторами: навколишнім середовищем і минулим перцептуальним досвідом.

Стосовно кожного з агентів діалогу, діалоговий процес аналогічний процесу перцептуальної взаємодії людини з навколишнім середовищем. Відмінність полягає в тому, що в процесі діалогу головні компоненти сенсорної системи людини (зоровий і слуховий аналізатори) підключені не до «природного» навколишнього середовища, а до «штучного», сформованого потоками зорових і звукових стимулів, які генеруються протилежним агентом діалогу. Таким чином, у діалоговому процесі реальне навколишнє середовище підміняється штучним, а перцепція і наступна переробка стимулів, породжуваних штучним середовищем (діалоговим агентом), і стимулів, які генеруються природним навколишнім середовищем, здійснюється за тими самими «правилами і законами», однією і тією ж ланкою підсистем переробки людиною інформації.

Однак сенсорна система діє на низькому рівні обробки людиною інформації, тобто на рівні фізичних сигналів. Більшу частину знань («перцептуальний досвід») людина інтерпретує в знакову (символьну) систему категорій. Під час логічного виводу (наприклад, у процесі породження рішення) використовуються знання цієї системи. Моделі зберігання інформації в пам'яті людини, які побудовані когнітивними психологами, суперечать одна одній. Наприклад, не встановлено, як зберігається інформація, яка містить знання – у дискретній чи аналоговій формі. Незважаючи на таке становище, для систем штучного інтелекту вже створені й реалізовані численні моделі подання знань, які відображають окремі властивості знань, зокрема ЛПР.

Серед моделей знань класичними вважаються фрейми, системи продукцій, семантичні мережі, логіка предикатів, кінцеві автомати. Основні ідеї традиційних моделей увібрали в себе об'єктні мови програмування. Моделі відрізняються простотою модифікації знань, а також рівнем протиріч знань, які

зберігаються відповідними базами знань. Відмітимо, що, програми, числення предикатів і системи продукцій еквівалентні, оскільки їх можна звести до універсальної абстрактної машини Тьюрінга. Найбільш природною для ЛПР є семантична модель представлення знань, тому що вона запропонована в зв'язку з вирішенням проблеми розуміння природної мови.

При сприйнятті інформації людиною, процес її вводу може розглядатися як деяка перцептивна гіпотеза. Якщо гіпотеза підкріплюється (відкриваючи, наприклад, доступ до їжі) то, вона фіксується. Чим вища соціальна цінність об'єкту сприйняття, тим активніше він буде сприйматися суб'єктом серед інших об'єктів (предметної сфери). У людини є два десятки основних і сім додаткових потреб, табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Потреби людини

| Основні потреби | Додаткові потреби |
|------------------------------------|-----------------------------------------|
| Приниження (Abasement) | Запобігання звинувачень (Blamavoidance) |
| Досягнення (Achievement) | Придбання (Acquisition) |
| Афіліації (Affiliation) | Пізнання (Cognizance) |
| Агресії (Aggression) | Творення (Construction) |
| Незалежності (Autonomy) | Роз'яснення (навчання) (Exposition) |
| Протидії (Counteraction) | Визнання (Recognition) |
| Поваги (Deference) | Збереження (Retention) |
| Захисту (Defendance) | |
| Домінування (Dominance) | |
| Прояву уваги до себе (Exhibition) | |
| Запобігання шкоді (Harmavoidance) | |
| Запобігання невдачі (Infavoidance) | |
| Заступництва (Nurtrance) | |
| Порядку (Order) | |
| Неприйняття (Rejection) | |
| Осмислення (Sentience) | |
| Пошуку допомоги (Succorance) | |
| Розуміння (Understanding) | |

Встановлено, що тільки "потенцій" (здібності, працездатність, стійкість до стресів) недостатньо для ефективного навчання. Тенденції (потреби, мотиви, інтереси, відношення до предметів) значною мірою визначають успішність навчальної діяльності.

Невизначеність або відсутність інформації - це також один з мотивів інформаційної діяльності людини. Прагнення до усунення невизначеності вважається загальною фундаментальною характеристикою функціонування біологічних об'єктів і їх інтелектуальних систем. Ми пропонуємо поширити цю властивість і на штучну інтелектуальну систему. Це виправдано, тому що від СППР природно вимагати, щоб вона забезпечувала інтерфейс, звичний для людини й орієнтований на його «природний» інтелект. В інженерії знань запропоновані й розробляються методи збереження і маніпулювання нечіткими даними і знаннями, що свідчить про об'єктивність існування невизначеностей у системах знань. З огляду на вище сказане про потреби, можна стверджувати, що в інтелектуальній системі завжди існує мотивація, обумовлена потребою зниження рівня невизначеності знань (тобто зменшення ентропії цієї системи).

2.2 Моделювання діалогової взаємодії процедурами прийняття рішення в інтелектуальних системах

Історія комунікативних засобів спілкування з інформаційними системами показує, що основна увага приділялась їхнім конструктивним властивостям. Діалогові системи вирішували задачу спілкування користувача - людини з ресурсами ЕОМ, до яких відносяться операційна система, програми, файли даних, бази даних. На цьому «доінтелектуальному» етапі дані не мали такого «активного» характеру, як у системах знань. Тому сам термін «діалогова система» не зовсім відповідав суті предмета, який він іменував. Адже слово «діалог» для мовного спілкування означало спосіб взаємодії людей, тобто суб'єктів, носіїв інтелекту («натурального інтелекту»).

Моделі для комунікативних засобів відображали зазначені обставини й описували більше «структурні характеристики, ніж динаміку ... функціонування». Основними засобами моделювання комунікативних систем були: графові моделі, такі, як Е-мережа, мережа Петрі, різні інші мережеві методи, таблична форма, діаграма станів, операторні схеми, звичайні блок-схеми, кінцеві автомати, методи математичної лінгвістики, зокрема, апарат розширених сітєвих переходів.

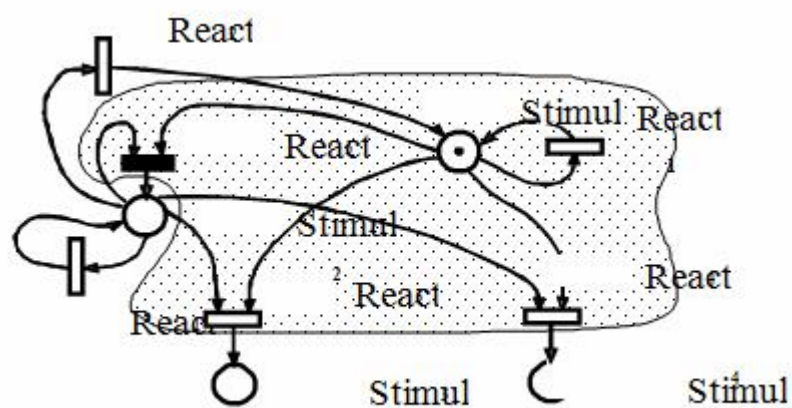


Рис. 2.1. Приклад графічного представлення Петрі-моделі

Графові моделі є найпопулярнішим засобами опису, які розрізняються за типом графа. На рис. 2.1. представлений фрагмент діалогу засобами мережі Петрі, яка складається з «вершин», «дуг» та «переходів». Переходи, які спрацьовують за деякої умови, позначені словом «React» з індексом в межах одного кроку діалогу і визначають відповідь на запитання. Вузол відповідає запитанню - повідомленню, яке партнер передає іншому партнерові, роль якого – відповідати на запитання. Запитання - вузол позначене словом «Stimul» з ідентифікатором кроку діалогу. Переходи позначені прямокутником з вхідними та вихідними стрілками.

Модель на базі Е-сітки дозволяє вводити темпоральні аспекти подій. Широко відомі автоматні моделі діалогових систем. Застосування однієї з цих

моделей, а саме кінцевого автомата, дозволяє моделювати як сценарій діалогу в цілому, так і кожний акт спілкування.

Розвиток систем штучного інтелекту привів до необхідності підходів, які є загальними як для моделювання систем знань, так і для засобів комунікації з ними.

Інтеграція комунікативного процесу прийняття рішень і передавання знань. До складу інтелектуальних програмних додатків, з точки зору класичного підходу, входять база знань та машина умовиводу. Для експертних систем знання представлені моделлю на основі продукційних правил. Більшість моделей подання знань можна звести одну до другої і, теоретично, продукційні правила можливо подати як граф для рішення конкретної задачі.

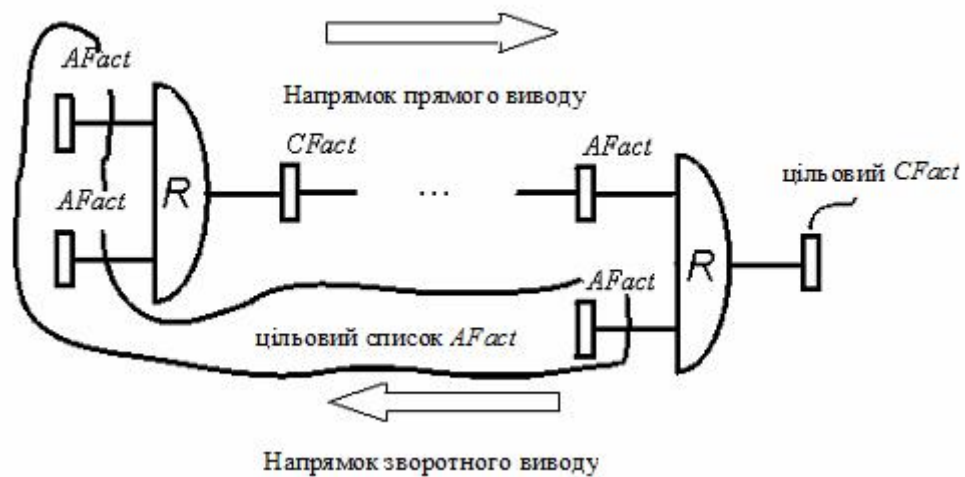


Рис. 2.2. Мережа виведення, яка ілюструє прямий та зворотний виводи

Експертні системи, засновані на продукційних правилах, є класом систем штучного інтелекту, що моделюють спроможність людини виконувати логічні умовиводи. Зовнішнє "поводження" експертних систем майже тотожне "поводженню" діалогових систем. Отже, базу знань класичної експертної системи, побудованої як набір продукційних правил, можна трансформувати в релевантний діалоговий сценарій.

В експертних системах процес формування дедуктивних зв'язків між відповідями користувача здійснюється в ході діалогу. З метою використання загальноживаної термінології замість терміна "відповідь партнера," будемо вживати термін "факт". Для розрізнення фактів, які використовуються в процесі логічного виводу, вводяться такі позначення:

AFact - факт антецедента;

CFact - факт консеквента;

R - правило продукції.

При прямому виводі факти, що накопичуються в робочій пам'яті, інтерпретуються як факти антецеденту (***AFact***). Кінцевою метою прямого висновку є одержання *цільового факта-консеквенту* (***CFact***).

Графічне представлення процесу висновку засновано на розумінні логічного висновку, як процесу зв'язування фактів у сітьову структуру. Існує два типи зв'язків, що об'єднують факти:

- зв'язки, що задаються правилами продукцій. Кожне правило пов'язує між собою невелику кількість фактів (звичайно від двох до чотирьох) і є, як правило, результатом узагальнення або індуктивного виводу;
- зв'язки, установлені машиною виводу в процесі виводу. Логічний вивід може охоплювати велику кількість фактів (десятки і сотні).

Як правило, зв'язки першого типу існують у базі знань у явному вигляді, а зв'язки другого типу - у неявному. Проте існує декілька способів явного графічного опису зв'язків другого типу:

- за допомогою мережі виводу (inference net),
- за допомогою дерева І/АБО (AND/OR tree),
- за допомогою дерева рішень (decision tree).

На рис. 2.3. наведений приклад мережі виводу, що складається зі сполучених входами і виходами блоків, що зображують правила продукції.

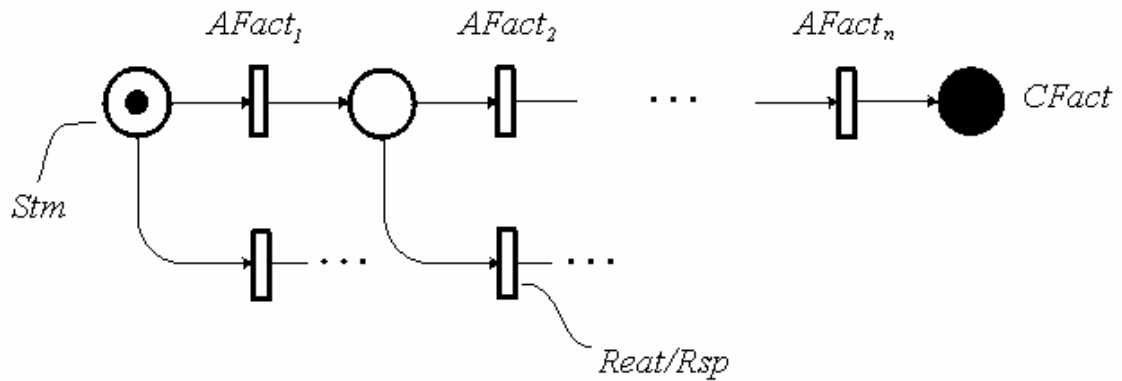


Рис. 2.3. Фрагмент сценарію діалогу у вигляді мережі, яка складається з n кроків

Після того, як процес виводу завершений, у робочій пам'яті експертної системи зберігається набір фактів, які можна розділити на два класи: проміжні факти і термінальні факти. Будь-який проміжний факт є одночасно і $AFact\ i$ і $CFact$. Ці факти розташовуються «усередині» сіті виводу.

Термінальні факти - це сукупність цільових $AFact\ i$ і $CFact$. Термінальні факти знаходяться «на краях» сіті виводу і визначають шукане вирішення задачі.

Логічне виведення є ресурсномістким процесом. Кількість кроків логічного виведення визначають комп'ютерні ресурси, які необхідні для виведення. Продукційне правило дозволяє завершити виведення рівно за n кроків, де n - кількість термінальних фактів антецеденту сіті виведення. Тому доцільно, щоб система, що здійснює логічний виведення, мала спроможність поповнювати свою базу знань автоматично сформованими правилами. Такий процес можна розглядати, як процес самонавчання системи і за своєю суттю він аналогічний процесу автоматичної генерації продукцій.

Таким чином, після того, як завершено процес виведення, сіть виведення може бути «запам'ятована» у вигляді одного правила продукції, але

складається тільки з термінальних фактів. Після такої заміни повторне виведення може бути здійснене усього за n кроків.

Якщо кількість продукцій і факти в базі знань фіксовані і не змінюються в часі, то кількість виведень для такої бази обмежене. Іншими словами, для будь-якої експертної системи, заснованої на правилах, із бази знань, стаціонарної в часі, існує не більше ніж M можливих виведень. Нехай у такій системі проведено усі M виведень, тоді її вихідну базу можна замінити на M правил.

Представимо кон'юнкцію в антецеденті сіттю Петрі, у якої *AFact* відповідають переходам, умовою відкриття яких є одержання цього факту від партнера, у вигляді відповіді на запитання. Тоді позиції такої сіті Петрі відповідають стимулам-запитанням, що задаються іншому партнерові.

На рис. 2.3. наведено фрагмент сценарію діалогу у виді ланцюга, що складається з n кроків і еквівалентний продукційному правилу (напрямок стрілок відповідає прямому виведенню).

Логічне виведення, що здійснюється у ході комунікативного процесу (за допомогою машини діалогу) відрізняється від виведення, яке здійснюється машиною виведення експертної системи, в першу чергу тим, що джерелом фактів для машини виведення, в основному, є база знань, а для машини діалогу - *пасивний партнер*.

Очевидно, що, коли ланцюг сценарію, представленого на рис. 2.3. еквівалентний одній сіті виведення, то весь сценарій еквівалентний усім M виведенням, можливим для даної експертної системи. Пересування фішки по сіті сценарію моделює динаміку виведення, а саме виведення здійснюється за n кроків, (де $n + I$ - кількість термінальних фактів у сіті виведення).

На кожному кроці в антецедент додається лише один факт, а тип виведення (прямий або зворотний) визначається інтерпретацією вузлів. Якщо вузол, що відповідає *SFact*, завершує ланцюг виведення, то має місце пряме

виведення. Якщо з вузла, що відповідає **SFact**, починається ланцюг виведення, то має місце зворотне виведення.

Виведення, здійснюване у діалоговій системі, має переваги порівняно з експертною системою: кількість фактів у робочій пам'яті експертної системи весь час зростає, тому у зв'язку з обмеженістю комп'ютерних ресурсів ця кількість повинна регламентуватися, а в діалоговій системі зберігаються дані, необхідні для опрацювання одного (поточного кроку), незалежно від довжини дедуктивного ланцюга.

Інтерогативна модель спілкування. Представимо феномен вибору людиною варіантів в рамках її комунікативної діяльності, яка направлена (має за мету) на активне сприйняття інформації з середовища. Середовищем може бути так зване зовнішнє середовище, комп'ютерна пам'ять з базою знань або пам'ять партнера.

Модель спілкування користувача з комп'ютерними системами, у яких ця модель відділена від програм, часто являє собою сценарій. Будемо розрізняти два способи побудови такого сценарію:

- А) Опис сценарію будується заздалегідь, потім він реалізується через процес інтерпретації спеціальним монітором, яким може бути і броузер, тобто деяка програма, що перетворює опис сценарію в його реалізацію - в запитання і відповіді, якими обмінюються партнери в межах кроку діалогу.
- В) Опис сценарію в явному вигляді відсутній. Програма, що реалізує спілкування, оперативно приймає рішення, яке визначає черговий альтернативний крок.

У випадку А) семантика предметної області (зміст діалогу) розміщується в самому сценарії (наприклад, у вербальній формі). Якщо потрібна інформація, що знаходиться в сховищах даних, або є результатом обробки, то залучаються програмні процедури.

У випадку В) незалежність програм від даних і знань підвищує рівень узагальнення моделі.

Для цього випадку виділимо дві задачі:

- a) породження поодинокого акта взаємодії (в літературі його називають «крок діалогу», «ситуація запитання-відповідь», «стимул – реакція» та ін.);
- b) породження самого сценарію як оперативного вибору чергового (наступного) кроку з усієї множини кроків.

Розглянемо методи, які дозволять побудувати модель поведінки інтелектуальної системи при спілкуванні з користувачем у випадку, коли вибір чергового кроку виконується оперативно, тобто сценарій генерується динамічно, а не апіорно.

Відзначимо, що в поведінці людей у процесі сприйняття інформації можна виділити теж два випадки: пасивне сприйняття стимулу від середовища й активне поведіння, коли людина зі своєї ініціативи звертається до партнера або до середовища.

Використаємо елементи формального апарату логіки предикатів для представлення як процесу спілкування з комп'ютерним інтелектом, так і представлення моделей знань в інтелектуальних системах.

Розглянемо комунікативні процеси, пов'язані зі здобуттям відсутніх знань. Прикладом „відсутніх”, але необхідних інтелектуальній системі знань можуть бути термінальні факти, тобто значення таких змінних, імена яких уже відомі системі, а самі значення – не відомі. До таких комунікативних процесів віднесемо:

- запити до баз даних;
- ситуації «запитання – відповідь» для одержання корисних даних від партнера;
- діалоги в навчальних системах;
- діалоги для пошуку рішень;
- діалоги для тестування знань.

З розвитком систем штучного інтелекту (Artificial Intelligence – AI) виникла необхідність розглядати загальні підходи, як для моделювання систем знань, так і для засобів комунікації при спілкуванні з ними.

Дослідження видів інформаційного спілкування людей з іншими людьми, спілкування людей з комп'ютерними системами не входить до завдань даної роботи, тому що воно може спричинятися не тільки інформаційними раціональними потребами. Наприклад, може бути: побутове (інформаційне) спілкування-сварка, спілкування-гра і таке інше. Обмежимося розглядом способів спілкування з наступними характеристиками:

- спілкування здійснюється у формі діалогу двох партнерів;
- діалог – це послідовність кроків, з обміном повідомленнями двох типів: запитання і відповідь на нього;
- на кожному кроці діалогу один з партнерів намагається отримати необхідні знання за допомогою іншого учасника такий діалог називається еротематичним, тобто націлений на отримання нової інформації;
- знання потрібні учасникам діалогу для поповнення системи знань або для перевірки її повноти.

Таким чином, процес спілкування можна розглядати як покрокову реалізацію ситуацій «запитання-відповідь» (СЗВ). Модель взаємодії партнерів у ході реалізації діалогу досліджувався, як правило, у рамках природної мови, а не як процес спілкування. Для побудови моделі діалогу як взаємодії двох партнерів, які володіють інтелектом, недостатньо мовних моделей. Потрібні також нелінгвістичні засоби – такі, як знання про предметну область, моделі партнерів тощо.

Наведемо формальний опис реалізації еротематичної ситуації «запитання-відповідь».

Скористаємося мовою логіки предикатів першого порядку з доповненнями, які утворюють *логіку запитань та відповідей*. Запитання моделюються інтерогативом, який представимо записом:

$$Q = \rho\sigma, \quad (2.1)$$

де Q – запитання, σ – суб'єкт, ρ – передумова.

Суб'єкт вибору представляє множину альтернатив експліцитно або за допомогою деякої функції. Вимоги передумови та суб'єкту є складовими «інструкції» партнерові, який відповідає на запитання для здійснення вибору. Формальне подання (інтерогатив) запитання вміщує запитальні змінні, які можуть бути вільними або зв'язані предикатами. Призначення формального апарату інтерогативної логіки – забезпечення правильної побудови запитання з метою отримання істинної відповіді.

Суб'єкт «чи – запитання» - це список послідовності альтернатив:

$$\rho \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\} \quad (2.2)$$

де A_i – альтернатива;

Вимоги для передумови

$$\rho \in \{s, c, d\} \quad (2.3)$$

де s – вимога вибору числа;

c - вимога повноти;

d – вимога розрізнення.

Суб'єкт «який–запитання» – це список альтернатив, представлених як

$$\rho(C_1x_1, C_2x_2, \dots, C_nx_n), \quad (2.4)$$

де C – категорійна умова, що зв'язує запитальну змінну x .

Вимоги передумови – це обмеження, чи фільтри (які забезпечують істинність відповіді відсіканням, неприйняттям помилкових відповідей. Це вимоги загального характеру, семантично «мало забарвлені». Такими вимогами можуть бути предикати «більше», «менше», «максимальний», «мінімальний» тощо.

Відповідь на запитання визначається виразом

$$A = S \& C \& D \vee S \& C \vee S \& D \vee S \quad (2.5)$$

де S – специфікація числа альтернатив у виборі,

C – вимога повноти вибору,

D – вимога розрізнення.

Описана логіка одиничної взаємодії представлена без урахування моделі, на якій побудоване представлення знань.

Розглянуті моделі комунікативного процесу на основі послідовності ситуації “запитання-відповідь” представляють діяльність, в основному, партнера, який ставить запитання, або ж “активного партнера”. Для моделі взаємодії обох партнерів на більш абстрактному рівні можна скористатися концепцією абстрактних машин.

«Більшість сучасних технологій проектування систем знань базуються на евристичних підходах, і, як наслідок, не забезпечують наскрізної процедури створення систем. Для вироблення повномасштабної технології проектування необхідно забезпечити можливість описувати всі кроки проектування з єдиних позицій. При цьому досягається розширення можливостей системи, що проектується, шляхом включення до неї чітко окреслених відповідних теоретичних методів. ... Одним із шляхів вирішення цієї задачі є використання абстрактних машин обробки даних». Моделювання систем за допомогою абстрактних машин (АМ) застосовується в теорії алгоритмів.

Розглянемо проблему, яка пов'язана з невизначеністю і неточністю інформації, але не в контексті баз даних, а для моделювання активності інтелектуальної системи щодо здобуття нової інформації для усунення невизначеності тих даних, які вже є в її розпорядженні.

Невизначеність і неточність можуть розглядатися як дві протилежні точки зору на одну й ту саму реальність – неповноту інформації. Далі будемо мати на увазі, що інформацію можна подати у формі логічного висловлення, яке містить предикати, й у разі потреби – квантифікатори. Якщо вважати, що база знань – це множина відомостей, які має суб'єкт чи група суб'єктів і які містяться в інформаційній системі та стосуються однієї й тієї ж проблемної області, то предикати для опису інформації можуть інтерпретуватися як підмножини універсальної множини. Будь-яке висловлення може також розглядатися як твердження, що відноситься до деякої події. У свою чергу, події можна подати як підмножину цієї універсальної множини, яку називають «достовірною подією». Таким чином, є три еквівалентних способи аналізу множини даних залежно від точки зору: структурна (або логічна точка зору), змістовна (теоретико-множинна точка зору) відносно реальних фактів (або точка зору події).

Інформаційну одиницю можна визначити четвіркою (об'єкт, ознака, значення, упевненість). *Ознаці* відповідає функція, що задає значення (безліч значень) *об'єкта чи предмета (речі)*, назва якого фігурує в інформаційній одиниці. Це значення відповідає деякому предикату, тобто підмножині універсальної множини, зв'язаного з даною ознакою. Упевненість є показник надійності інформаційної одиниці. Очевидно, що чотири компоненти, що утворюють інформаційну одиницю, можуть бути складними (безліч об'єктів, безліч ознак, предикат n -го порядку, різні ступені впевненості). Крім того, можуть вводитися змінні, особливо на рівні об'єктів, якщо інформація містить квантифікатори.

У даному контексті можна чітко розрізнити поняття неточності і

невизначеності: неточність відноситься до змісту інформації (складова «значення» у четвірці), а невизначеність – до її істинності (складова «упевненість»).

Ступінь невизначеності інформації відображають за допомогою кваліфікаторів (модальностей), таких, як «ймовірно», «можливо», «необхідно», «правдоподібно» та ін. Ймовірність має дві інтерпретації. Одна з них – фізична (статистична), пов'язана з проведенням статистичних досліджень для визначення частоти появи події. Інша – епістемологічна, яка відноситься до суб'єктивного судження. Модальності «можливо» і «необхідно» вивчалися ще Аристотелем, який підкреслював їхню подвійність (якщо деяка подія є необхідною, то протилежна їй подія неможлива). На противагу поняттю «ймовірно» поняття «можливо» і «необхідно» в рамках двозначної логіки часто розглядалися як категорії типу «усі» чи «нічого». Але поняття «можливо», як і поняття «ймовірно», припускає дві інтерпретації: фізичну (мірило трудомісткості виконання деякої дії) і епістемологічну (судження, яке мало “зв'язує” його автора). Навпаки, «необхідно» – більш стверджувальне поняття як фізично, так і епістемологічно (суб'єктивною необхідністю є визначеність, упевненість). Природно припустити наявність ступенів можливості і необхідності, як і ступенів ймовірності (відтінки можливості знаходяться вже в природній мові, оскільки можна сказати, наприклад, «дуже можливо»). Правдоподібність і довіра мають чисто епістемологічну інтерпретацію і пов'язані з можливістю і необхідністю, відповідно. Кожне з цих понять відповідає деякому способу логічного виводу з заданої бази знань: заслуговує довіри все те, що дедуктивно виводиться безпосередньо з бази знань, а правдоподібно все те, що не суперечить їй (індуктивна точка зору). Прикладами невизначених висловлень є такі:

«Ймовірно, що зріст ЛПР не менш 1,70 м» \triangleq (зріст, ЛПР, $\geq 1,70$ м, ймовірно).

«Ймовірність того, що завтра випаде 10 мм опадів, дорівнює 0,5» \triangleq

(кількість, опадів завтра, = 10 мм, імовірність = 0,5).

Інформаційна одиниця називається точною, якщо підмножина набору даних, що відповідає «значенню», має одну точку, тобто її не можна розбити на частини. Залежно від способу аналізу множини даних говорять про елементарне висловлення (тобто не імпліковане ніяким іншим висловленням, за винятком завжди помилкового), синглетон (з теоретико-множинної точки зору) чи елементарну подію. В інших випадках говорять про неточну (imprecise) інформацію.

Нечіткий, розмитий, розпливчастий характер інформації полягає у відсутності чітких меж у множині значень відповідних об'єктів. Багато кваліфікаторів природної мови розпливчаті, і для них характерна узагальненість.

Традиційно використовуються два засоби представлення неповноти даних: теорія ймовірності та теорія помилок. Однак, вони мають ряд обмежень.

Ймовірнісні моделі недостатньо враховують граничний випадок повного незнання, оскільки в них завжди задається безліч взаємно незалежних подій, яким через принцип максимуму ентропії приписуються однакові ймовірності (у кінцевому випадку). Отже, ідентифікація всіх цих подій виключена і значення невизначеності, пов'язане з цими подіями, може не залежати від числа розглянутих альтернатив.

З практичної точки зору очевидно, що числа, визначені суб'єктами для ймовірнісного опису рівня їх інформованості, повинні розглядатися як наближені оцінки. Теорія суб'єктивних ймовірностей не стосується цього типу неточності і вважає, що «раціональний індивідуум» повинен у результаті оцінювання задавати точні числа.

Теорія похибок, яку часто використовують у фізиці, відбиває лише неточність засобів вимірювання, задана в інтервальній формі, у величинах, оцінюваних за їх допомогою. У математичному плані визначається функцією, аргументами якої є підмножини. Для теорії похибок не прийнятні відтінки: якщо невідоме точне значення параметра, то точно відомі межі його зміни.

Нині ймовірнісна міра розглядається тільки як окремий випадок більш загального класу мір, названих нечіткими мірами.

Міри невизначеності. Будь-яка міра ставить у відповідність підмножинам заданої множини деякі дійсні числа, що характеризують кількість деякої властивості, зв'язаної з кожною підмножиною.

Так, наприклад, клас імовірнісних мір входить у клас мір правдоподібності й у клас мір довіри, але не перетинається з класами мір чи можливості необхідності.

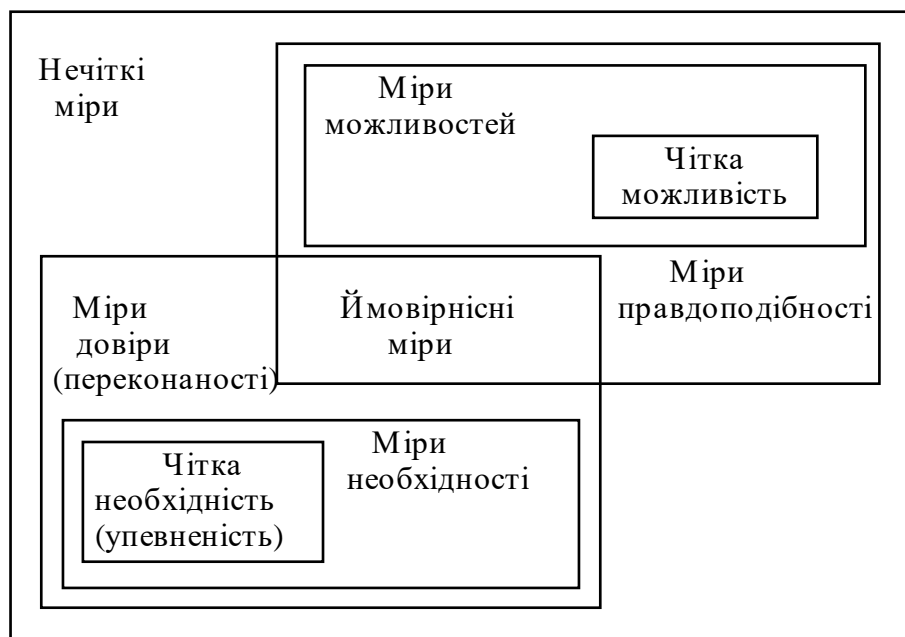


Рис. 2.4. Співвідношення між нечіткими мірами

Для побудови і підтримки в актуальному стані когнітивної моделі людини, що приймає рішення, необхідна діагностика індивідуальних особливостей пізнавальних процесів людей.

Задача діагностики виникає тоді, коли:

- дано класифікацію об'єктів;
- дано опис цих об'єктів множиною непрямих характеристик;
- необхідно з появою нового об'єкта за непрямыми характеристиками віднести його до одного з заданих класів.

У психодіагностиці об'єктами є здорові люди, і роль непрямих характеристик відіграють їх індивідуальні психологічні особливості, а класи задаються задачами дослідження. Прийmemo, що отримані результати психологічного тестування D_i . Потрібно, спираючись на значення D_i , визначити значення деякої цільової характеристики C . При цьому передбачається, що кожна цільова характеристика може бути представлена як функція від деякого набору психологічних ознак:

$$C = F(D_i).$$

Представимо задачу діагностики у вигляді схеми, яка наведена на рис. 2.5.

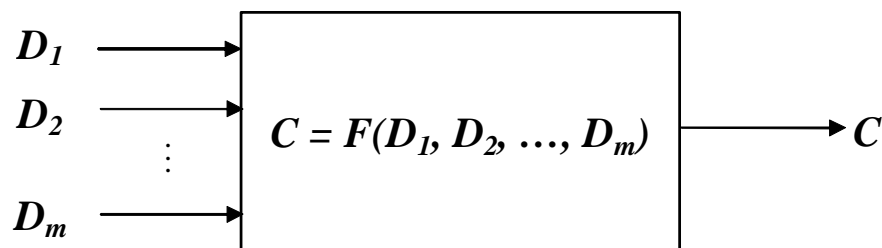


Рис. 2.5. Схема діагностики

З цієї схеми видно, що рішення задачі психодіагностики для побудови когнітивної моделі ЛПР вимагає рішення трьох наступних підзадач:

1. Визначення цільових ознак, тобто вихідних ознак, що дозволять здійснити класифікацію випробуваних (тобто ЛПР) на внутрішньо однорідні групи.
2. Вибір діагностичних ознак, що використовуються для діагностики приналежності до класу.
3. Знаходження правила віднесення ЛПР до того чи іншого класу за значеннями діагностичних ознак.

Визначення цільових ознак. При підході до сприйняття інформації як до процесу управління можна впливати на ефективність цього процесу

способом фіксації і передачі інформації на пристроях відображення ЕОМ. Будемо вважати, що інформаційні матеріали передаються людині послідовністю повідомлень.

До формальних характеристик повідомлення відносяться: зміст, форма, а також темп і ритм надходження інформації (інтервали між окремими повідомленнями, регулярність надходження і т.п.).

У результаті активного перетворення інформації, що надходить, відповідно до індивідуально-психологічних особливостей людини, у неї формуються концептуальні моделі й інформаційні образи, що не є дзеркальним відображенням дійсності, а представляють суб'єктивну картину цієї дійсності. Індивідуальні властивості особистості стають причиною того, що різні люди можуть будувати різні образи і представлення щодо тих самих ситуацій предметної сфери.

Особливості структурної організації когнітивного простору індивідуального інтелекту, під яким розуміється доступний для даного індивідуума обсяг можливих форм пізнавального відображення дійсності, визначають тип репрезентування ситуації, що відображається.

Форма інтелектуальної репрезентації індивідуалізована в силу своєрідності когнітивного складу і побудови індивідуального інтелектуального простору відображення (це може бути картинка, просторова схема, ієрархічний категоріальний опис, значеннева конструкція тощо).

Таким чином, *форму представлення інформації* можна розглядати як *спосіб управління пізнавальною діяльністю ЛПР*, оскільки вона є істотним чинником, що забезпечує сприйняття, розуміння і засвоєння досліджуваного матеріалу. Відомо, що, опановуючи матеріал, під час навчання людина вибірково відноситься до його змісту, виду і форми.

При конструюванні презентаційної форми інформації необхідно забезпечити можливість представлення її змісту в різній формі. Повинні передбачатися такі варіанти подачі, які створюють можливості при сприйнятті

того самого змісту користуватися різними формами його викладу (словесний опис, наочний малюнок, схематичне зображення, таблиця).

Індивідуальні особливості користувача СППР повинні враховуватися також при виборі:

- темпу представлення матеріалу;
- складності матеріалу,

тому що ці характеристики інформації впливають на ефективність і якість засвоєння знань. Ознаками, що дозволяють здійснити класифікацію користувачів компонентів СППР, є:

- форма представлення інформації;
- темп представлення (подачі) і
- складність інформації навчального матеріалу.

Вибір діагностичних ознак. Діагностичними ознаками слугують когнітивні характеристики користувача. Характеристики інтелектуальної діяльності розділяють на стильові і продуктивні.

Інтелектуальні здібності розглядаються в зв'язку з рівнем виконання дій, тобто результативністю інтелектуальної діяльності, і визначаються в термінах правильності і швидкості переробки інформації. Когнітивні стилі характеризують індивідуальні розходження в особливостях побудови ментального образу ситуації і ступеню сформованості механізмів метакогнітивної регуляції інтелектуальної діяльності. Отже, *когнітивний стиль* визначає форму представлення навчального матеріалу, а *інтелектуальні здібності* – темп і складність.

Когнітивний стиль і інтелектуальні здібності людини визначають його *когнітивний профіль*. Розрізняються такі способи (вони загальноприйняті) подачі матеріалу: текст; малюнок; схема; мова.

Для підвищення ефективності прийняття рішень учасники цього процесу і виконавці процедур обробки інформації повинні мати змогу сприймати інформацію у такій формі, яка відповідає їх когнітивному стилю.

2.3 Інтелектуальний агент як засіб моделювання інтелектуальних систем

Для визначення змісту поняття "інтелектуальна організація" розглянемо докладніше компоненти тріади "агент - багатоагентна система - співтовариство багатоагентних систем". Інтуїтивно ясно, що агент може, в окремому випадку, інтерпретуватися як "активний об'єкт" (квасісуб'єкт), а агентно-орієнтоване програмування є природним розвитком і спеціальним випадком об'єктно-орієнтованого програмування.

Найбільш загальною підставою для класифікації агентів може служити прийняття або соціальної, або біологічної метафори при розгляді природи їхніх дій. У першому випадку мова йде про трактування агентів як "складних інтелектуальних об'єктів", які самостійно вирішують задачі, що постають перед ними, а в другому - вони уподібнюються найпростішим організмам, що безпосередньо реагують на зміни середовища.

Розширення адаптивності агентів досягалося за рахунок переходу до автоматів змінної структури. Це рішення забезпечувало лише деякий, дуже невисокий рівень доцільності, величина котрого залежала від властивостей середовища. Класичні моделі колективного поведіння автоматів - це граничний випадок опису реактивних агентів, що мають мінімальну автономність і можливість ставити перед собою цілі, оскільки їхнє поведіння коректується з деякого центрального пристрою керування, що входить у структуру середовища.

Багатоагентні системи зародилися на перетині теорії систем і розподіленого штучного інтелекту. З одного боку, мова йде про відкриті, активні, що розвиваються, системи, у яких головна увага приділяється процесам взаємодії агентів як причині виникнення системи з новими якостями. З іншого боку, багатоагентні системи можуть будуватися за принципами розподіленого інтелекту як об'єднання окремих інтелектуальних систем, що мають свої бази знань і засоби умовиводу. Надалі будемо розглядати

багатоагентні, або мультиагентні системи, що складаються з інтелектуальних агентів.

Будь-яка багатоагентна система складається з наступних основних компонентів:

- 1) множини агентів;
- 2) множини задач;
- 3) середовища, тобто деякого простору, у якому існує множина об'єктів;
- 4) множини відносин між агентами;
- 5) множини дій агентів (наприклад, операцій над об'єктами).

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

Скористаємося представленнями агента як інтенціональної системи для опису поведінки партнерів, які спілкуються з метою обміну знаннями для знаходження рішення задачі. Агент як система найбільш послідовно описується інтенціональними станами. В найбільш загальному вигляді термін «агент» означає комп'ютерну систему, яка базується на апаратних чи програмних засадах і якій притаманні такі характеристики: автономія, соціальні властивості, реактивність, початкова активність, лояльність та раціональність. Однак для досліджень, які ведуться в галузі інтелектуальних систем, термін «агент» має більш строге і більш специфічне визначення: агент вважається комп'ютерною системою, але одночасно для опису його поведінки використовують поняття, які зазвичай стосуються людини.

Переконання (beliefs) агента відбивають його думку про поточний стан світу і про істинність дій, які можуть забезпечити бажаний ефект.

Бажання (desire) описують, яким майбутнім станам світу агент віддає перевагу. Важливою властивістю бажання є те, що агент може мати несумісні і недосяжні бажання.

Цілі (goals) – це бажання агента.

Наміри - (intention) несуперечлива підмножина цілей, які здійсненні для обмеженого ресурсами агента та способів їх досягнення.

Пропонується формалізація чотирьох інтенціональних відношень – знання, переконання, наміру і мети (цілі) та зв'язків між цими відношеннями, що дозволяє уявити, як агенти можуть здійснити раціональний вибір, формувати наміри, цілі на основі своїх знань. Ми детально розглянемо таку формалізацію відношень та перед-відношень для побудови моделі взаємодії інтелектуальних агентів.

Розглянемо твердження

$$A(R)\rho$$

де A - агент;

ρ - імператив,

R – відношення між A та ρ .

Це твердження означає, що агент вважає ρ істинним незалежно від дійсної істинності ρ . Таким чином, необхідний хтось, хто може стверджувати істинність усього твердження. Тому будемо вважати, що існує зовнішній спостерігач K і дві точки зору – цього зовнішнього спостерігача і самого агента A . Відповідно потрібно розглядати дві множини можливих світів. Будемо вважати, що:

W – базисна множина можливих світів, яка відображає істинний стан речей; „ A переконаний, що ρ ”.

U – допоміжна множина можливих світів, яке представляє знання агента про об'єкти світу;

світ $u \in U$ визначає світ $w \in W$ з точки зору агента.

Як загальнозначущий критерій для того, щоб відрізнити знання від переконання, прийнята точка зору, яка представлена базовою системою можливих світів W . Відповідно твердження « A переконаний, що ρ » буде

істинним у світі $w \in W$ тоді і тільки тоді, коли ρ є істинним у відповідному з $w \in W$ світі $u \in U$. Твердження « A знає ρ » є істинним в w тоді і тільки тоді, коли воно є істинним у світі w і у відповідному з w світі $u \in U$. Останнє твердження означає, що агент стверджує істинність ρ , і ρ дійсно істинне.

2.4 Комунікативні моделі для представлення процесів прийняття рішень

Для побудови моделі прийняття рішень скористаємося концепцією інтелектуального агента, щоб група спеціалізованих агентів забезпечувала головні процедури продукування раціонального рішення. Цей підхід відповідає принципам побудови такого класу СППР, який відомий як «групові системи підтримки рішень», або ГСППР. Ці ГСППР об'єднують комунікативні й обчислювальні функції та забезпечують технологію підтримки рішень. В рамках такої підтримки важливе значення має презентаційна функція, для чого в практиці вже існуючих групових СППР призначені спеціальні програмні модулі та відповідна техніка .

Для реалізації головного завдання розділу - створення архітектури СППР поставимо та вирішимо такі задачі:

- Розглянути інформаційну концепцію ППР.
- Визначення учасників та їх ролей у процедурах прийняття рішень.
- Описати відношення та взаємодію цих учасників.
- Запропонувати загальні (абстрактні, концептуальні) моделі цих взаємодій.
- Побудувати інтерогативну еротематичну модель раціонального вибору.
- Описати мовою UML проект СППР для економічних задач.

Для моделювання процесів прийняття рішення використаємо технології об'єктно-орієнтованого аналізу (ООА) та проектування (ООП). Різні технології ООА та ООП різняться між собою. Однак всі ці підходи рекомендують

створювати для аналізу та опису предметної області словники, які містять означення об'єктів та інших категорій і їх характеристики. Зауважимо, що записи в цих словниках орієнтовані саме на об'єкти предметної області, однак вони містять перелік обов'язків об'єктів, іншими словами – перелік функцій об'єктів. Можна стверджувати, що насправді саме функція є визначальною категорією, тому що вона інтерпретується дієсловом в рамках мовної комунікації. В рамках ООА і ООП саме категорія відношень, а не об'єктів, відображається дієсловом. Через це аналіз предметної області треба вважати не «об'єктно-», а «відношення-орієнтованим». При цьому термін «відношення» будемо трактувати як термін, що іменує категорію моделі «сутність-зв'язок» Чена, на відміну від змісту, який вкладається у термін «відношення» в рамках реляційних моделей даних.

Для ілюстрації припущень та висновків даного аналізу процедур прийняття рішень використаємо такі предметні сфери:

- I. діяльність партнерів під час торгів;
- II. прийняття рішень у галузі управління АПК;

Діалоговий метод вирішення задач використаємо для представлення комунікативного процесу. Комунікативні засоби використовують учасники, які виконують дії, направлені на прийняття рішення.

Інтерогативна модель для здійснення раціонального вибору.

«Головний спосіб отримати інформацію – це (ставити) запитання». Теорія запитань і відповідей, яка викладена в п. п.0, розповсюджується на клас питань, який призначений для отримання необхідної, але відсутньої інформації. Цей клас називається «еротематичними», або, коротше, «еротетичними» запитаннями. Ситуація запитання-відповідь (СЗВ), яку описує еротетична логіка, відноситься до лінгвістичного забезпечення комунікації інтелектуальних суб'єктів, у тому числі користувача з ЕОМ, ЕОМ з ЕОМ, користувача з користувачем. Ці суб'єкти можуть діяти в межах будь-якої предметної сфери. Наприклад, в економіці та управлінні економічними системами легко уявити

ситуацію, коли ЛПР є менеджером, і цей менеджер разом з партнерами (підлеглими, колегами) повинен приймати управлінське рішення.

Діалог між виконавцями роботи можна подати як послідовність еротетичних СЗВ. Так само такий діалог можна використати як основу інтерфейсу ЛПР та його колег з комп'ютерними СППР.

Покажемо, що за допомогою цього формально-логічного апарату можна представити основні процедури прийняття раціонального рішення.

У межах еротетичного підходу запитання розглядається як сукупність суб'єкта запитання та його передумови.

Суб'єкт запитання – це множина альтернатив, з яких відповідач конструює відповідь. Цей суб'єкт може бути представлений експліцитно, наприклад, це може бути список, який є зручним для людини (7 альтернатив +/- 2), або деякою функцією (в термінології Белнапа і Стіла - матрицею).

Суб'єкт першого типу – це «чи-запитання», а другого – «яке – запитання».

Для зручності розгляду еротематичних аспектів раціонального вибору скористаємося термінологією «пасивний партнер» (той, хто відповідає на запитання) та «активний партнер» (той, хто ставить запитання).

Крім формування запитального речення активний партнер (у межах еротетичного підходу) повинен повідомити пасивному партнерові «передумову запитання».

Передумова має три складові.

Перша компонента – це вимога кількості альтернатив, які пасивний партнер може вмістити у відповідь на запитання.

Наприклад, запитання про комбайни з вимогою передумови $S = 5$ могло би звучати так: *Які (будь-які) п'ять зернозбиральні комбайни...?*

Друга компонента передумови – це вимога повноти вибору. Тобто, від пасивного партнера вимагається, щоб він вмістив у формулу відповіді всі альтернативи, які від нього вимагає формула запитання і перша компонента передумови.

Третя компонента передумови запитання вимагає, щоб у відповідь не були вміщені, семантично ідентичні (за змістом) альтернативи. Наприклад, якщо деякий об'єкт має ідентифікатор «7», то ця компонента передумови не допускає, щоб цей об'єкт попав у відповідь вдруге з ідентифікатором «VII».

Еротетичний підхід розглядає постановку запитання одним учасником діалогу, правила конструювання відповіді партнером та перевірку істинності відповіді в рамках однієї ситуації «запитання–відповідь». Описана теоретична, абстрактна модель взаємодії двох партнерів, які ведуть діалог на основі сценарію, що був побудований до початку цього діалогу та збережений у пам'яті деякого інтелектуального пристрою, який моделює партнера-учасника діалогу. Така абстрактна модель, як і абстрактна машина Алана Тьюрінга, дозволяє досліджувати взаємодію двох інтелектуальних систем у процесі їх комунікативного обміну інформацією. Наприклад, так взаємодія може мати мету прийняття деякого рішення в економічній сфері, де діють партнери-учасники діалогу.

Досвід управління економічними об'єктами та ресурсами свідчить про те, що одне із головних джерел інформації ЛПР – це інтелектуальні ресурси. Ці ресурси можуть належати або людині, або штучній інтелектуальній системі, яка базується на ЕОМ. В обох випадках ЛПР для збору інформації користується деякими комунікативними засобами для взаємодії зі знаннями та фактичними даними, що зберігаються в інтелектуальних системах.

Скористаємося для побудови моделі інтерфейсу «комп'ютерна система – ЛПР» концепцією інтелектуального агента. Поведінку інтелектуальних партнерів, які взаємодіють для прийняття рішення, моделюють два агенти. Моделі є симетричними і мають такі властивості:

- середовищем агента є інтелект агента-партнера;
- рецепторами агента є пристрої вводу даних чи органи сприйняття;
- агент діє чи впливає на середовище запитаннями чи відповідями у формі повідомлень.

Модель спілкування двох агентів, яка наведена на рис. 2.6, дозволяє будувати діалогову компоненту систем підтримки рішень як таку, що не залежить від предметної сфери застосування. Таким чином, визначені тут агенти можуть бути подані як частина архітектури монітору для управління інтерфейсом з інтелектуальною машинною системою.

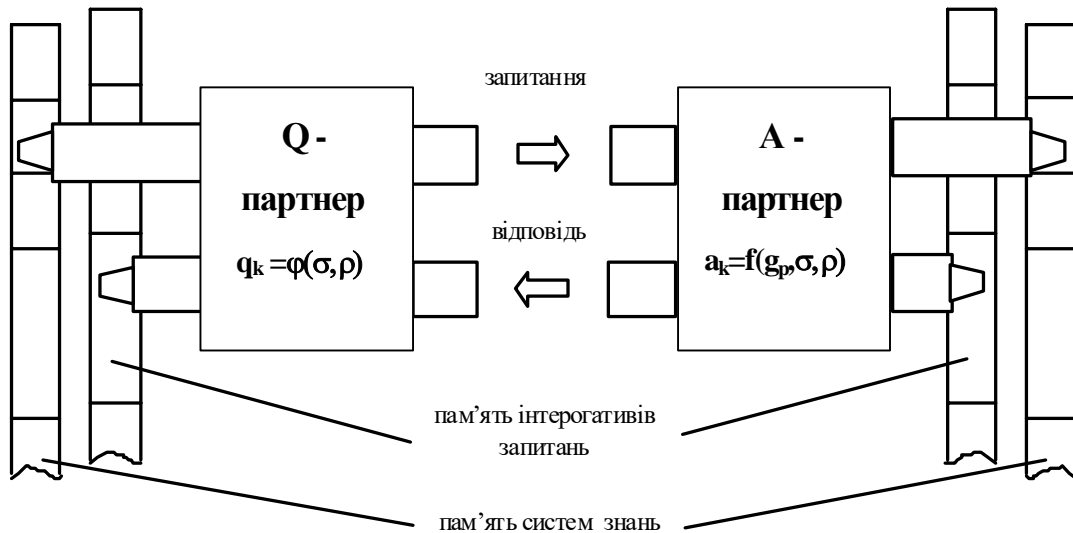


Рис. 2.6. Схема взаємодії інтелектуальних партнерів:

“Q –партнер” – партнер, який ставить запитання, “A – партнер” – партнер, який відповідає на запитання; q_k – поточне запитання; σ – суб’єкт; ρ – передумова; a_k – поточна відповідь; g_p – аргумент мети діалогу

Рішення економічної проблеми реалізується як діалог з системою підтримки прийняття рішень, у ході якого активний Q – партнер крок за кроком зменшує невизначеність знань по відношенню до деякого економічного об’єкта. Якщо діалог створюється експертом апріорно, то в деяких точках сценарію партнер – агент може звернутися до програмного агента для виконання розрахунків. Опис сценарію діалогу в цьому випадку зберігається в пам’яті відповідного агента як послідовність інтерогативів питань.

2.5 Група інтелектуальних агентів та діалоговий сценарій для прийняття рішень

Подальшим розвитком моделі взаємодії партнерів з метою вироблення економічних рішень є розширення складу партнерів до групи спеціалізованих агентів. Усі потреби інтерактивного спілкування з метою одержати нове знання зводяться до взаємодії інтелектуальних партнерів в таких формах:

- «розмови з самим собою»; ми будемо вважати, що ця форма слугує для внутрішньої обробки знань одного з інтелектуальних партнерів з метою її актуалізації;
- «дискусії», коли два партнери в діалозі породжують нове знання;
- «передачі знань» системі з меншим рівнем знань.

Архітектура діалогової системи для реалізації взаємодії інтелектуальних партнерів використовує концепцію деякої абстрактної машини. Ця машина є мультиагентною системою (МАС), яка містить Діалогову Базу (ДіБЗ) знань із повним описом стимулів і реакцій партнерів. Поводження партнерів моделює група інтелектуальних агентів. Як агенти, так і ДіБЗ є компонентами Машини Діалогу. Агент розуміється в значенні як складова частина моделі свідомості, структура якого моделює прості елементи функціонування інтелекту. Розглянемо МАС для системи підтримки прийняття організаційно-економічних рішень (ППР).

Будемо вважати, що інтелектуальний агент є віртуальним чи фізичним об'єктом, який здатен:

- a) діяти на об'єкти в деякому середовищі, на інших агентів та на себе;
- b) прагнути деяких цілей та діяти під впливом мотивації;
- c) спілкуватися з іншими агентами;
- d) сприймати середовище «рецепторами» та підтримувати його модель;
- e) мати деякі обов'язки та надавати послуги; бути спроможним накопичувати ресурси та діяти автономно;

f) прагнути самозбереження, для чого копіювати себе.

Наділимо властивостями а)...f) агентів, які утворюють МАС системи ППР. Для бази знань цієї системи використаємо модель семантичної мережі. Введемо кілька агентів для моделювання діалогової поведінки партнерів під час прийняття рішень (рис 2.7).

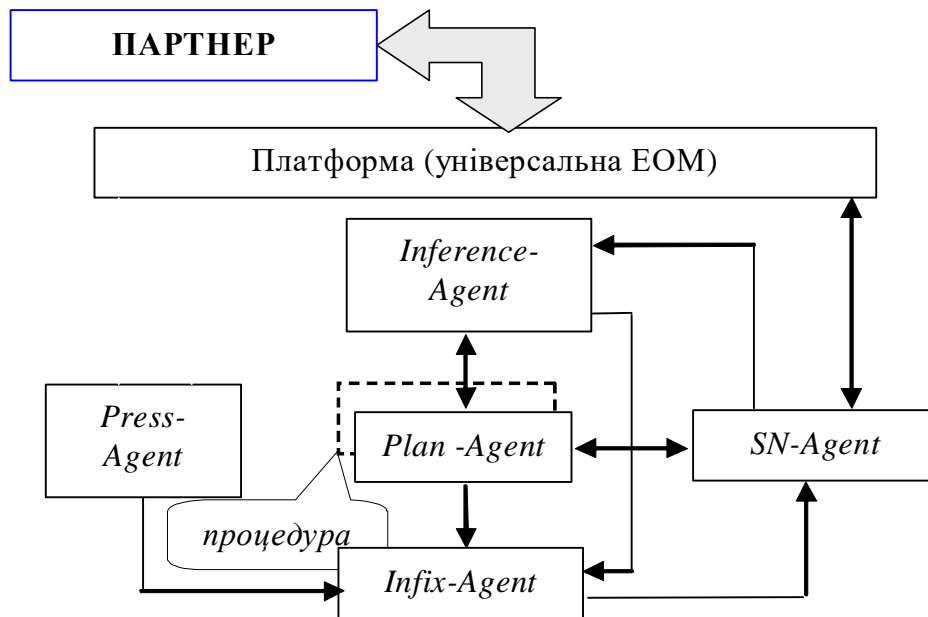


Рис. 2.7. Мультиагентна система спілкування

Призначення агентів, показаних на рис. 2.7.:

- *SN-Agent* підтримує семантичну базу знань (Semantic Network);
- *Inference-Agent* реалізує механізм виводу (Inference Mechanism);
- *Plan-Agent* генерує кроки діалогу та керує сценарієм діалогу;
- *Press-Agent* є презентаційним агентом, який засобами ЕОМ спілкується з партнером;
- *Infix-Agent* реалізує механізм вводу нових знань.

Цей *Infix-Agent* є відмінністю в архітектурі МАС ППР. Завдяки *Infix-Agent* інтелектуальна МАС стає симетричною: з одного боку, вона генерує повідомлення партнеру, які є логічним виводом із бази знань. З іншого боку,

МАС породжує послідовність логічних виводів для таких питань (повідомлень) партнеру, відповіді на які *Infix-Agent* може передати *SN - Agent*'у для вводу їх в базу знань.

Розглянемо для прикладу поведінку *Infix-Agent*'а.

Середовищем для цього агента є партнер з його знаннями. *Infix-Agent* діє також на *Press-Agent*, та на *SN-Agent*. Він **спілкується** з *Plan-Agent* для визначення ідентифікатора кроку діалогу та з *Inference-Agent* для того, щоб отримати від нього *суб'єкт* та *передумову*. Вони є компонентами кроку діалогу, який ми подаємо як *ситуацію* «запитання – відповідь». **Моделлю** середовища *Infix-Agent*'а є формальна модель логіки запитань-відповідей. **Ресурсом**, який цей агент накопичує, є знання, а **ціль**, яку він переслідує – зниження рівня невизначеності в системі знань МАС, якій належить *Infix-Agent*.

Для реалізації процедур *Plan-Agent* може їх викликати (зображено пунктиром на рис. 2.7).

Нижче наводимо інформаційні моделі для побудови так званого динамічного сценарію діалогу.

Породження послідовності кроків діалогу, яка не вбудована в процедуру, можна вирішити двома шляхами. Перший – це створити сценарій аргіогі і зберігати його в постійній пам'яті ЕОМ. Для здійснення такого сценарію потрібен інтерпретатор. Наприклад, така технологія використовує засоби HTML для опису сценарію та броузери для його реалізації. Якщо сценарій створюється за цією технологією, то участь експерта – фахівця відповідної предметної сфери обов'язковий. Цей фахівець у випадку створення діалогу для взаємодії з ЛПР повинен мати знання та вміння з таких питань:

- знати структуру бази знань та мову маніпулювання знаннями;
- методи прийняття рішень;
- методи побудови сценаріїв;
- специфікації для програміста, який напише процедури, необхідні для деяких кроків діалогу.

Якщо послідовність кроків діалогу та самі кроки генеруються деякою глобальною процедурою під час реалізації сценарію, то зусилля експерта – фахівця потрібні, в ідеалі, тільки для створення такої процедури. Розглянемо далі розширення еротематичного підходу для того, щоб можна було описати формальним чином не тільки побудову кроків діалогу, а й вирішити задачу визначення наступного, альтернативного кроку. Це забезпечить реалізацію предметних діалогів як логічний вивід на знаннях, які має СППР.

Перш за все нам необхідно розглянути модель подання знань СППР, оскільки процедура породження діалогу користується цими знаннями для побудови сценарію. Відомо, що моделі бази знань можуть бути зведені одна до другої, тому припустимо, що знання СППР про предметну галузь, для якої призначена ця СППР, підтримуються моделлю «сутність – зв'язок». Назвемо ці складові бази знань категоріями. Оскільки ми будуємо інтелектуальну систему взаємодії ЛПР з СППР, використаємо такі аналогії когнітивної поведінки людини для моделювання цієї поведінки компонентами СППР:

- людина сприймає інформацію за власною ініціативою;
- людина сприймає, зберігає та використовує нечітку або не повністю «істинну» інформацію.

Для моделювання ініціативи інтелектуальної системи звертатися до середовища за інформацією можна скористатися теорією потреб людини. У відповідності з п. 0, людина потребує інформації для задоволення інших життєво важливих (крім інформації) потреб. Може бути, що ці потреби відсутні в даний час, тоді діє природній механізм «цікавість» (допитливість). Логічно припустити, що обидві ці причини «запускають» механізм збору інформації у випадку, якщо у знаннях інтелектуальної системи не вистачає знань відносно деякої категорії, яка вже представлена в базі знань. Наприклад, у знаннях про клієнта банку є інформація про його платіжну спроможність, але невідомий ступінь достовірності цих даних. Співробітник банку, «усвідомивши» своє «незнання» з цього приводу, скористається якимось інтерфейсом (телефон і

т.ін.) і поставить запитання партнеру, у якого може бути інформація з цього приводу.

Наділимо СППР компонентою архітектури, яка:

- усвідомлює «незнання», або невизначеність своїх знань;
- моделює «цікавість».

Для забезпечення цих функцій приймемо, що категорії «сутність» та «зв'язок» є взаємно перехідними. Наприклад, відношення (яке реалізує категорію «зв'язок») «є зеленим кольором» може в іншому контексті бути екземпляром типу категорії «колір». Припустимо, що предметна область, яка моделюється базою знань, має N категорій. Кожній категорії можна приписати позначку 1; 2; 3; ... У відповідності з принципами багатозначної логіки категоріям, які мають однаковий рівень невизначеності, припишемо однакову позначку. Більше значення позначки означає «більш невизначена», а менше значення позначки - «менш невизначена» категорія. Оскільки в корені ієрархії типів категорій знаходиться власне поняття «категорія», то усе дерево типів не може бути визначеним остаточно, якщо припустити, що в базу знань можна додавати нову категорію як тип, а не вважати це модифікацією схеми бази знань. Це означає, що інтелектуальна система може будуватися так, що при досягненні повної визначеності категорій, які вже є в базі знань, система звернеться до партнера з запитанням: «Яка нова категорія, крім відомих системі, існує в даній предметній галузі та може бути введена в базу знань?»

Розглянемо два випадки організації бази знань СППР:

а) Схема бази знань визначена у тому розумінні, що новий тип категорій найвищого рівня може вводити адміністратор, змінюючи саму схему.

б) Новий тип категорій може вводитися в базу знань без обмежень. Це означає, що кількість категорій у цьому випадку невідома.

На рис. 2.8. зображена структурна модель компонентів СППР, які будують сценарій взаємодії партнерів, що вирішують проблеми людини та самої СППР.

Розглянемо поведінку системи у випадках а) та б).

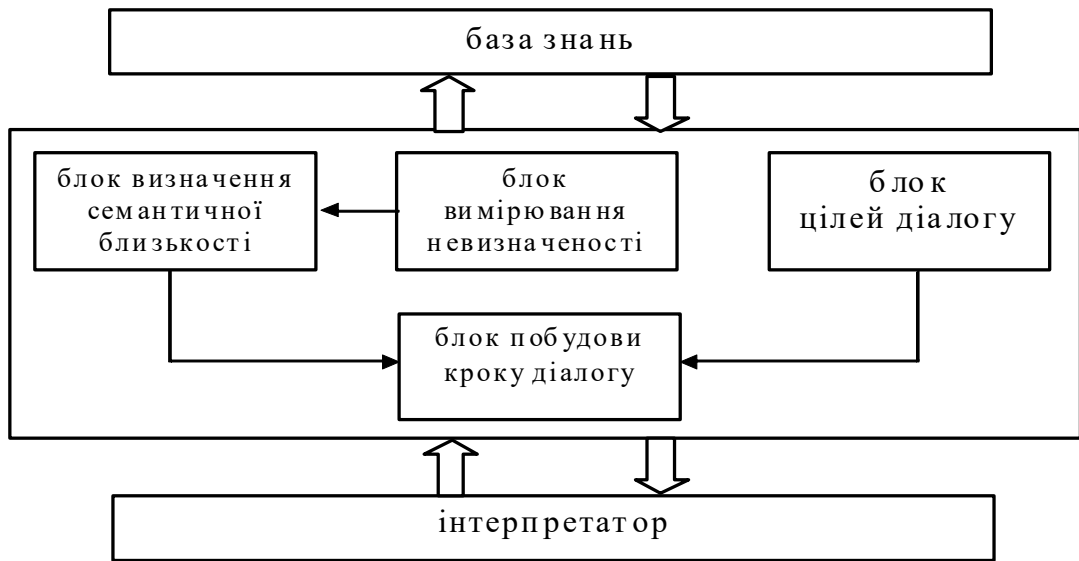


Рис. 2.8. Модель породження сценарію діалогу

Зазначимо, що блок цілей діалогу діє однаково в обох випадках. Він ставить партнеру запитання, відповідь на яке визначає предметну область, в якій СППР буде шукати рішення. У випадку а) блок виконує пошук множини категорій з найбільшим значенням невизначеності.

Висновки до розділу

В даному розділі досліджені складові моделі інформаційної взаємодії ЛПР з іншими ЛПР та компонентами СППР: перцептуальний цикл Найсера, логіку запитань – відповідей, розподілений в мережі сценарію метод логічного висновку, тернарне представлення знань «об’єкт-властивість-відношення», концепцію інтелектуального агента. Подана модель раціонального вибору так, що вибір реалізується як послідовність кроків діалогу.

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ КОМУНІКАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ

Створено алгоритм та прототип програми для адаптації інформації, яку надає комп'ютерна система підтримки прийняття рішень менеджерам – учасникам прийняття рішень, до їх когнітивних особливостей і переваг. Архітектура комунікативного «вирішувача» задач використана для побудови компонентів СППР для прийняття раціональних рішень пов'язаних з практикою проведення торгівельних переговорів під час вирішення задачі придбання товару або продукції.

3.1 Об'єктно-орієнтована модель комунікативного процесу прийняття рішень

Наведемо перелік функцій, які треба виконати для прийняття рішення, в рамках об'єктно-орієнтованого аналізу (ООА). Скористаємося проектними процедурами для означення та категоризації функцій системи прийняття рішень. Перелік функцій наведено в таблицях.

Таблиця 3.1

Функція ідентифікації проблеми

| | Функція | Категорія |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Пошук інформації у власній інформаційній базі даних чи знань | явна |
| 2. | Пошук інформації шляхом одержання його від середовища (у тому числі від інтелектуального партнера) | явна |
| 3. | Розпізнавання проблеми (вибір?) | неявна |

Таблиця 3.2

Функція ведення моделі користувача (АПР)

| № | Функція | Категорія |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Визначення когнітивного типу користувача для оптимізації презентаційної функції. | неявна |
| 2. | Ведення бази даних моделей АПР | неявна |

Комунікативна функція – це відповідь на запитання різного роду з метою поповнення інформаційного поля, збору даних, пошук відсутньої інформації.

Таблиця 3.3

Комунікативна функція

| | Функція | Категорія |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Обслуговування інтерфейсу між учасниками процедур прийняття рішення. | явна |
| 2. | Організація інтерфейсу між АПР та базами даних і знань | неявна |
| 3. | Організація інтерфейсу із зовнішнім середовищем на рівні стимул-реакція | явна |
| 4. | Організація інтерфейсу із зовнішнім середовищем на рівні знакових систем (мова) | явна |
| 5. | Планування ітеративного процесу ЛПР та інших форм | неявна |
| 6. | Пошук елементів знань з максимумом ентропії | неявна |

Таблиця 3.4

Функція формування запитання як елемента кроку діалогу на множині відношень

| № | Функція | Категорія |
|----|------------------------------------------|-----------|
| 1. | Формування множини альтернатив запитання | неявна |
| 2. | Формування вимог передумови | неявна |

Таблиця 3.5.

Функція формування альтернатив для процедури вибору

| № | Функція | Категорія |
|----|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Формування множини пред'явлення для класу добре структурованих проблем | явна |
| 2. | Формування множини пред'явлення для класу слабо структурованих проблем | явна |

Таблиця 3.6.

Функція оцінки, порівняння альтернатив, розрахунків

| № | Функція | Категорія |
|----|--------------|-----------|
| 1. | Чіткі дані | явна |
| 2. | Нечіткі дані | явна |

Таблиця 3.7.

Функція підтримки інформаційного поля структури управління економічним об'єктом

| № | Функція | Категорія |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Підтримка бази даних, яка містить модель предметної області | неявна |
| 2. | Підтримка метаданих та метазнань (обмежень) | неявна |
| 3. | Підтримка бази знань, в тому числі правил вибору і нечітких знань для порівняння альтернатив | явна |

Таблиця 3.8.

Об'єкти та відношення для СППР

| | Термін | Означення |
|----|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Прийняття рішення | Ідентифікація проблеми, знаходження множини альтернатив, раціональний вибір за деякими правилами, авторизація. |

| | | |
|----|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Вибір | Виділення із пред'явленої множини альтернатив Y за деяким правилом не пустої підмножини $Y \subseteq X$, яка називається «вибір з X » |
| 3. | Альтернатива | В теорії твердження, з яких складається множина <i>суб'єкту запитання</i> . В теорії прийняття рішення – одна з можливих дій, яку ЛПР може прийняти як рішення або його складову. |
| 4. | ЛПР | Особа, яка є виконавцем етапів прийняття рішення |
| 5. | Агент | Загальна назва учасників прийняття рішення, які обслуговують ЛПР або самі є ЛПР, у тому числі компоненти інтелектуальних програмних модулів, а також: <ul style="list-style-type: none"> - мають мету своєї діяльності, яка визначає мету діалогу; - мають пам'ять; - у цій пам'яті підтримують модель світу; - можуть виконувати логічні висновки (умовивід); - мають засоби комунікації для передавання повідомлень партнерові; - мають засоби для сприйняття повідомлень від партнера. Агент є різновидом <i>актора</i> в розумінні об'єктно-орієнтованої концепції. |
| 6. | Діалог | Взаємодія двох агентів шляхом передавання запитання і отримання відповіді |
| 7. | Крок діалогу | Події, які відбуваються в межах від визначення предмету запитання до отримання і розміщення в пам'яті агента (партнера) відповіді на запитання |
| 8. | Запитання | Твердження, яке має форму інформаційного повідомлення, таке, що містить невизначеність відносно об'єктів та їх характеристик (властивостей, атрибутів і т.п.) предметного світу, у якому діють і модель якого підтримують агенти. Передбачається, що запитання має формальне подання, визначене (1) і що будь-яке інформаційне повідомлення агентіві-партнеру можна представити запитанням |
| 9. | Відповідь | Твердження, яке має форму інформаційного повідомлення, таке, що пов'язане логічно з запитанням і усуває невизначеність, яку містило запитання. Запитання має формальне подання (2) |

| | | |
|-----|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. | Передумова | Найбільш загальні вимоги до відповіді, які містяться в інтерогативі і які агент-партнер використовує для конструювання відповіді |
| 11. | Суб'єкт запитання | Множина альтернатив, з яких формується відповідь, і які експліцитно або неявно визначені самим запитанням |
| 12. | Правило вибору | Евристичні, експертні представлені формальним чином правила для здійснення логічного умовиводу відбору альтернатив у процесі вибору |
| 13. | Структура над множиною альтернатив | Методи, відношення та шкали для оцінки альтернативних рішень в процесі економічного вибору |
| 14. | Механізм вибору | Сукупність «структури над множиною альтернатив» та правил вибору |
| 15. | Інформаційне повідомлення | Найменше неподільне твердження, яке має вербальну форму, може передаватися засобами знакової системи і таке, що містить смисл |

Людина, що приймає рішення, наприклад, менеджер або керівник, найчастіше у процесі вироблення цього рішення взаємодіє з іншими людьми або з джерелами інформації на різних етапах прийняття рішення.

Представимо рішення проблеми як вирішення деякої множини задач, на які можна розбити цю проблему (метод декомпозиції задач на підзадачі). Далі, кожну таку задачу можна представити як вирішення однієї або деякої множини ситуацій «питання-відповідь» в рамках моделей. Визначимо дії, які необхідно виконати для постановки запитання і отримання відповіді на це запитання.

1. Ідентифікація елемента знань, відносно якого слід формувати запитання.
2. Формування суб'єкту запитання, тобто множини альтернатив у експліцитній формі або за допомогою деякої функції. Ця множина є пред'явленням з точки зору раціонального вибору.
3. Формування передумови запитання, тобто загальних вимог до множини альтернатив, які встановлюють обмеження на вибір.
4. Інтерпретація інтерогативу (який є формальним представленням запитання) у форму повідомлення для передачі його пасивному партнерові.

5. Передавання повідомлення партнерові через комунікативний канал.
6. Процедура оцінки альтернатив з метою порівняння їх за деякими критеріями і шкалами (або відношеннями, які визначають раціональний вибір в управлінні). В теорії вибору ця процедура використовує «сукупність відомостей δ , що забезпечують можливість зіставляти альтернативи і яка називається «структурою над A »».

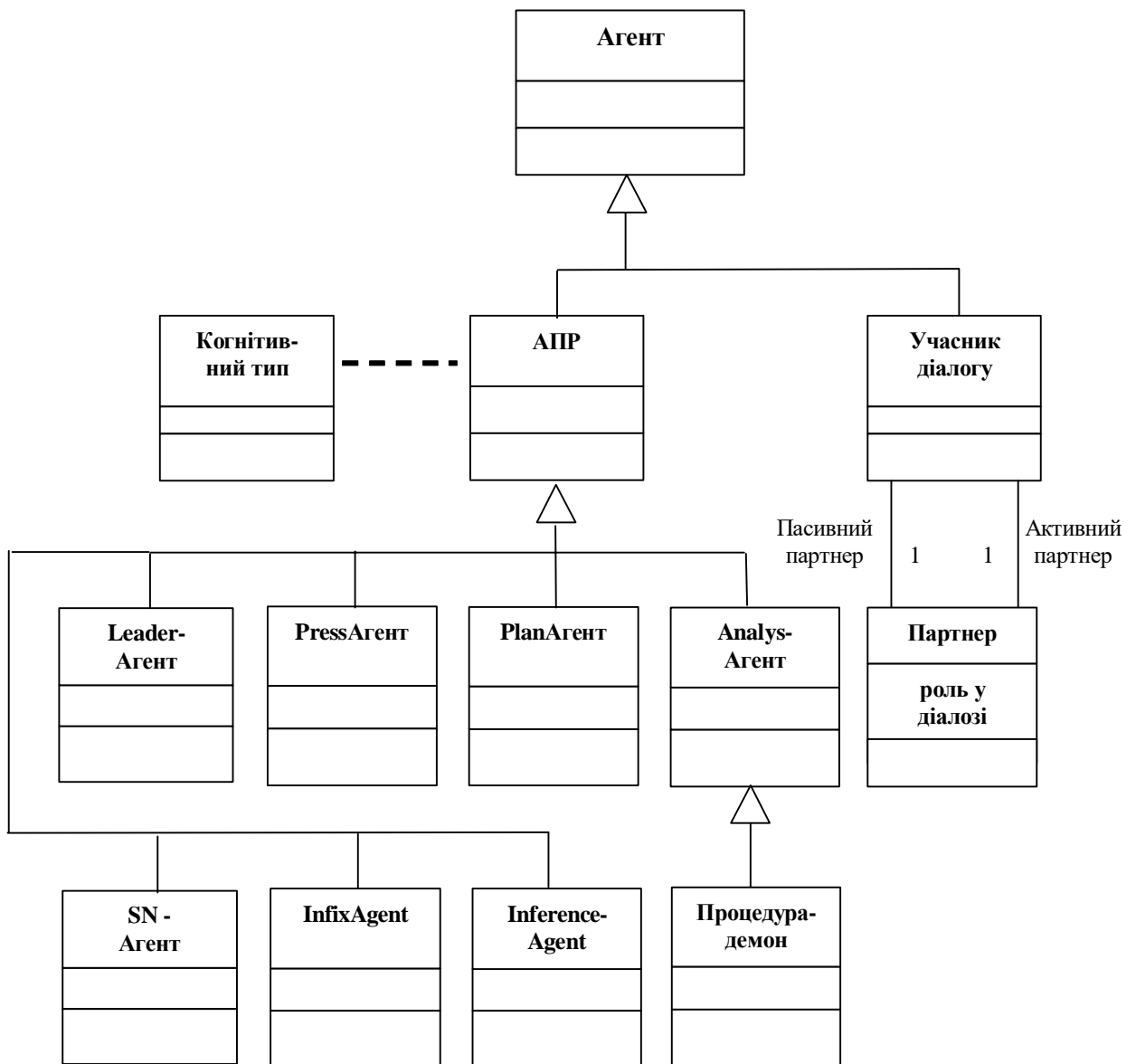


Рис. 3.1. Діаграма класів для множини агентів

7. Застосування правил вибору до суб'єкту, які в теорії вибору називаються «правилом вибору π » і що є інструкцією для пасивного партнера, який виконує роль ЛПР.
8. Інтерпретація відповіді у форму (наприклад, вербальну) повідомлення для передачі його пасивному партнерові.
9. Передавання повідомлення партнерові через комунікативний канал.
10. Перевірка відповідності запитання вимогам передумови запитання.
11. Відмова від прийняття відповіді у випадку невідповідності інтерогативу запитання .
12. Авторизація відповіді-рішення (чи мікро рішення).

Наведемо (рис. 3.1) в нотації UML (Unified Modeling Language, тобто Уніфікована Мова Моделювання) діаграму класів для множини агентів групової агентної системи підтримки прийняття рішень (ГАСППР).

Отже, визначені функції кожного АПР – учасника групи прийняття рішень для створення програмних систем на основі об'єктно-орієнтованого підходу (ООА та ООП), побудовані діаграми в нотації Уніфікованої Мови Моделювання (UML) для подальшої генерації програмного коду CASE – засобами.

3.2 Реалізація інтелектуального агента з врахуванням когнітивної характеристики

Концепція визначення когнітивного стилю ЛПР відповідає методам, які використовуються в інтелектуальних комп'ютерних системах навчання.

Загальна структуру побудови модулів відображена на рис. 3.2.

Менеджер тестів запускає файли тестів, відповідно до інформації з конфігураційного файлу, який містить назви тестів і порядок їх пред'явлення. Після того, як менеджер тестів сформував тестову послідовність, він починає запускати на виконання файли тестів, після чого кожний тест пред'являється

користувачеві (АПР). Коли тест завершений, він повертає управління менеджеру тестів, який запускає черговий тест, так відбувається до завершення тестової послідовності. Потім формуються результати тестування, і програма завершує свою роботу.

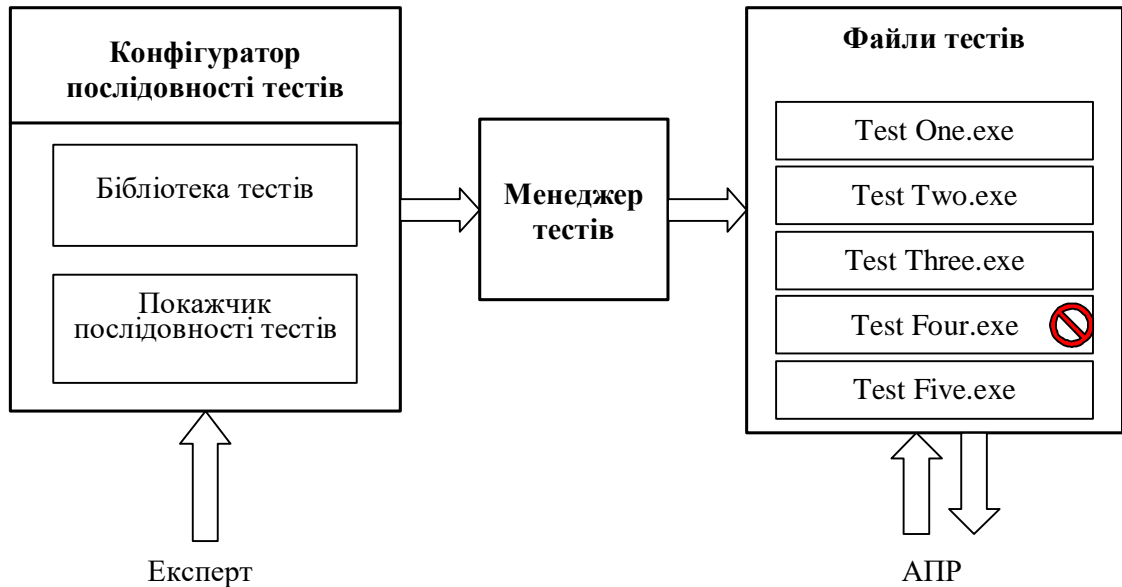


Рис. 3.2. Загальна структура пакету програм

Об'єктна модель і ієрархія об'єктів. Для реалізації пакету програм використовувалася мова програмування Delphi. В цьому середовищі створення додатків базується на парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування, тому була створена об'єктна модель, що відображає ієрархію і взаємодію об'єктів в додатку.

Можна використати різні підходи до розробки об'єктно-орієнтованих додатків. Один з них полягає у виконанні наступних кроків:

- Визначення основних об'єктів для вирішення даної задачі.
- Визначення стану для цих об'єктів.
- Визначення другорядних об'єктів і їх захищених даних.
- Розробка ієрархії класів.

- Ідентифікація ключових повідомлень, які повинні обробляти об'єкти кожного класу.
- Розробка методів для обробки всіх повідомлень.
- Основними класами пакету програм, які розроблені для тестування АПР і визначення їх когнітивних стилів, є:

- **TApplication** – клас, що включає всі властивості додатку і методи для управління ним. Об'єкти цього класу застосовуються для запуску додатків в середовищі Windows.

- **TForm** – реалізує об'єкт "Вікно" і є контейнером всіх елементів інтерфейсу додатку.

- **TEdit** – клас, який реалізує елемент управління "поле введення". Використовується для створення зон редагування тексту.

- **TButton** – реалізує об'єкт "Кнопка", використовується для створення управляючих елементів для відстежування натиснень на кнопку миші.

- **TTimer** – не візуальний об'єкт, який генерує і посилає події по закінченню заданого проміжку часу. Використовується для відстежування інтервалів часу.

- **TPanel** – клас, який є контейнером для інших інтерфейсних елементів вікна діалогу. Застосовується для угруповання компонентів.

Всі перераховані класи інкапсулюють в собі візуальні і не візуальні компоненти віконного середовища, і використовуються для управління програмою і створення інтерфейсу користувача.

Найбільш активно використовуваний клас - це **TForm**, який є контейнером для інших компонент додатку і інкапсулює в собі стандартні віконні засоби Windows. На рис. 3.3 показано дерево спадкоємства для класу **TForm**. Як видно з рисунка, ієрархія класів складна, має багато рівнів спадкоємства. Тому екземпляр класу **TForm** має всі властивості класів, від яких він успадковуваний, і ті властивості, які додані в процесі створення даного додатку.

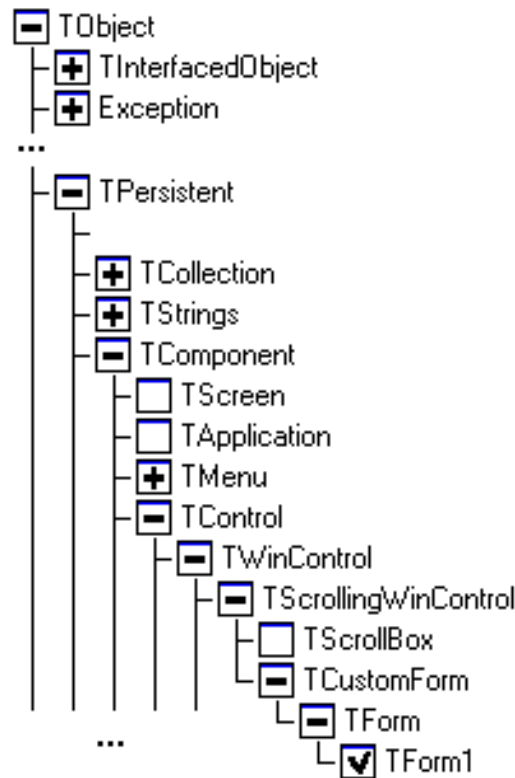


Рис. 3.3. Дерево спадкоємства для класу TForm

TForm є основним об'єктом будь-якого віконного Windows-додатку, і містить всі інтерфейсні компоненти у собі. Пакет програм має шість файлів, що виконуються, кожний з яких містить по одному об'єкту класу TForm. В усіх файлах тестів TForm є інтерфейсні елементи, які використовують для побудови діалогу тестування ЛПР. Внаслідок того, що при реалізації тестів були використані такі методи організації тестування, які відповідають звичайній бланковій формі пред'явлення випробовуваному, то всі файли, що виконуються, мають об'єкт класу TForm, і він має однакові інтерфейсні компоненти.

Ідеологія створення додатків для Windows і об'єктно-орієнтована парадигма програмування припускають для реалізації алгоритмів функціонування додатку створення обробників подій, що виникають в процесі діалогу з користувачем. Для реалізації пакету програм була вибрана саме така технологія створення додатків, тому логіка алгоритмів проведення тестування залежить від реакції користувача на стимули, що пред'являються через візуальні елементи управління, інкапсульовані в Tform (рис. 3.4).

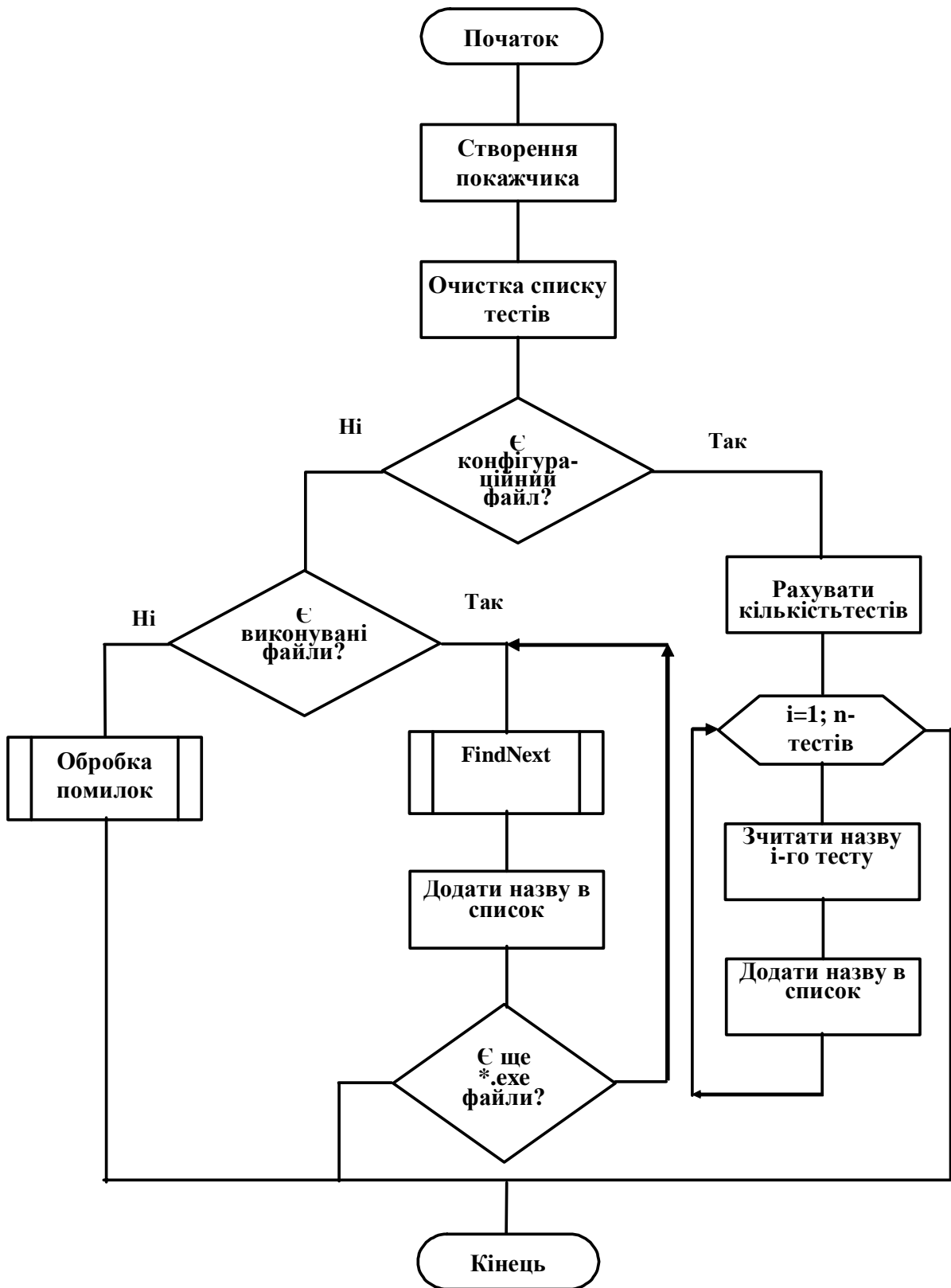


Рис. 3.4. Алгоритм для обробника події TForm.OnCreate модулю Launcher.exe

TForm.OnCreate модуля Launcher.exe є менеджером тестових послідовностей. На рис. 3.5 приведена типова блок-схема алгоритму для всіх

модулів тестування.

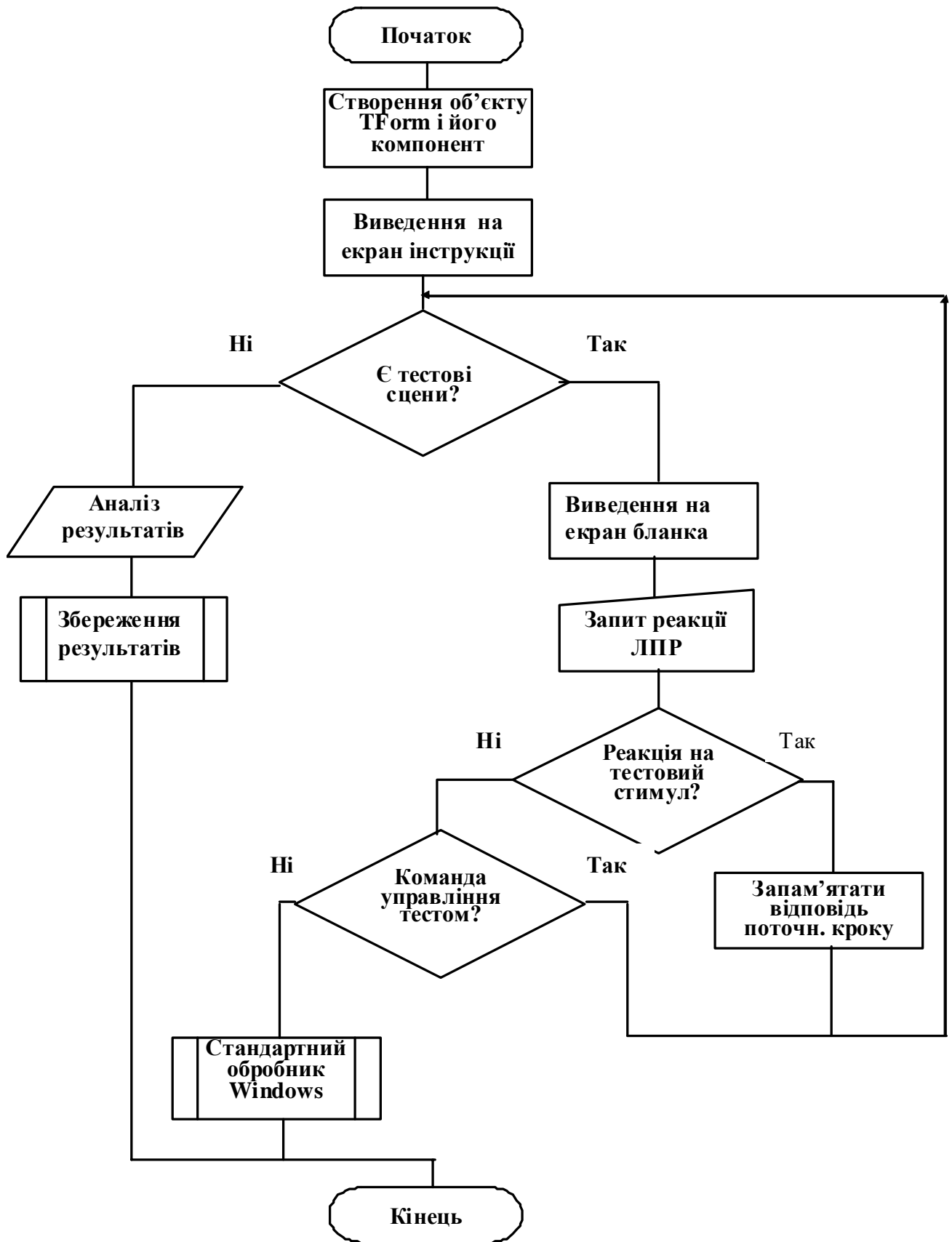


Рис. 3.5. Типова блок-схема алгоритму модулів тестування

Пакет програм реалізований у вигляді окремих модулів, які пред'являються менеджером тестових послідовностей в процесі тестування. Реалізовано п'ять тестів для визначення когнітивного стилю людини, що приймає рішення (ЛПР). Тести пред'являються ЛПР по черзі, без переривання тестування. Після завершення одного тесту відразу виводиться вікно наступного тесту.

На початку пред'явлення виводяться пояснення до тесту, оформлені у вигляді інструкції, яка містить опис матеріалу. Прочитавши інструкцію, ЛПР повинен натискувати кнопку "Почати". Після цього відбувається пред'явлення матеріалу. Залежно від виду тесту матеріалом може бути текст, звуки, графіка або цифрові послідовності.

Після пред'явлення матеріалу модель тестування переходить в режим очікування реакцій користувача. Залежно від виду тесту, елементами управління для сприйняття реакції користувача, можуть бути кнопки, зображення або зони редагування. ЛПР повинен натискувати ліву кнопку маніпулятора, коли курсор знаходиться над елементом управління, або ввести необхідний текст в зону редагування, використовуючи клавіатуру.

Після реєстрації реакцій випробовуваного на пред'явлені стимули, модуль тестування переходить до наступної тестової сцени, якщо така існує. Якщо ж наступна тестова сцена відсутня, то поточний модуль тестування завершує свою роботу, і передає управління менеджеру тестових послідовностей. Припинити виконання тесту можна на будь-якому етапі тестування. Для цього слід натискувати кнопку "Виконаний".

Для прикладу наведемо опис одного з тестів, які пропонуються ЛПР для визначення його когнітивного стилю.

Це четвертий тест з тестової послідовності. Він використовує графічне представлення інформації. У вікно тесту виводиться зображення, яке містить певну комбінацію графічних примітивів (лінії, овали, квадрати, криві). ЛПР повинен доповнити зображення вибраним з приведених альтернатив

фрагментом. Для вказівки вибраного фрагмента потрібно підвести до нього курсор миші, а потім натискувати ліву клавішу.

Коли відповідь зафіксована, відбувається порівняння з правильною відповіддю, а потім здійснюється перехід до наступної сцени. На РИС. 3.6 приведений вигляд вікна 4-го тесту.

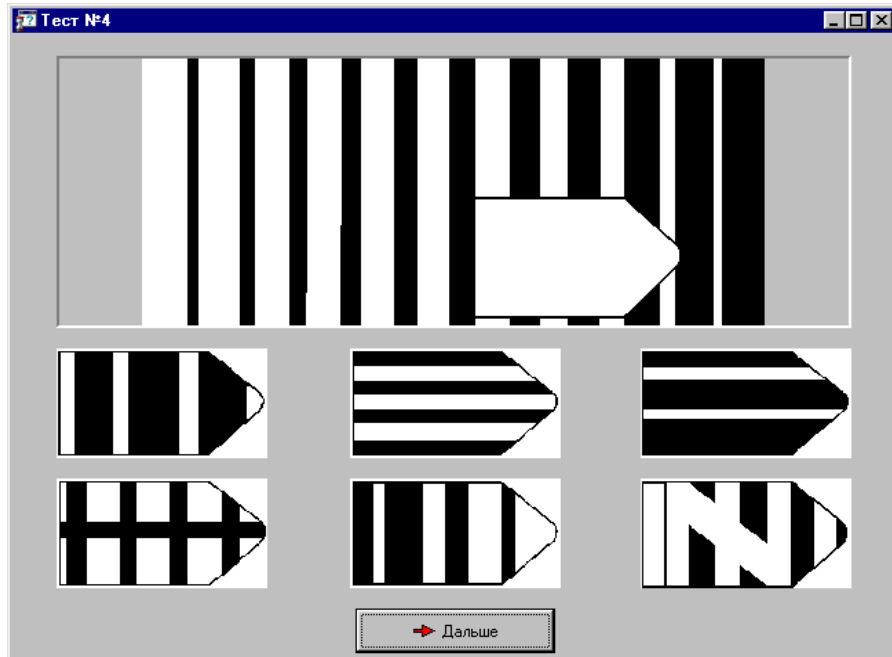


Рис. 3.6. Вікно тесту №4

Опис структури файлів. Файли конфігурації. Для конфігурування черговості і способу запуску окремих тестів з батареї тестів використовується файл Launcher.rc. Цей файл знаходиться в основному каталозі пакету програм, і використовується кожного разу при запуску основного додатку – Launcher.exe.

Під час запуску пакету програма Launcher.exe відкриває свій файл конфігурації і читає з нього назви тестів в тій послідовності, в якій вони будуть пред'явлені, після цього програма переходить в режим тестування. Якщо під час звернення до файла відбувається помилка, то програма видає відповідне повідомлення і після цього створює новий файл, який містить назви всіх файлів, що знаходяться в поточному каталозі додатку. Після цього програма переходить в режим конфігурування послідовності пред'явлення тестів.

Файл Launcher.rc має наступний вигляд:

```
*-----Початок файлу -----
  [Preferences]
  startup=test
  [LaunchList]
  testnum=5
  1=TestOne
  2=TestTwo
  3=TestThree
  4=TestFour=Skipped
  5=TestFive
*-----Кінець файлу -----
```

Користувач не повинен працювати з файлом конфігурації, тому для файлу Launcher.rc включений режим "File Read only". Структура файлу конфігурації приведена в табл. 3.9.

Таблиця 3.9.

Структура файлу конфігурації

| Назва поля | Значення | Призначення |
|---------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [Preferences] | — | Ідентифікатор загального заголовка, по якому програма визначає свій формат |
| Startup | Test | Заголовок для перевірки коректності створеного конфігураційного файлу |
| [LaunchList] | — | Ідентифікатор секції переліку всіх доступних тестів. Все, що знаходиться під цією секцією, це назви тестів |
| Testnum | Кількість тестів | Поле, яке задає кількість тестів, доступних для відображення |
| 1, 2, ..., N | Назви тесту | Поле, назвою якого є порядковий номер тесту, заданого як значення параметру |

Файли результатів. Програма веде протокол відповідей користувача на всі тестові завдання, тому файл `Result.rc` містить інформацію про всі результати пройдених тестів.

Файл має наступний вигляд:

```
*-----Початок файлу результатів -----  
    [TestOne]  
    Right=15  
    [TestTwo]  
    Right=4  
    [TestThree]  
    Right 1=25  
    Wrong 1=0  
    TimePT 1=0:00:03  
    Right 2=25  
    Wrong 2=1  
    TimePT 2=0:00:00  
    Right 3=0  
    Wrong 3=25  
    TimePT 3=0:00:00  
    Right 4=0  
    Wrong 4=25  
    TimePT 4=0:00:00  
    Right 5=0  
    Wrong 5=25  
    TimePT 5=0:00:00  
    [TestFive]  
    Right 1=4  
    Right 2=4  
    Right 3=3  
    Right 4=2  
    Right 5=4  
    Right 6=3  
    Right 7=3  
    Right 8=3  
    Right 9=1  
    Right 10=2  
*-----Кінець файлу результатів -----
```

Структура файлу результатів наведена в табл. 3.10.

Таблиця 3.10.

Структура файлу результатів

| Назва поля | Значення | Призначення |
|-------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [Test_Name] | Назва тесту | Ідентифікатор тесту. Все, що знаходиться нижче цієї секції, до наступної, що належить до цього тесту |
| Right | Правильних відповідей | Кількість правильних відповідей для всього тесту. Якщо після ключового слова є цифра, це значить, що кількість неправильних відповідей відноситься до окремої сцени тесту |
| Wrong | Неправильних відповідей | Кількість неправильних відповідей для всього тесту. Якщо після ключового слова є цифра, це значить, що кількість правильних відповідей відноситься до окремої сцени тесту |
| TimePT | Час виконання тесту | Час виконання окремої сцени тесту. Час запам'ятовується у форматі <i>година:хвил:сек</i> |

3.3 Опис модуля для діалогової підтримки прийняття рішень

В асиметричних переговорах стратегією активного учасника є повідомлення множини варіантів угод, з якого контрагент вибирає найкращий для себе варіант. Інтереси учасників описуються лінійними функціями двох

змінних. Активній стороні відомий лише інтервал можливих значень параметра цільової функції контрагента.

Існує два способи ведення переговорів: виходячи з позицій сторін і виходячи з єдиних для сторін принципів. На початку позиційних переговорів кожна зі сторін для досягнення найбільш вигідної домовленості займає крайню позицію, висуваючи найменш прийнятний для інших план угоди. Ця позиція наполегливо відстоюється з метою викликати у іншої сторони ілюзію щодо можливостей компромісу. Потім роблять невеликі поступки, необхідні тільки для продовження переговорів. Чим більш тверді позиції займають сторони і чим не значніші їхні поступки, тим більше часу і зусиль потрібно, щоб перейти до угоди чи упевнитися, що вона неможлива. ,

Переговори принципового характеру на відміну від позиційних здійснюються на наступних умовах:

- виключення особистісного фактора (переговори не повинні бути змаганням волі);
- зосередження на інтересах сторін, а не на позиціях (пропозиції повинні бути взаємовигідними, спектр їхній повинний бути досить широкий, щоб не упустити можливість компромісу);
- використання об'єктивних критеріїв (при оцінці варіантів пропозицій і методу ведення переговорів варто враховувати прецеденти, загально визнані норми).

Для розрахунку ризиків при проведенні торгів створений програмний модуль, який є реалізацією *Analys-agent*'а багатоагентної системи підтримки прийняття рішень. Вказаний агент побудований так, що він імітує торгового партнера і веде діалог з користувачем. Сценарій діалогу заздалегідь описаний як символічний файл, який містить запитальні змінні. Дані, які вводяться для розрахунків ризиків, є значеннями цих змінних. На рис. 3.7 та рис. 3.8 зображені вікна програми вводу даних для прийняття рішень в умовах торгів.

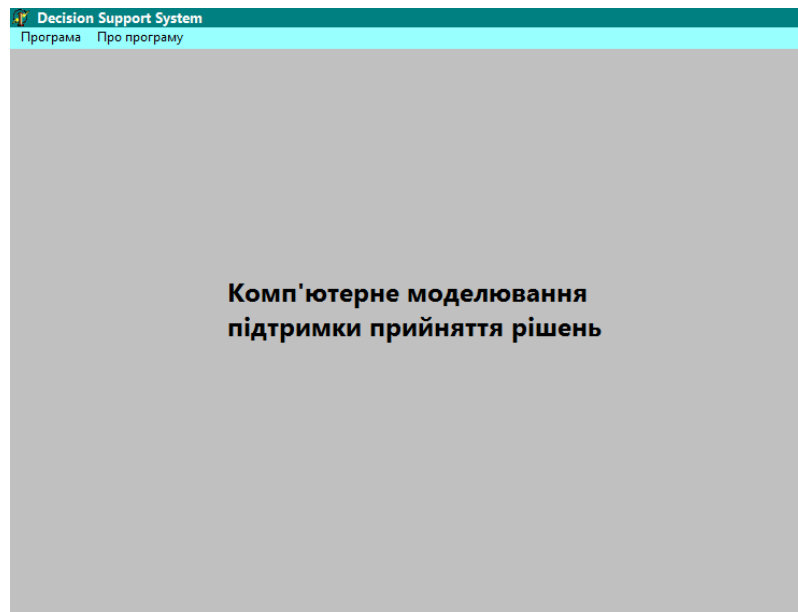


Рис. 3.7. Головне вікно програми

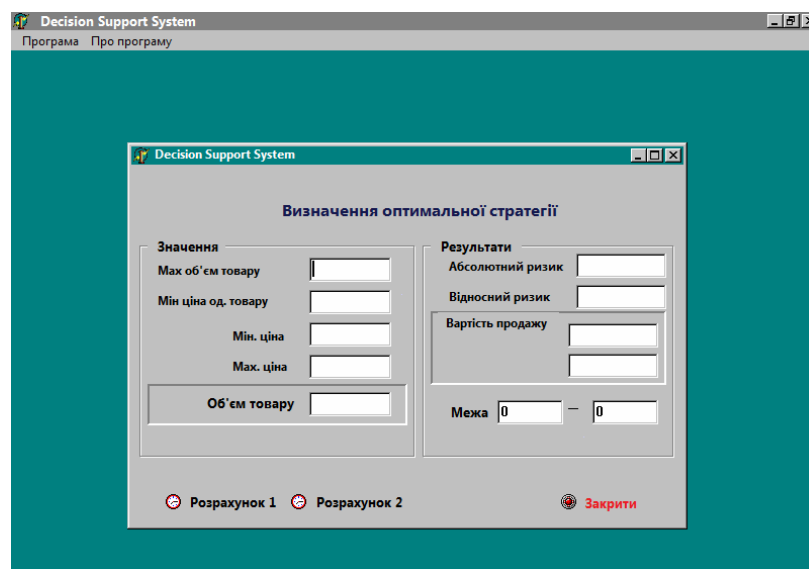


Рис. 3.8. Вікно програми вводу даних

Висновки до розділу

В даному розділі наведено реалізацію програми, яка відповідає моделі інтелектуального агента, що визначає модальність інформації для ЛПР (*Press-Agent*). Реалізовано тести для оцінки когнітивних характеристик ЛПР у складі програмного модулю адаптивної СППР. Реалізована інформаційна модель когнітивних властивостей ЛПР.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі проведено дослідження комунікативних моделей та методів в задачах підтримки прийняття рішень. Виконано аналіз існуючих автоматизованих систем підтримки прийняття рішень який свідчить, що програмісти, які створюють СППР, намагаються підвищувати рівень інтелектуальності таких систем. Це означає, що актуальними є завдання перетворення комп'ютера на партнера користувача, щоб вирішення проблем управління здійснювалось у процесі взаємодії партнерів - ЛПР.

В роботі описані моделі та виконана реалізація програмних компонентів системи підтримки прийняття рішень, які забезпечують взаємодію ЛПР для збору інформації, пошуку альтернативних варіантів рішення та здійснення раціонального вибору з множини варіантів.

В роботі описано формальну модель діалогу для автоматизованої побудови запитів до користувача - ЛПР. Розроблено елементи теорії комунікативного процесу, які представляють процедури збору інформації, пошуку альтернатив, раціонального вибору з єдиних теоретичних позицій, що забезпечує один і той самий спосіб програмної реалізації відповідних компонентів СППР. Побудовано мультиагентну модель прийняття рішень на основі концепції спеціалізованих інтелектуальних агентів.

Досліджено об'єктно-орієнтовану модель для агентів, що приймають рішення, в нотації Уніфікованої Мови Програмування (UML), що забезпечує автоматичну генерацію програмного коду CASE – засобами.

Створено засіб адаптації інформації, що подається системою підтримки прийняття рішень користувачеві – ЛПР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Олексюк О.С. Системи підтримки прийняття фінансових рішень на мікрорівні .- К. : Наукова думка .- 1998
2. Андрійчук В., Бауер Л. Менеджмент прийняття рішень і ризик . – К. : КНЕУ , 1998 .- 316с.
3. Галіцин В.К. Системи моніторингу:.- К. КНЕУ , 2000 .- 231с.
4. Ситник В.Ф. Та ін. Основи інформаційних систем: Навч. Посібник / В.Ф. Ситник, Т.А. Писаревська, Н.В; за ред. В.Ф. Ситника .- К. : КНЕУ .- 2001 .- 420с.
5. Белецький В.М., Бакуменко В.Д. Моделювання макроекономічних процесів: Монографія. – К. : УАДУ при Президентові України , 1998 .- 320с.
6. Пидкасистий А. П. Экономическое поведение потребителей. – М. : 1997. – 220 с
7. Eysenck M. W., Keane M. T. Cognitive Psychology. A Student's Handbook. 3rd edition. Lawrence Erlbaum Associates. 1995. p. 542.
8. Neisser U. Cognition and Reality. Principles and implications of cognitive psychology. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 1976. p. 230.
9. Tolman, E.C. Cognitive maps in rats and men. Psychological Review v. 55, 1948 p. 189–208
10. Harmon P., King D. Expert Systems. Artificial Intelligence in Business // -Wiley Press, 1985. -283 p.
11. Max. H. Bazerman Managerial Decision Making, 2d ed Wiley, New York, 1990
12. Пелехович Б.О. Методи штучного інтелекту в моделюванні інформаційних технологій управління інтелектуальними системами / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 63 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 13 - 29.
13. Баран С.В. Інформаційна підтримка прийняття маркетингових рішень / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка

- інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 65 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 415 - 420.
14. Галузинський Г.П. Інструментальні моделі підтримки прийняття рішень . Підходи до створення та використання / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 65 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 226 - 233.
 15. Сіроджа І.Б, Бар Б. Система підтримки прийняття рішень в електронній торгівлі через Інтернет // Системний аналіз, управління і інформаційні технології: Вісник Харківського державного політехнічного університету. Збірка наукових праць. Випуск 94.-Харків: ХДПУ.-2000.-с. 71-75.
 16. Бородкін Г.О., Неумоїн В.М., Чадюк А.В. Створення систем підтримки прийняття рішень на основі електронних сховищ даних / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 65 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 190 - 196.
 17. Slovic P., Fichhoff B., Lichtenstein S. Behavioral decision theory. - Annu. Phychol. Rev. vol. 28, 1997
 18. Igor Chmyr: Dialogue of Partners as a Method of Non-Formal Problem Solving. In Maddy D/ Brouwer-Janse and Thomas L. Harrington (eds.) Human-Machine Communication for Education System Design. NATO ASI Series, Vol. F129 Berlin : Springer 1994 . 221-228.
 19. Ковальчук К.Ф., Проскуркін О.Е. Системи штучного інтелекту - перспективний напрямок розвитку економічної кібернетики / Матеріали V Всеукраїнської науково - методичної конференції (Київ, 7-8 грудня 1999р.) – К. : , 2000 .- с. 36-44.
 20. Галіцин В.К. Системи моніторингу:.- К. КНЕУ , 2000 .- 231с.
 21. Чемерис А., Лесечко М. Системний підхід до до прийняття управлінських рішень // Вісник Української Академії державного управління при президенті України .- 2000 .- №6 .- с. 74-84.

22. Глибовець М.М., Олецький О.В. Штучний інтелект : Підруч. для студ. вищ. навч. закладів, що навчаються за спец. "Компютер. Науки" та "Прикладна математика" .- К. : Вид. дім "КМ Академія" , 2002 .- 366с.
23. Дудко О.І., Кріль Л.І., Саченко А.О. Комп'ютеризована система підтримки прийняття рішень в організаційному управлінні // Технічний прогрес та ефективність виробництва: Вісник Харківського державного політехнічного університету. Збірка наукових праць. Випуск 92: Харків , ХДПУ.-2000.-с. 19-22.
24. Тимашова Л.А., Степаненко О.П. Інформаційні технології для моделювання управлінських рішень в бізнесі підприємств / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 65 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 152 - 160.
25. Бородкін Г.О., Неумоїн В.М., Чадюк А.В. Створення систем підтримки прийняття рішень на основі електронних сховищ даних / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 65 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 190 - 196.
26. Нечипорук М.В. Система підтримки прийняття управлінських рішень в адміністративно - господарчій діяльності вузу : Автореф. дис... канд. техн.наук: 05.13.06 / Херсонський державний технічний університет .- Херсон , 2001 .- 24с.
27. Галузинський Г.П. Інструментальні моделі підтримки прийняття рішень . Підходи до створення та використання / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 65 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 226 - 233.
28. Пелехович Б.О. Методи штучного інтелекту в моделюванні інформаційних технологій управління інтелектуальними системами / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації):

- Міжвідом. наук. зб. Вип. 63 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 13 - 29.
29. Beletsky V., Evdokimov V., Saukh S., Tverdokhle N. A CGE analysis for the Ukrainian economy // First CGE Modeling Conference: University of Waterloo. – 1995. – 10 p.
30. Вороний М.П. Системні методи виведення на когнітивних моделях понятійних знань при вирішенні задач керування складними інформаційними потоками : Автореф. дис... канд. техн.наук: 01.05.04 / Харківський державний технічний університет радіоелектроніки .- Харків , 2001 .- 16с.
31. Єршова О.Л. Моделі, методи та засоби інформаційної технології прийняття управлінських рішень в соціально - економічних системах : Автореф. дис... канд. економ. наук: 08.03.02 / Міжнародний науково-навч. Центр інформаційних технологій і систем .- К. , 2000 .- 21с.
32. Балик В.Я., Юзвенко В.Ф. Про організацію діалогових оболонок моделюючих систем // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України .-К., 2000.- Випуск 10, с.60-64.
33. I. Chemyr, A. Verlan Systems with Embedded Sntelligence Based on Dialogue Engine Architecture. Sixth International Conference. Advanced Computer Systems, Technical University of Szczecin, 1999, pp. 164-169.
34. Eysenck M. W., Keane M. T. Cognitive Psychology. A Student's Handbook. 3rd edition. Lawrence Erlbaum Associates. 1995. p. 542.
35. Neisser U. Cognition and Reality. Principles and implications of cognitive psychology. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 1976. p. 230.
36. Tolman, E.C. Cognitive maps in rats and men. Psychological Review v. 55, 1948 p. 189–208
37. Ус Г.О. Моделі подання знань для систем підтримки прийняття рішень // Моделювання та інформаційні системи в економіці. (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 63 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб.-К.: КНЕУ, 2000.-с. 103-114.

38. Harmon P., King D. Expert Systems. Artificial Intelligence in Business // -Wiley Press, 1985. -283 p.
39. Strenberg R.J. Inside intelligence// Amer. Scientist. – 1986. – V.74. – №2. – P.137 – 143.
40. Smith P.L., Ragan T.J. Instructional Design. – 2nd ed. – New Jersey: Prentice – Hall, Inc., 1999. – 399 p.
41. Гужва В.М. Моделювання мультиагентних систем для управління логістичними процесами на підприємствах: Автореф. дис...канд. економ. наук: 08.03.02 / Київський національний економічний університет.- К., 2002 .- 17с.
42. Belnap, D.N., and Steel T.B. (1976) The Logic of Question and Answers. New Haven and London, Yale University Press.
43. Riding R., Rayner S. Cognitive styles and learning strategies. Understanding style differences in learning and behaviour.–London:David Fulton Publishers 1999 .- 217p.
44. Ковальчук .Ф., Анненков К.А. Моделювання інтелектуальної підтримки прийняття інвестиційних рішень / Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): Міжвідом. наук. зб. Вип. 63 / Відп. ред. М.Г. Твердохліб. - К.: КНЕУ, 2001.-с. 96 - 102.