

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Штучного інтелекту
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

ГЮІК.XXXXXXX.011 ПЗ
(позначення документа)

«Розробка модульної підсистеми інтелектуального аналізу даних для
інформаційних систем обліку та реалізації товарів»

(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи СШМ-18-2
Єна Владислав Валерійович
спеціальності 122 – Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)

Освітньо-наукова програма Системи
штучного інтелекту (СШІ)
(повна назва спеціалізації)

Керівник проф. Гвоздинський А.М.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

В.О. Філатов
(прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____

Кафедра _____ Штучного інтелекту _____

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Спеціальність _____ 122 – Комп'ютерні науки _____

(код і повна назва)

Освітньо-наукова програма _____ Системи штучного інтелекту (СШІ) _____

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«_____» _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ

НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові

Єна Владислав Валерійович

прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка модульної підсистеми інтелектуального аналізу даних для інформаційних систем обліку та реалізації товарів».

затверджена наказом по університету від 30 березня 2020 р. № 480 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 15.05.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи: науково-технічні публікації та дані інтернет джерел з тематики атестаційної роботи, методичні вказівки до виконання атестаційної роботи магістра

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі:

розробити систему показників, що характеризують процес реалізації комп'ютерної техніки, виконати їх класифікацію та експертне оцінювання; вибрати методи для моделювання та оптимізації просування комп'ютерної техніки споживачеві як нечітко визначеного слабо структурованого процесу і обґрунтувати критерій ефективності прийняття рішень; розробити структуру експертної системи підтримки прийняття рішень при просуванні комп'ютерної техніки споживачеві, що враховує необхідність моделювання процесу реалізації комп'ютерної техніки та оптимізації прийнятих рішень, а також сформулювати її базу знань; створити математичну модель процесу реалізації комп'ютерної техніки, яка підтримує нечітке моделювання параметрів цього процесу, і побудувати оптимізаційний алгоритм складання прогнозу реалізації комп'ютерної техніки згідно з прийнятим критерієм ефективності; здійснити програмно-технічну реалізацію і виконати дослідження функціонування експертної системи в умовах виробничого процесу просування комп'ютерної техніки споживачеві.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) Рисунок 1.1. Обсягами продажів комп'ютерної техніки. Рисунок 2.1 Інструментальні засоби розробки ЕС. Рисунок 2.2 Графік ФН нечіткої множини «Рік споживача». Рисунок. 3.1 – Розподіл кількості захистів дисертацій по регіонах. Рисунок 3.2. – Усунення зв'язку «багато-до-багатьох». Таблиця 4.1 Вхідні дані. Таблиця 4.2 Вхідні лінгвістичні змінні-1. Таблиця 4.3 Вхідні лінгвістичні змінні-2. Рисунок 4.1 Графічне представлення функції приналежності вихідних лінгвістичних змінних ω_1 «Імовірність реалізації товару», ω_2 «Купівельна спроможність» і ω_3 «Імовірність відвідування магазину». Рисунок 4.2 – Етапи проектування ІС. Рисунок 4.3 – Технологія проектування ІС. Рисунок 4.4 – Фрагмент моделі «Сутність-зв'язок». Рисунок 4.5 – Структура РМБД «Типа А». Рисунок 4.6 – Структура РМБД «Типа В». Рисунок 4.7 – Структура РМБД «Типа С». Рисунок 4.8. Модульна інформаційна система ІА.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Філатов В. О.		14-05-2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на атестаційну роботу	30.03.2020	виконано
2	Аналіз предметної області	05.04.2020	виконано
3	Постановка завдання та узгодження з керівником	07.04.2020	виконано
4	Дослідження методів інтелектуального аналізу	10.04.2020	виконано
5	Розробка алгоритму	12.04.2020	виконано
6	Розробка програмного забезпечення	15.04.2020	виконано
7	Написання пояснювальної записки	20.04.2020	виконано
8	Попередній захист	07.05.2020	виконано
9	Захист перед ЕК	19.05.2020	

Дата видачі завдання 30 березня 2020 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Гвоздинський А.М.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка пояснювальна: 72 с., 13 рис., 1 дод., 29 джерел.

БАЗА ДАНИХ, НЕЧИТКІ ДАНІ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА,
ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ, АСОЦІАТИВНИЙ АНАЛІЗ, ТАБЛИЦЯ,
МОДУЛЬНИЙ ПІДХІД

Об'єкт дослідження: інформаційні технології аналізу та підтримки прийняття рішень при оптимізації взаємодії підприємства та ринку комп'ютерної техніки.

Предмет дослідження: методи, моделі та алгоритми експертної системи підтримки прийняття рішень при просуванні комп'ютерної техніки споживачеві.

Методи дослідження, що використовуються в роботі, базуються на застосуванні експертного оцінювання, класифікаційного аналізу, теорії ймовірностей, математичної статистики і нечіткої логіки для формалізації даних і знань про предметну область, імітаційного моделювання для дослідження процесу реалізації, еволюційних обчислень для оптимізації досліджуваного процесу і системного аналізу для оцінювання ефективності прийняття рішень.

Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: теорії математичної статистики, динамічного програмування, багатокритеріальної оптимізації, теорії баз даних, теорії прийняття рішень, теорії нечітких множин, імітаційного моделювання.

РЕФЕРАТ

Записка пояснительная: 72 с., 13 рис., 1 прил., 29 источников.

БАЗА ДАННЫХ, НЕЧЕТКИЕ ДАННЫЕ, ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, АСОЦИАТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ТАБЛИЦА, МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД

Объект исследования: информационные технологии анализа и поддержки принятия решений при оптимизации взаимодействия предприятия и рынка компьютерной техники.

Предмет исследования: методы, модели и алгоритмы экспертной системы поддержки принятия решений при продвижении компьютерной техники потребителю.

Методы исследования, используемые в работе, базируются на применении экспертного оценивания, классификационного анализа, теории вероятностей, математической статистики и нечеткой логики для формализации данных и знаний о предметной области, имитационного моделирования для исследования процесса реализации, эволюционных вычислений для оптимизации исследуемого процесса и системного анализа для оценки эффективности принятия решений.

Для решения поставленных задач использованы следующие методы: теории математической статистики, динамического программирования,

многокритериальной оптимизации, теории баз данных, теории принятия решений, теории нечетких множеств, имитационного моделирования.

ABSTRACT

Explanatory note: 72 p., 13 fig., 1 ann., 29 sources.

DATABASE, FUZZY DATA, INFORMATION SYSTEM, SOFTWARE,
ASSOCIATIVE ANALYSIS, TABLE, MODULAR APPROACH

Object of study: information technology analysis and decision support while optimizing the interaction of the enterprise and the computer equipment market.

Subject of research: methods, models and algorithms of an expert decision support system for the promotion of computer technology to the consumer.

The research methods used in the work are based on the use of expert assessment, classification analysis, probability theory, mathematical statistics and fuzzy logic to formalize data and knowledge about the subject area, simulation modeling to study the implementation process, evolutionary calculations to optimize the process under study and system analysis for assessment of the effectiveness of decision making.

The following methods were used to solve the problems posed: the theory of mathematical statistics, dynamic programming, multicriteria optimization, database theory, decision theory, the theory of fuzzy sets, simulation.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	10
1 ПРОЦЕС ПРОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ЯК ПРЕДМЕТНА ОБЛАСТЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ТА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	12
2 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СФЕРІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН, ЩО БАЗУЮТЬСЯ НА ЗНАННЯХ.....	23
2.1 Методи і моделі в задачах оптимізації складних систем.....	27
2.2 Системний аналіз предметної області просування комп'ютерної техніки на регіональному ринку.....	32
2.3 Постановка завдання на розробку експертної системи.....	34
3 МОДЕЛЬ МОДУЛЬНОГО ПОБУДУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ГЕТЕРОГЕННИХ ДАНИХ.....	37
3.1 Метод та технології подання нечітких моделей засобами реляційних систем.....	39
4 НЕЧИТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ.....	47
4.1 Метод побудови пошуку асоціативних правил на основі операційної специфікації реляційної моделі даних.....	52
4.2 Розробка методу побудови функціональних асоціативних правил для вирішення завдань інтелектуального аналізу реляційних баз даних.....	58
4.3 Методика синтезу інформаційної системи на основі модульної технології.....	60

ВИСНОВКИ.....	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67
ДОДАТОК А Відомість атестаційної роботи.....	71

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

БД - база даних;

ВТ - обчислювальна техніка;

КТ - комп'ютерна техніка;

ІБ - інформаційна база;

ІС - інформаційна система;

ЕС - експертна система;

МП - мале підприємство;

ОС - операційна система;

ОЗУ - оперативне запам'ятовуючий пристрій;

ПО - програмне забезпечення;

ПЕОМ - персональна електронно-обчислювальна машина;

СУБД - система управління базами даних.

ВСТУП

Як об'єкт інформатизації, сучасний ринок товарів народного споживання являє собою складну нечітко певну систему, всебічний аналіз якої необхідний для ефективного управління. У свою чергу, одним з найважливіших сучасних ринків є ринок комп'ютерної техніки (КТ), так як її застосування забезпечує раціональне управління підприємствами і, як наслідок, раціональну організацію соціально-економічних систем, сприяючи тим самим прогресивному розвитку ринкової економіки України. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває створення і впровадження нових інформаційних технологій підтримки прийняття рішень при просуванні на ринок товарів народного споживання, і в першу чергу - КТ.

З аналізу робіт вчених, які зробили значний внесок у створення і розвиток інформаційних технологій: Глушков В.М., Скурихин В.І., Моїсєєв М.М., Петров Е.Г., Ходаков В.Є., Скобцов Ю.А., Спорихін В.Я., та ін., відомо, що необхідний рівень ефективності прийняття рішень в сфері економічних завдань можна отримати за допомогою сучасних інформаційних технологій. Роботи в галузі інженерії знань (Уотермен Д., Попов Е.В., Гаврилова Т.О., Хорошевський В.Ф., Поспелов Д.А., Каргін А.О.) підтверджують, що найбільш перспективним напрямком вирішення таких завдань є застосування експертних систем підтримки прийняття рішень. У той же час не існує єдиної думки вчених щодо побудови експертних систем (ЕС) для предметних областей, в яких домінуючим джерелом невизначеності є соціальна сфера і ринкові відносини [1]. Для вирішення таких завдань створюються гібридні ЕС із застосуванням методів ймовірного, статистичного, економіко-математичного моделювання, здатних адекватно відобразити багатоаспектну предметну область в умовах невизначеності.

Таким чином, розробка ЕС при просуванні комп'ютерної техніки споживачеві, є актуальною науковою і виробничою завданням.

1 ПРОЦЕС ПРОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ЯК ПРЕДМЕТНА ОБЛАСТЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ТА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Комп'ютерні технології разом з організацією інтелектуальних обчислень переживають свій розквіт. Це пов'язано, головним чином, з потоком нових ідей, породжених дослідженнями у порівняно новій галузі комп'ютерних наук, яка утворилася на перетині штучного інтелекту, статистики та теорії баз даних [2]. Зараз відбувається стрімке зростання кількості програмних продуктів, що використовують нові технології, а також типів завдань, де їх застосування приносить значний економічний ефект. Елементи автоматичної обробки й аналізу даних стають невід'ємною частиною концепції електронних сховищ даних та організації інтелектуальних обчислень.

Системи, побудовані шляхом поєднання баз даних (БД) і нечіткої логіки, дозволяють істотно розширити функціональні можливості та коло задач, що розв'язуються. У той же час, нечітка база даних розглядається як узагальнена версія традиційної бази даних, інакше кажучи, остання є спеціальним випадком нечіткої бази даних.

Проблема проектування БД зараз є об'єктом зростаючого інтересу широкого кола фахівців у різних галузях науки і техніки. Проте, у багатьох випадках інформація, що зберігається у БД, не завжди точно відображає характеристики досліджуваного об'єкта. Це пояснюється низкою об'єктивних і суб'єктивних причин. По-перше, даний об'єкт може мати складну функціональну структуру, і дослідники не в змозі повністю її з'ясувати. По-друге, через різні об'єктивні причини фахівці часто-густо не мають можливості отримати точну інформацію, а отримують лише деяку її частину.

По-третє, на практиці зустрічається досить багато атрибутів об'єкта, які можна оцінити лише якісними величинами, а не кількісними. Такі типи даних часто зустрічаються в експертних системах, системах прийняття рішень та інтелектуальних БД. Тому сьогодні проблема проектування нечіткої моделі БД і створення методик обробки неточної та абстрактної інформації стає все більш актуальною [3].

Будь соціально-економічний процес передбачає обробку великої кількості різноманітної інформації з багатьох областей діяльності людини як основної ланки цього процесу. Обсяг інформації, що накопичився до теперішнього часу в соціально-економічній сфері, не піддається обліку. У зв'язку з цим набуває особливої значущості завдання інформатизації зазначених процесів з метою ефективного управління об'єктами, задіяними в таких процесах [4].

Одним з основних соціально-економічних процесів в сфері торгівлі є процес реалізації товару. Реалізація підприємства являє собою багатовимірний соціально-економічний процес, що відноситься до класу інформаційних процесів. Він тісно пов'язаний з реєстрацією та обробкою соціальної та економічної інформації, яка представляє собою сукупність явищ, подій і фактів, що мають місце в соціально-економічному середовищі. Результатом виконання процесу реалізації є досягнення заданої мети. Кінцева мета процесу реалізації визначається, як правило, двояко: отримання позитивного ефекту: 1) соціального - задоволення потреби соціуму в товарі, 2) економічного - отримання прибутку.

Центральним явищем тут виступає попит товару - економічна категорія, яка визначається, як представлена на ринку потреба в товарах. Характеризується, як завжди платоспроможний, попит - суспільна потреба, виражена в грошовій формі. З цього визначення видно напрямки аналізу

попиту, що дозволяють виявити ризик незатребуваності продукції, як носія конкретної споживчої вартості: потреба її в певній кількості; наявність платоспроможного покупця; ціна продукції, яка не є постійною величиною; деякий обмежений відрізок часу і конкретний ринок, де і протікає соціально-економічний процес реалізації.

Аналіз попиту на товар є одним з найважливіших напрямків економічного аналізу в системі реалізації. На мікрорівні аналіз попиту здійснюється на всіх етапах управління: постановки мети, планування майбутніх результатів, організації діяльності, контролю досягнення поставлених цілей, передачі уточненої в результаті відібраного рішення інформації для продовження діяльності підприємства. Він присутній у всіх видах тимчасового аналізу господарської діяльності: попередній, оперативному і подальшому.

Аналіз попиту як складова аналізу господарської діяльності одночасно базується на концепціях глобального і локального економічного аналізу, причому обов'язково враховується дію загальних і приватних економічних законів. Такий підхід дозволяє підприємству успішно функціонувати в умовах ринкової економіки. У загальному вигляді аналіз попиту передбачає вирішення таких основних завдань:

- аналіз потреби в продукції, що випускається чи реалізованої продукції, виконуваної роботи або наданої послуги;
- вивчення попиту на товари або послуги і впливають на нього факторів;
- аналіз впливу попиту на результати роботи підприємства;
- визначення можливості реалізації з урахуванням рішення перших трьох завдань, а також виробничих можливостей підприємства.

Тут суб'єктами аналізу попиту є підприємства різних сфер діяльності: виробництва і обігу, серед яких і розосереджений предмет аналізу - попит і особливості його динаміки. Об'єкт аналізу попиту, отже, являє собою, з урахуванням вплетеного людського фактора, соціально-економічне середовище як сукупність взаємодіючих суб'єктів-підприємств, серед яких особливе місце займає кінцевий споживач. Причому основна частина факторів, істотно впливають на попит, пов'язана з людиною.

Найбільш широке застосування для аналізу і прогнозування попиту отримали економіко-математичні методи, починаючи з 70-х років, коли дослідження Інституту кібернетики АН УРСР, що проводяться під керівництвом академіка В.М. Глушкова показали, що складність завдань управління економікою зростає швидше числа зайнятих в ній людей. Однак математична формалізація (моделювання) економічних процесів не в змозі охопити всі сторони економічних явищ в їх єдності та розмаїтті. Це завдання може бути вирішена лише на основі глибокого і всебічного якісно-економічного аналізу явища. Математичне ж моделювання повинно зводитися до опису тільки найбільш характерних рис, що відбивають якісний зміст явищ, їх сутність.

У загальному вигляді постановка задачі прогнозування попиту населення за допомогою економіко-математичних моделей виконана на Україні в 1980 році під керівництвом старшого наукового співробітника Інституту кібернетики АН УРСР В.І. Скурихіна. Завдання зводиться до визначення очікуваних в плановому періоді розмірів платоспроможного попиту за умови, що відомі планові значення формувань факторів. Вибір і оцінка зазначених факторів - найбільш істотне питання в даній задачі, який було вирішено через 10 років за допомогою глибокого якісного аналізу особливостей формування та закономірностей розвитку структури

платоспроможного попиту населення в даній соціально-економічному середовищі із застосуванням нових інформаційних технологій. У разі неприпустимо великої кількості факторів, або з метою тестування факторів на істотність, вдаються до агрегування факторів. Для останньої мети також, поряд з якісними методами, використовують прийоми кількісного аналізу. За їх допомогою з відібраних вже за допомогою якісного аналізу факторів можна більш точно визначити ті, які найбільшою мірою впливають на попит.

У загальному випадку розглядається багатовимірний часовий ряд, який має циклічну і стохастичною компоненту, розмірність якого визначається безліччю істотних факторів попиту. Причому на різних часових інтервалах ряду компоненти можуть змінювати свої характеристики, а фактори - варіювати в межах області можливих значень. У зв'язку з цим тимчасові ряди, що характеризують попит комп'ютерної техніки і т.п., є складними стохастичними утвореннями, вимагають комплексного підходу до побудови прогнозних моделей.

На рисунку 1.1 представлений тимчасовий ряд, з обсягами продажів комп'ютерної техніки. На графіку чітко видно різке зниження обсягу продажів на 146 місяці. Такий стрибок називається інтервенцією. Модель цього ряду можна побудувати, виключивши певним способом інтервенцію, але зробити прогноз таких різких і стрибків традиційними методами економетрики неможливо.

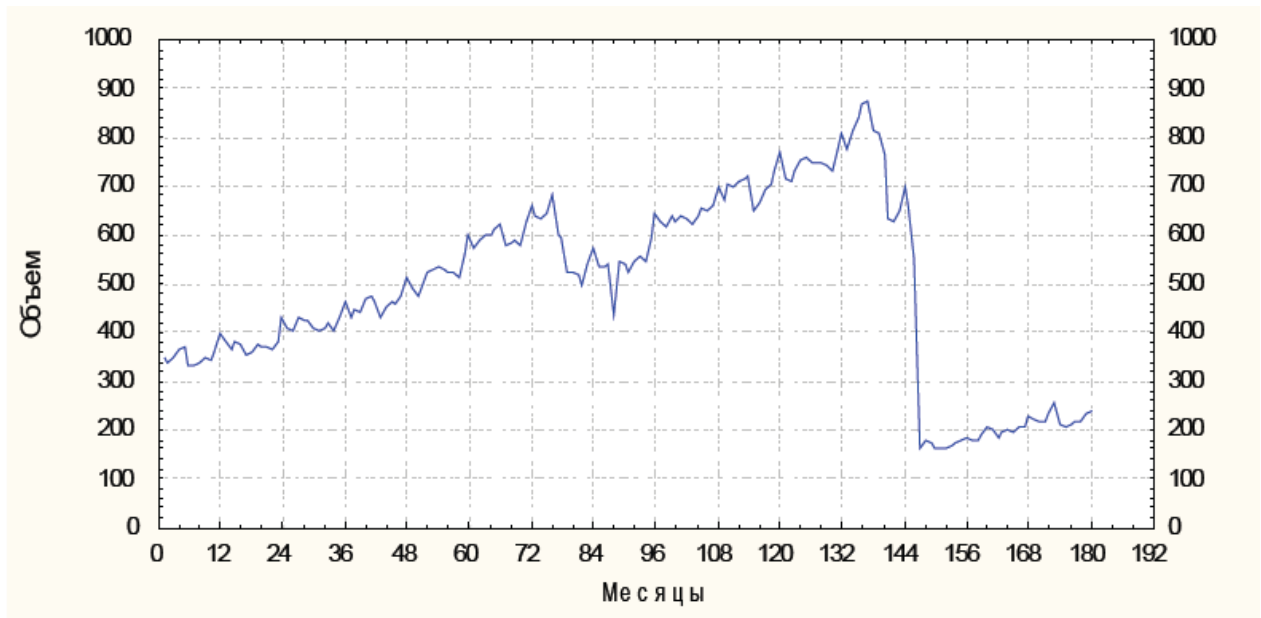


Рисунок 1.1. Обсяги продажів комп'ютерної техніки.

Іншим важливим аспектом завдання оцінювання та прогнозування попиту є підрозділ на короткострокове (кон'юнктурне), середньострокове і довгострокове. При короткостроковому прогнозуванні прогноз будується на кілька моментів часу (квартал, місяць, тиждень і т. П.) Вперед і він, як правило, оперативний і безперервний. При цьому основним інструментом прогнозу є екстраполяція. Складання прогнозу по побудованій моделі полягає в обчисленні попиту за заданим значенням факторів і часу. Істотний недолік цього методу - геометричний ріст складності застосування з ростом розмірності задачі.

При середньостроковому і довгостроковому прогнозуванні вихідні дані беруться за квартали і роки, а прогноз будується на один рік або кілька років вперед, як правило, з використанням методів якісного аналізу. Цей підхід є актуальним, коли відсутні необхідні кількісні дані, на основі яких, власне, і здійснюється прогнозування. При застосуванні експертних методів часто використовується процедура розробки сценарію, яка дозволяє виділити характерні події, фактори, ознаки та тенденції в структурі ринку в процесі

опитування і аналізу думок експертів. До недоліків якісних методів можна віднести обмежену об'єктивність і слабку надійність.

Говорячи про АСУ 70-80-х років, академік В. М. Глушков відзначав, що не можна ефективно автоматизувати безлад. Очевидно, що внутрішній фактор впорядкованості робітників і управлінських процесів є найважливішою передумовою їх ефективної комп'ютеризації. В таких умовах ККД швидкодіючого інформаційного обладнання на підприємствах виявляється значно вище. При цьому зменшуються зусилля персоналу по переходу на комп'ютеризовані процедури управління. Одним з варіантів реалізації цього принципу, на думку академіка, є корпоративні інформаційні системи.

Основними особливостями корпоративних інформаційних систем є: комплексність охоплення функцій управління; впорядкованість бізнес-процесів; масовість операцій; ефективність використання інформаційних ресурсів і технологій; можливість локальної установки і впровадження окремих підсистем; адаптивність функціональної та інструментальної структури системи до особливостей об'єкта; можливість розвитку системи після її впровадження на об'єкті. Чотири останніх аспекту є загальним прагненням для сучасних інформаційних систем всіх класів, що конкурують на ринках програмної продукції [5].

Однією з корпоративних систем, що володіють цими характерними особливостями, є програмна система Галактика. Система розроблена корпорацією «ГАЛАКТИКА», яка присутня на ринку автоматизованих систем фінансово-економічного призначення і систем управління виробництвом. Система Галактика, постійно удосконалюється розробником, апробована більш ніж на 1200 об'єктах. Розрахована на багато користувачів

комплексна система управління організацією (корпорацією), розроблена під комплекс наступних основних вимог:

- адаптивність по відношенню до профілю діяльності організації будь-якої форми власності;
- розмежування оперативно-управлінських і фінансово-облікових завдань при повній їх інтеграції на рівні бази даних;
- підтримка розподілених баз даних;
- охоплення всього спектра виробничих і адміністративних функцій;
- однаковість призначеного для користувача інтерфейсу для всіх вирішуваних завдань;
- надання зручного інструментарію для розвитку системи.

В результаті роботи всіх користувачів системи відбувається наповнення бази даних підприємства оперативною інформацією про хід виконання конкретних фінансових операцій, що відносяться до різних напрямів діяльності. При цьому забезпечується принцип одноразового введення в БД інформації, впорядкування документообігу, легкість контролю коректності та цілісності даних, персоніфікація дій користувача, контроль за регламентом виконання господарських операцій, швидка перебудова системи, зміна експлуатаційної схеми системи при зміні бізнес-процесу (технологічного управління).

Всі перераховані функції, виконувані системою ГАЛАКТИКА, необхідні для забезпечення спільної діяльності російського українського підприємства, яке здійснює «збірку» кінцевої продукції на території своєї країни з комплектуючих, що поставляються з території Росії. Однак, система не може бути застосована для консолідованого управління фінансовою діяльністю самостійних юридичних осіб, які перебувають в різних державах, особливо при існуючій системі розбіжностей між Росією і Україною.

Крім того, система ГАЛАКТИКА не містить модулів, за допомогою яких можливо проектувати оптимальні схеми забезпечення замовляються українським партнером поставок комплектуючих в задані терміни за найнижчими цінами.

Використання для управління підприємством системи типу ГАЛАКТИКА вимагає розробки спеціальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) менеджера, що базується на розробці ряду альтернативних рішень, з яких менеджер може вибирати найбільш прийнятну на даний момент часу.

Іншим прикладом систем управління господарською діяльністю підприємств є система «Парус». Корпорація Парус випустила нову версію комплексної системи автоматизації великих і середніх підприємств Парус 8.1. Вона охоплює процеси автоматизації планування, постачання, складування, збуту, маркетингу, виробничого обліку, бухгалтерського обліку та обліку персоналу. Всі документи вводяться в єдину базу даних і включаються в електронний документообіг. Для великих підприємств передбачені можливості автоматичного зведення безлічі звітів від підрозділів і дочірніх підприємств, обробки великих масивів інформації і багаторозрядних сум. Система призначена для госпрозрахункових підприємств різної галузевої приналежності (торгівлі, сфери послуг, реклами та інших). Це проста, зручна і потужна повнофункціональна система, що дозволяє автоматизувати бухгалтерський, податковий, складський облік, завдання логістики, а також управління реалізацією товарів і послуг.

Системи ГАЛАКТИКА і ПАРУС, а так само їх окремі модулі можуть використовуватися для незалежного управління господарською діяльністю українського підприємства і російського підприємства-партнера. Все визначається тільки фінансовими можливостями підприємств. Але жодна з

зазначених систем не має в своєму складі СППР для забезпечення функцій менеджера, необхідних для відпрацювання замовлень, що надходять з України.

Прикладом такої СППР є багатофункціональна інтегрована система прийняття рішень при плануванні виробництва ВРТ. Система відноситься до класу ERP (enterprise resource planning), впевнено стоїть на ринку комерційних СППР, і є прозорою АСУП (клас АСУ підприємств), в якій можна побачити результати впливу операцій на показники господарського стану підприємства.

Принципово інший СППР при прогнозуванні реалізації товарів є російська ERP система прогнозування попиту РТС компанії «Розвиток торгових мереж» (Санкт-Петербург), що базується на логістичному підході. Система здійснює середньозважене прогнозування на основі методики обліку логістичних ризиків. Згідно з цією методикою кожному показнику споживання, зафіксованого в минулі звітні періоди, присвоюється свою вагу, а також пропонується порядок визначення формули розрахунку для кожного товару. Використання системи дозволяє точніше планувати поставки та закупівлі товарів. В результаті скорочуються втрати, які неминуче виникають як при відсутності на складах необхідного товару, так і при зайвому його запасі. Для кожного товару вибирається індивідуальний найбільш підходящий алгоритм прогнозування, точність прогнозів контролюється, система самонавчається, а також здатна враховувати нецінові фактори, що впливають на попит.

Крім зазначених переваг РТС можна виділити також високоточне автоматизоване прогнозування попиту, автоматичний контроль якості прогнозів, облік економічних і логістичних ризиків. Недоліками РТС є висока вартість (близько мільйона рублів, включаючи технічну підтримку) і тому

сувора орієнтація на фінансовий результат від використання прогнозів з метою швидкої окупності, яка також декларується, як перевага.

Тим часом, основу якості ЕСППР при просуванні комп'ютерної техніки споживачеві слід шукати насамперед у її якісному функціонуванні, що можливо тільки за умови включення в критерій ефективності системи не тільки фінансових інтересів окремого торгового підприємства, а й показників всій ієрархії соціально-економічної системи, в яку вона була придбана. Тільки такий комплексний підхід, орієнтований передусім на якісне задоволення потреби в комп'ютерній техніці в регіоні, здатний завоювати авторитет на ринку і, як наслідок, забезпечити високий прибуток. Численними дослідженнями показано, що підтримку прийняття управлінських рішень доцільно здійснювати за допомогою систем, заснованих на знаннях.

2 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СФЕРІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН, ЩО БАЗУЮТЬСЯ НА ЗНАННЯХ

Згідно з принципом зворотного зв'язку, сформульованому Норбертом Вінером, будь-яка штучна система, що претендує на розумність (інтелектуальність), повинна мати здатність цілеспрямовано пристосовуватися, тобто навчатися. Даний принцип є основоположним при створенні систем, цільове призначення яких багато в чому пов'язане з колом завдань (проблем), алгоритми вирішення яких заздалегідь не відомі. Це проблеми творчого (інтелектуального) плану, що виникають практично на всіх етапах управління складними об'єктами. Вищесказане тісно пов'язане з поняттям інтелектуальної системи [5].

Під інтелектуальною системою розуміється програмно-технічна система, здатна вирішувати завдання, що традиційно вважаються творчими, що належать конкретній предметній області, знання про яку зберігаються в пам'яті інтелектуальної системи. В основі інтелектуальної системи, як правило, лежить система, заснована на знаннях, заснована на концепції використання бази знань (БЗ) і процедури виведення для генерації алгоритмів розв'язання задач і проблем, які настільки складні, що вимагають залучення експертів. Підтримку прийняття рішень з використанням систем, заснованих на знаннях доцільно здійснювати за допомогою експертної системи. ЕС акумулюють знання експертів в конкретних предметних областях (ПрО) і тиражують цей емпіричний досвід для консультацій менш кваліфікованих користувачів [6]. Створення ЕС тісно пов'язано з розробкою моделей представлення знань і створенням баз знань, які становлять ядро ЕС. Останнім часом цей напрям знаходить стійкий стан, підключаючи моделі і

методи добування та структурування знань, і зливається з відносно молодого галуззю інформатики - інженерією знань, - ідеалогіческіе основи якої заклав видатний вітчизняний вчений М.М. Моїсєєв у своїй монографії.

Експертні системи підтримки прийняття рішень є окремий клас експертних систем, характерною особливістю яких є здатність накопичувати знання в даній галузі і управляти цими знаннями при прийнятті рішень. Така ЕС включає в себе два модулі - модуль накопичення та управління знаннями експертів (конструктор методик прийняття рішень) і модуль виведення [7].

В її центрі знаходиться інформаційно-програмна база знань, з якої працює механізм логічного висновку. Інженер знань взаємодіє з БЗ, використовуючи компонент придбання знань. Користувач оперує з ЕС на мові, наближеному до природного, за допомогою лінгвістичного процесора. Невід'ємною підсистемою ЕС є компонент пояснень, що забезпечує за запитом користувача видачу інформації про хід та наслідки логічного висновку, принципово відрізняє ЕС від всіх інших програмних систем.

Традиційно основним постачальником знань для ЕС є фахівець, компетентний в даній Про - предметний експерт. Виходячи з накопиченого досвіду в галузі створення систем автоматизованої обробки інформації відомо, що велика частина знань в конкретній Про залишається особистою власністю експерта. Причиною є принципова нездатність експерта передати свій досвід і знання з огляду на доведеного когнітивної психологією факту - людина знає набагато більше, ніж сам усвідомлює. Дане висловлювання констатує існування так званих неформальних, або неявних знань, пов'язане з низкою чинників:

- частина експертних знань носить неусвідомлюваний характер;
- експерт не завжди здатний оцінити важливість тих чи інших знань для прийняття рішення, а іноді і взагалі не в змозі їх висловити;

- досвід, накопичений експертом, складно вербалізувати і представити в формалізованому вигляді.

Значна частина знань виявляються в нестрого певних умовах, в яких актуалізуються неусвідомлювані семантичні зв'язки, виводячись на рівень свідомості предметного експерта, після чого можуть бути вилучені і формалізовані інженером по знаннях з використанням спеціальних методів для їх подальшого використання в якості інформаційного ресурсу системи, заснованої на знаннях, яка у функціональному відношенні синонімічна поняттю ЕС.

З огляду джерел відомі експертні системи, засновані на правилах, на прикладах, на принципах, на розробці моделей та ін. Зокрема, виявлено безліч фірм-розробників класичних експертних систем, заснованих на правилах, з яких найбільш відомі три: EQUIS (сімейства Meta Stock і Down Loader), Omega Research (сімейство Super Charts, Wall Street Analyst і Trade Station) і Market Arts (сімейство Windows on Wall Street і Wall Street Money). Загальні їх риси - побудова прогнозних графіків і трендів, набір економічних індикаторів, набір графічних інструментів, можливість розробки торгових стратегій як опису правил прийняття рішень, можливість формування портфелів, підтримка різних постачальників ділової інформації. Класичні експертні системи, засновані на правилах, мають великі функціональні можливості, але вимагають, по-перше, наявності експертів, по-друге, підготовлених фахівців, які вміють з такими системами працювати, і по-третє, великого часу для створення баз знань. Найбільш відомий продукт в даній області - система NExpert Object фірми NEURON DATA.

З нейромережових ЕС найбільш відома система Ward фірми WARD SYSTEM. Крім власне нейромережових алгоритмів (їх в системі 15) присутні також можливості: редагування текстових даних, завдання правил в явному

вигляді, роботи з технічними індикаторами, обробки циклічних подій, рішення задач оптимізації за допомогою генетичних алгоритмів, створення незалежних (в т.ч. мережевих) додатків.

Нечіткі ЕС почали розроблятися після появи в кінці 1960-х років області математики з назвою нечітка логіка (fuzzy logic). Вона дозволяє зводити опис складних предметних областей до набору основних принципів, здатних управляти всією ПрО в деяких заданих рамках. Виходячи з того, що знання експерта про рішення задач в умовах неповноти вихідної інформації і досягаються цілей, також мають нечіткий характер, логічно застосувати для їх формалізації апарат нечіткої логіки [8-10]. Нечіткі поняття в даному випадку формалізуються у вигляді лінгвістичних змінних, а нечіткість дій в процесі прийняття рішення - у вигляді нечітких алгоритмів. Найбільш відома з нечітких систем - пакет CubiCalc фірми HyperLOGIC.

Експертні системи, засновані на імітаційних моделях, займають своє місце в задачах з області системного аналізу, пов'язаних з оцінкою складних систем з великою кількістю прямих і зворотних зв'язків. Суть підходу в поданні складних систем у вигляді наборів простих елементів і завдання параметрів їх взаємозв'язків. Програмні продукти, які реалізують імітаційні моделі, наприклад пакет iThink фірми High Performance System, дозволяють реалізувати створювані моделі динамічно.

Масштаби розробки ЕС визначили створення спеціальних інструментальних засобів, систематизація яких представлена на рис. 2.1. Спочатку розробка ЕС здійснювалася на традиційних алгоритмічних мовах програмування з реалізацією на універсальних ЕОМ. Надалі були створені спеціалізовані апаратні і програмні засоби. З'явилися оболонки ЕС, які, проте, не виправдали покладених на них надій у зв'язку з принциповою складністю використання конкретної ЕС (навіть ефективною у своїй предметній області)

для вирішення зовсім інших завдань. Ще більш проблематичною видаються спроби створення так званих універсальних оболонок, придатних для застосування «в усіх» предметних областях.

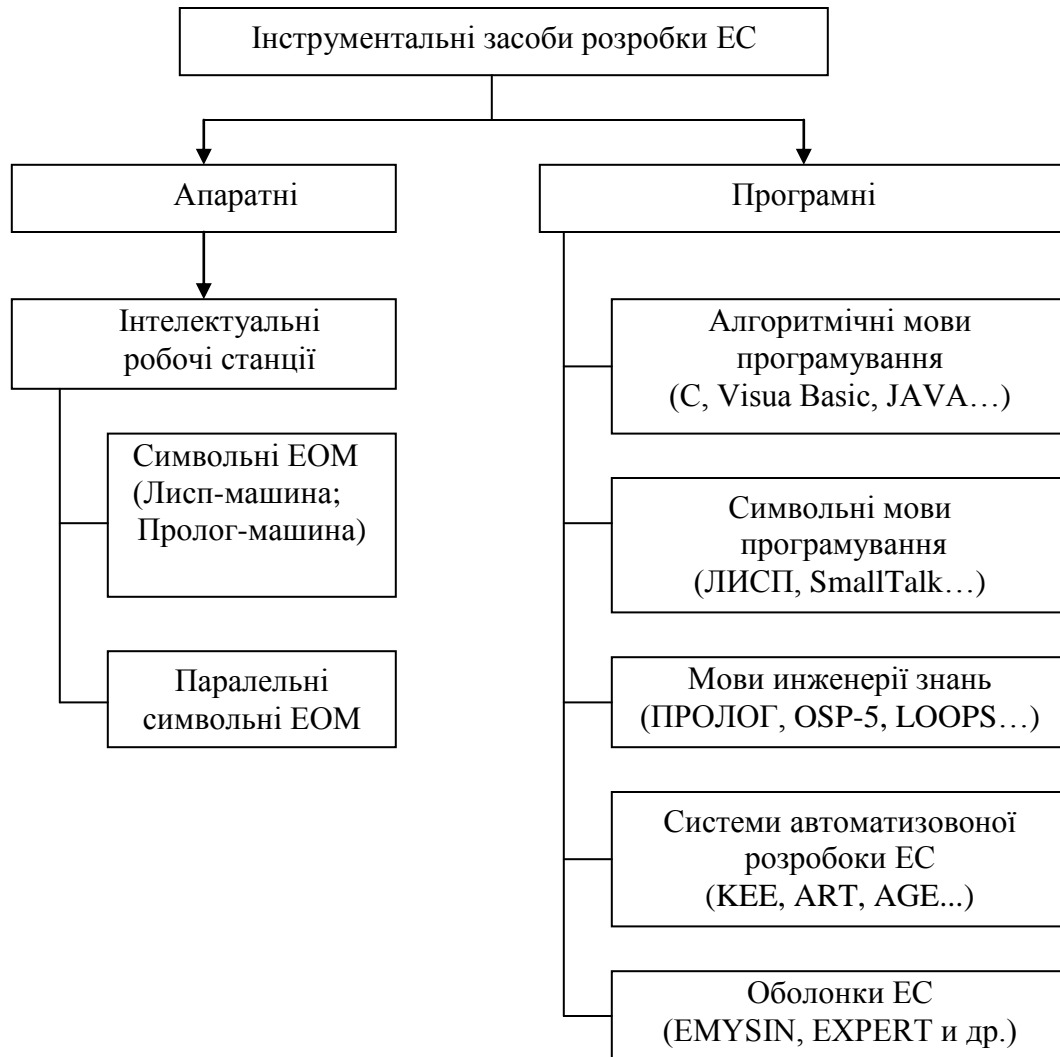


Рисунок 2.1 Інструментальні засоби розробки ЕС

2.1 Методи і моделі в задачах оптимізації складних систем

В даний час розробляються різні підходи до прийняття узгодженого рішення в складних системах з урахуванням особливостей моделей окремих

підсистем. Це роботи з системної оптимізації, за узгодженим управління активними системами, а також роботи з узгодження ефективних рішень в дворівневих системах [11].

Слідуючи загальноприйнятим поділу невизначеності на інтервальні, вірогідну та нечітку, можна помітити, що моделям управління складними системами з останнім типом невизначеності дослідниками останнім часом приділяється дуже багато уваги. З моменту появи теорії нечітких множин багато розділів і моделі математики, в тому числі і прикладні, були узагальнені на нечіткий випадок. Моделі і методи управління в складних імовірнісних системах, побудовані на принципах нечіткої логіки, розглянуті в роботах [12].

Загальноновизнаними в області оптимізації складних систем є дослідження, що проводяться в Інституті кібернетики АН України ім В.М. Глушкова [13]. Розглядаються питання оптимізації соціально-економічних систем в умовах невизначеності. Так як взаємодія між підсистемами може бути різним, то в залежності від цього розглядаються різні види координованих щодо завдання, що вирішується в підсистемі верхнього рівня і завдань, що вирішуються в кожній з підсистем даної ієрархічної системи. Для вивчення цих процесів і отримання статистичних оцінок їх функціонування широко застосовується імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання є експериментальною і прикладної методологією, цілями якого є: опис поведінки систем; Розробка та моделювання гіпотез, які можуть пояснити бачимо поведінка; прогнозування поведінки модельованої системи. Цей метод простий і є найпоширенішим інструментом для вирішення проблем управління і прогнозування. Зокрема, він застосовується для уточнення агрегованих показників в завданнях

координації управлінських рішень і підтримки прийняття рішень на різних рівнях управління підприємствами.

Розглянуто методи приведення ідеальної економічної системи до рівноважного стану шляхом визначення чебишовських точки, методом випадкового пошуку і з використанням генетичних алгоритмів. Метод, подібний першим двом розглянуто в і носить назву компараторної структурно-параметричної ідентифікації. Вирішується спільне завдання оцінювання якості системи, заданої безліччю допустимих альтернатив і кортежем їх різнорідних приватних характеристик, на основі яких синтезується аддитивная функція узагальненої корисності $P(y)$:

$$P(y) = \sum_{i=1}^N \alpha_i k_i^H(y), \alpha_i \in [0, 1], \quad (2.1)$$

де: α_i - відносні безрозмірні вагові коефіцієнти; $k_i^H(y)$ - нормовані відповідно до лінійного перетворення в одиничний інтервал приватні параметри з урахуванням максимального $k_{i_{\text{МАКС}}}$ і мінімального $k_{i_{\text{МИН}}}$ значення i -го параметра, які він приймає на області допустимих значень $y \in Y$.

Розглядається розвиток соціально-економічної системи як єдиного крос-функціонального бізнес-процесу, який охоплює аналіз ринкового оточення системи, формування, узгодження та оптимізацію соціального розвитку і фінансово-економічних схем їх реалізації.

Оскільки складні системи завжди схильні до впливу безлічі взаємозалежних чинників, доцільно досліджувати їх вірогідну структуру із застосуванням імовірнісних методів і моделей. З метою дослідження відносин в стохастичному процесі реалізації КТ обґрунтовано застосування імітаційного статистичного моделювання і теорії масового обслуговування, де характеристики системи задаються імовірнісними розподілами (моделювання безперервно діючих факторів), марковськими ланцюгами

(дискретна параметризація об'єктів) і матрицями ймовірностей переходів (реалізація відносин між об'єктами). Змодельований з використанням таких методів інформаційний процес при гнучкому (інтелектуальному) механізмі параметризації системи, заснованої на знаннях експертів, стає в достатньому ступені гомоморфним реальному процесу реалізації. Крім того, автором показано, що ефективність використання економіко-математичних методів і моделей при плануванні управління виробництвом стрімко падає при зростанні кількості і розмірності вихідних даних.

Проведені дослідження показали, що оптимізаційний алгоритм прогнозування реалізації КТ з даної області допустимих рішень має в кращому випадку показову складність $O(MN)$, де M - потужність номенклатури товарів, що реалізуються; N - максимальна кількість показників, за якими оцінюється попит на товари. Такі завдання ставляться до класу NPC, так як можуть бути перевірені більш ніж за поліноміальний час. Сама ж завдання оптимізаційного прогнозування реалізації КТ по безлічі показників фактично зводиться до задачі природних обчислень, серед яких особливе місце займають генетичні алгоритми (ГА).

Нечітка логіка. Найбільш корисні дані отримані фахівцями при аналізі нечіткої невизначеності, де основною особливістю є необхідність розрахунків при наявності нечітко визначених параметрів. У такій ситуації оперувати з невизначеністю доцільно методами теорії нечітких множин без залучення класичного апарату теорії ймовірностей. У кожному конкретному випадку ступінь точності рішення може бути узгоджена з вимогами завдання і точністю вихідних даних [8,9].

При глибокому дослідженні об'єкта виявляється безліч джерел невизначеності, при цьому ряд показників неможливо виміряти точно, і тоді в його експертною оцінкою неминуче з'являється суб'єктивний компонент,

який виражається нечіткими оцінками типу "високий", "найбільш допустимий", "дуже очікуваний", "швидше за все", "малоймовірно", "не дуже" і т.п. Такі дані описуються лінгвістичної змінної зі своїм термножиною значень, визначеної Л. Заде в соотв. Зв'язок кількісного значення фактора з його якісним лінгвістичним описом задається функцією приналежності, що виражає кількісну міру невизначеності щодо даних показників на інтервалі [0; 1].

$$\Omega = \langle \omega, T(\omega), U, G, M(\omega) \rangle, \quad (2.2)$$

де Ω - назва змінної; ω - область допустимих значень змінної; T - термножина значень; U - носій; G - синтаксичне правило, породжує терми з T ; M - семантичне правило, яке кожному лінгвістичному значенню з ω ставить у відповідність його зміст.

Наприклад, на рис. 2.2 представлена функція приналежності нечіткої множини «Вік споживача», також отримана на підставі експертних оцінок. Дане безліч містить 5 термів: дитячий (VL - від 0 до 14 років), молодий (L - від 12 до 25 років), вік максимальної реалізації (BA - від 21 до 40), середній (A - від 30 до 50 років) і зрілий (H - від 40 і вище). Дитячий і зрілий вік представлені відповідно Z- і S-образної функцією приналежності, молодий і реалізаційний віки - трапецієподібними, а середній вік - трикутної. Зазначені терми визначені на дійсній числової осі, по якій відкладений вік в роках.

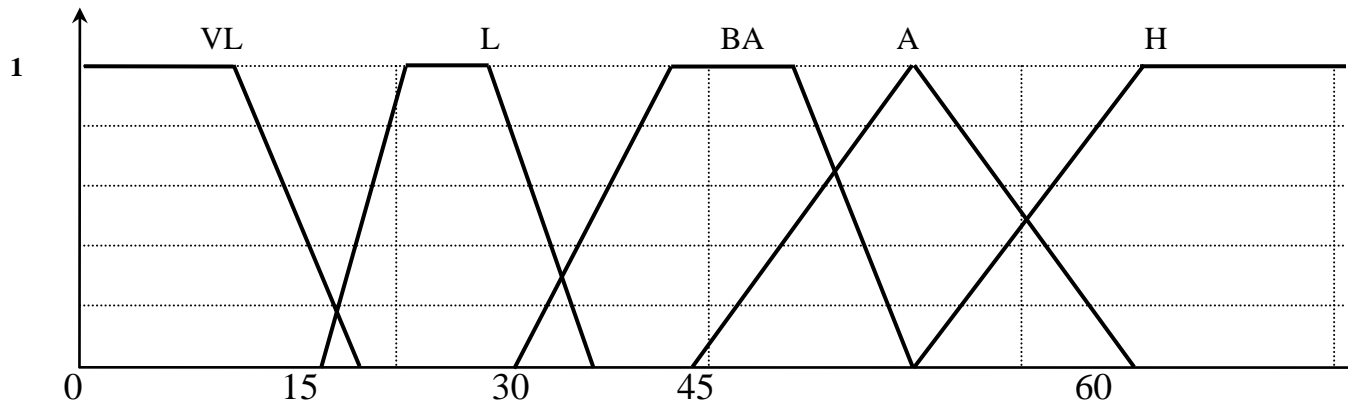


Рисунок 2.2 Графік ФН нечіткої множини «Рік споживача»

2.2 Системний аналіз предметної області просування комп'ютерної техніки на регіональному ринку

Однією з найбільш складних соціально-економічних систем зі значним рівнем невизначеності зв'язків між її підсистемами і компонентами є сучасний ринок товарів народного споживання, в якості одного з найважливіших сегментів якого є ринок комп'ютерної техніки в зв'язку зі всеохоплюючим її застосуванням. Раціональне його побудова забезпечує постійне опосередкований вплив на прогресивний розвиток ринкової економіки України. У той же час традиційний підхід до побудови моделей ринкових відносин не враховує об'єктивну реальність, пов'язану з функціонуванням виробничо-економічних систем, а саме нелінійність, мінливість, невизначеність їх функціонування. До того ж завдання такої складності частіше вимагають притягнення до їх оптимального рішення компетентних фахівців у відповідній предметній області, озброєних сучасними засобами підтримки рішень. Тому особливої актуальності набуває створення і впровадження нових інформаційних технологій, а саме побудови гібридних синергетичних імітаційно-оптимізаційних моделей, що враховують

привнесену ними користь в інших складних областях знань, які враховують позитивний досвід застосування таких технологій в інших складних областях, таких як біологія, фізика, і навіть філософія. Побудова на основі таких моделей, відповідно до заявленої мети дисертаційного дослідження, системи підтримки прийняття рішень при просуванні комп'ютерної техніки на споживчій ринку України, є предметом пильної уваги керівників підприємств, що займаються поставками комп'ютерної та офісної техніки на український ринок.

В даному випадку об'єктом інформатизації (далі, об'єкт) є торговельна мережа комп'ютерної техніки, її пристроїв, аксесуарів і ліцензійного програмного забезпечення в містах Харківської області з головним підприємством (ДП) в обласному центрі і блоком постачання в м.Києві. Існуюча АСУП, діюча на об'єкті, здійснює складський і бухгалтерський облік, реалізована на основі технології клієнт-сервер типу "один-сервер-багато-клієнтів" на базі СУБД Microsoft Access і фізично представлена файлами БД: Objects.mdb (рис. Д.1 , а) і Sklad.mdb (рис. Д.1, б). Objects.mdb є БД товарів і пов'язаної з ними цінової інформації; Sklad.mdb □ сховище операцій з товарами. Обмін даними між головним підприємством та філіями здійснюється на вимогу оператора кілька (зазвичай один) раз на добу. При цьому даний процес перебуває під управлінням людини, що істотно знижує надійність такої організації виробничого процесу. Зрозуміло, що в такому вигляді існуюча система не в змозі охопити всі інформаційні потоки, які відбуваються в функціональній частині підприємства [14-16].

Покажемо зв'язок між об'єктом інформатизації і об'єктом дослідження. Як було відзначено у вступі, об'єктом дослідження є соціально-економічний процес реалізації комп'ютерної техніки. Він охоплює соціально-економічне середовище, в якому функціонує об'єкт інформатизації.

2.3 Постановка завдання на розробку експертної системи

Виходячи з проведеного огляду сучасних джерел стають зрозумілі основні завдання розробляється ЕС: моделювання заданої предметної області, оцінювання факторів, позначених як істотні для завдання прийняття рішень, і визначення оптимальних варіантів рішень у вигляді прогнозів реалізації КТ на різні часові періоди з урахуванням впливу людського фактора. Застосування ЕС має дозволити здійснювати ефективне управління процесом просування комп'ютерної техніки на ринок, що в свою чергу підвищує оперативність і точність прийняття рішень в умовах невизначеності.

Розглянемо задачу прогнозування реалізації комп'ютерної техніки в Харківській області, як найбільш індустріальному і густонаселеному регіоні України. Узагальнюючи матеріал, розглянутий вище, можна визначити, що реалізація КТ є багатофакторний інформаційний процес, який вимагає адекватного уявлення і оптимізації за допомогою сучасних інформаційних технологій.

Аналіз сучасних підходів до вирішення завдань прогнозування при просуванні товарів на ринок, дозволив виділити такі класи вихідних даних:

1. Тимчасові ряди реалізацій за попередній період, в тому числі доходи, витрати, залишки, прибуток та ін.;
2. Статистичні оцінки попиту на регіональному ринку;
3. Вхідні документи, що відображають сутність предметної області (рахунки-фактури, накладні, відомості, історія реалізацій та ін.);
4. Експертні оцінки характеристик процесу реалізації товару, такі як:
 - формальні способи представлення основних показників реалізації КТ в умовах невизначеності;

- принципи класифікації та кодування КТ;
- формально-логічні правила просування КТ на ринок;
- особливості передбачуваних рішень задачі просування КТ споживачеві, та ін.

Ці класи складають дві групи вихідних даних: 1) кількісні, одержувані з наявних даних, якими володіє об'єкт, за допомогою автоматизованої обробки, і 2) якісні, що становлять "кристалізовану" інформацію про предметну область у вигляді документації та компетентності експертів. Для побудови моделі предметної області дуже важливо розуміти природу саме якісних даних. З використанням методики аналізу властивостей якісних даних вдалося встановити їх класифікаційну структуру, яка впливає на прийняття рішень при просуванні КТ на ринок.

Інтерпретація даних істотно залежить від порядку їх появи в часі, що особливо важливо при моделюванні причинно-наслідкових відносин між ними, серед яких також виділяються причинні, визначальні, кореляційні. Дані рясні, хоча не повністю визначені - виділяється клас стохастичних даних про вплив на попит КТ таких факторів, як сезонність, погодні умови, соціальна температура та ін., - а також недостатні на увазі чисельності кінцевих споживачів, задіяних на ринку комп'ютерної техніки. Всі дані, необхідні для використання в ЕС, неповні і недостатньо узгоджені, і підлягають постійному оновленню і погодженням.

Вплив на процес реалізації безлічі факторів, що представляють собою стохастично-детерміновані соціально-економічні показники, багато з яких можна системно описати як нечіткі величини, з огляду на доведеного обставини, що складний динамічний процес адекватно описується за допомогою нечіткої логіки, яка за визначенням є безперервною. При цьому вплив факторів на систему визначається за оцінками, отриманими на базі

моделі нечіткої логіки з урахуванням ранжирування за ознаками класифікації КТ із залученням в якості основного джерела групи експертів. Виходячи з такої постановки завдання, будемо далі називати розглядаються чинники і показники реалізації нечіткими чинниками (НФ) і показниками (НП), якісні ознаки класифікації КТ, щодо яких отримуємо оцінки НФ і НП, назвемо характеристичними ознаками (ХП).

При таких вихідних даних для вирішення даного завдання, перш за все, необхідно виконати такі підзадачі:

1. Сформувати набір НФ, НП і основних ХП, а також здійснити проблемну класифікацію товару.

2. З огляду на те, що не всі фактори можуть адекватно розглядатися щодо якісних ХП, провести багатоаспектну класифікацію товарів по безлічі ознак.

3. Для всіх НФ і НП ввести лінгвістичні змінні і визначити: терм-множини їх лінгвістичних значень;

3 МОДЕЛЬ МОДУЛЬНОГО ПОБУДУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ГЕТЕРОГЕННИХ ДАНИХ

Уніфіковані складові частини утворюють функціональну базу створюваного сімейства E програмних модулів. Функціональна база ділиться на непересічні класи E_i компонентів, які виконують різні функції інформаційної підтримки обчислювальної системи.

Програмний модуль e функціональної бази утворює зв'язки з іншими програмними модулями. Для здійснення цих зв'язків він може бути забезпечений програмними елементами сполучення. Структура модуля може бути представлена графом, що містить набір ізольованих вершин, кожна з яких відповідає елементу сполучення.

Будь-якому програмному модулю відповідає певна арність $Dim(e)$, яка показує число модулів сполучення (число ізольованих вершин графа компонента). Модулі сполучення можуть бути описані набором ознак або параметрів.

Таким чином, одним з факторів, що визначає функціональні можливості програмних модулів кожного класу, є наявність і типи вбудованих модулів сполучення. Іншим фактором є різна програмна реалізація програмних модулів і тип споживаного в режимі функціонування ресурсу. Конкретної програмної реалізації програмного модуля e функціональної елементної бази відповідає його уявлення вектором параметрів $V(e)$.

Програмний модуль e функціональній бази програмних агентів можна навести наступним чином:

$$e = [I(e), G(e), V(e)], \quad (3.1)$$

де $I(e)$ – номер класу програмного модулю; $G(e)$ – тип структури модулів сполучення; $V(e)$ вектор конструктивних параметрів.

Для формального визначення можливих функціональних варіантів програмних модулів введемо перетворення подібності s , що відображає безліч E на себе $s: E \rightarrow E$. Два програмних модуля e_1 та e_2 подібні, якщо існує деякий перетворення подібності $s \in S$, таке, що $se_1 = e_2$. Безліч S містить серед інших перетворення подібності виду s_0 , для якого $s_0e = e$. Конкретний вид перетворень подібності залежить від проєктованого сімейства програмних модулів.

Будемо вважати, що використовуються перетворення подібності задовольняють наступним вимогам:

- безліч S перетворень подібності s є групою ;
- будь-який $s \in S$ відображає клас E_i в себе при будь-якому номері класу програмних модулів;
- елементи множини S не впливають на структуру модулів сполучення, але можуть впливати на їх ознаки.

Таким чином, структура модулів сполучення і індекс класу інваріантні щодо перетворення подібності.

З урахуванням властивості інваріантності для програмних модулів можна ввести поняття функціонального класу: $z = [I(e), G(e)]$, яке відображає найбільш важливу інформацію про програмних модулях, укладену в номері класу і структурі модулів сполучення. Для функціональної бази E можна визначити інтегральну категорію верхнього рівня - функціональну базу типів.

Розглянемо відображення $h: E \rightarrow E'$, де E и E' - дві функціональні бази одного і того ж сімейства, пов'язані з однією і тією ж групою перетворень подібності S .

Будемо називати перетворення h інваріантом зв'язків, якщо для будь-якого програмного модуля $e \in E$ компоненти e та $e' = h(e)$ мають одні і ті ж модулі сполучення, а також $se \rightarrow se'$ для $\forall s \in S, \forall e \in E$.

За допомогою відображення h можна здійснити перехід від функціональної бази E до новій елементній базі, E' не порушуючи загальної структури програмних модулів, в яких використовуються компоненти E .

Даний випадок виникає при заміні наявної функціональної бази сімейства елементної базою нового покоління. Структура елементної бази сімейства формується класами програмних модулів. У середині класу модулі відрізняються структурою модулів сполучення $G(e)$. Компоненти одного класу, що відрізняються якими-небудь з перерахованих вище характеристик і ознак, будемо називати модифікаціями програмних модулів класу. Модифікації компонентів враховуємо різними номерами компонентів; так при двосимвольні позначенні e_{ij} перший символ вказує клас програмних модулів, другий - номер модифікації.

Компоненти класу, пов'язані з іншими його компонентами одним і тим же перетворенням подібності S , є універсальними. Число універсальних програмних модулів в класі визначається числом використовуваних перетворень подібності.

3.1 Метод та технології подання нечітких моделей засобами реляційних систем.

Останнім десятиріччям спостерігається гібридизація методів інтелектуальної обробки інформації. М'які обчислення поєднують такі області як нечітка логіка, штучні нейронні мережі, видобування знань, бази даних, імовірнісні міркування, еволюційні алгоритми та низку інших. Вони доповнюють одне одного й використовуються у різних комбінаціях для створення гібридних інтелектуальних систем.

Не залишилися осторонь від цікавого й сучасного напрямку дослідники в галузі баз даних [17-19]. Розробляється нечітка реляційна алгебра й спеціальні розширення структурованої мови (SQL) для нечітких запитів. У цій області інтенсивні дослідження проводять європейські вчені Д.Дюбуа й Г.Праде. Формується перспективний напрямок у сучасних системах обробки інформації – нечіткі запити до баз даних (fuzzy queries).

У цьому контексті можна розглядати два основних питання, найбільш актуальних в цей час: як проектувати, де й у яких структурах зберігати нечіткі дані систем такого класу. Вирішення цих проблем відкриє шляхи інтеграції реляційних баз даних, що накопичили колосальні обсяги інформації, і систем на основі нечіткої логіки.

Метою проведених досліджень є розробка методів зберігання й обробки нечітких даних засобами реляційної моделі, орієнтованої на реалізацію в середовищі сучасних систем управління базами даних. Особлива увага приділена обґрунтуванню вибору схеми реляційної моделі даних для подання функцій належності лінгвістичних змінних.

Розглянемо класичний підхід до побудови реляційного відношення, запропонований Е.Ф. Коддом, і визначимо основні властивості відношень при розширенні множини доменів [20].

Основним структурним компонентом даних у реляційній моделі даних (РМД) є n -арне відношення, що є підмножиною кортежів декартового

добутку доменів, тобто множини значень елементів даних. Для заданих кінцевих множин D_1, \dots, D_n (не обов'язково різних по типу) декартовим добутком $D_1 \times \dots \times D_n$ називається множина добутків виду d_1, \dots, d_n , де $d_1 \in D_1, \dots, d_n \in D_n$. Відношенням R , визначеним на множинах D_1, \dots, D_n , називається підмножина добутку (декартовий добуток) $D_1 \times \dots \times D_n$, тобто $R \subseteq D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$. Множина $D = \{D_1, \dots, D_n\}$ називається доменом. Домени – це однотипні семантично однозначні (однакові за змістом) значення елементів даних. Елементи декартового добутку d_1, \dots, d_n називаються кортежами, число n визначає ступінь відношення; кількість кортежів визначає потужність відношення.

Нехай $a = \{a_1, \dots, A_n\}$ – множина імен, тоді однозначне відображення виду $\rho : A_i \rightarrow D_i$, де пару $A_i = \langle \rho(A_i), D_i \rangle$ називають атрибутами відношення. Схемою відношення R будемо називати вираз $S(A_1, \dots, A_n)$ в якому всі атрибути A_i різні. При цьому екземпляр відношення $R(S)$ визначається як підмножина декартового добутку доменів $r_i \subseteq \rho(A_i) \times \dots \times \rho(A_n)$. Екземпляр відношення зі схемою R_i будемо позначати як $R_i(r_i)$. Зазначимо, що перестановка атрибутів у схемі не породжує нового стану БД. Таким чином, множина атрибутів $\{A_1, \dots, A_n\}$ завдає тип відношення й визначає його властивості.

Схему БД будемо позначати як множину схем відношень $U = \{R_1, \dots, R_n\}$, де $R_i \in R$ і всі R_i різні. Відповідно, екземпляр БД будемо позначати множиною екземплярів відношень $U(r_1, \dots, r_n)$. Концептуально реляційна БД є інформаційною моделлю предметної області (ПО), такою, що кожний екземпляр відповідає стану ПО у певний момент часу. Кожний стан моделюється впорядкованою сукупністю значень елементів даних, що відповідають значенням властивостей об'єктів ПО. Об'єкту певного типу відповідає кортеж відношень [21-23].

Для задач аналізу даних визначимо додатковий тип відношень, що визначає приналежність існуючих даних до деякого заданого числового відрізка, що характеризує інформаційний об'єкт – відношення фаззифікації.

Будь-яку лінію на координатній площині можна подати у вигляді бінарного відношення, де $\text{Dom } R$ визначається значеннями осі абсцис, а $\text{Im } R$ визначається значеннями осі ординат. У задачі фаззифікації діаграма містить три показники, які необхідно враховувати при формуванні відношення.

Під нечіткою змінної будемо розуміти набір (N, X, Y) , де N – назва змінної, X – область міркувань, Y – нечітка множина на X . Використовуючи таке визначення, задамо три домени, що відповідають елементам змінної. Нехай $N = \{n_1, \dots, n_m\}$, $Y = \{0, 0.1, \dots, 1\}$, $X = \{x_0, \dots, x_k\}$. Значення X і Y відповідають обраній шкалі дискретизації координатних осей і описують область належності до параметра N . Для кожного параметра N робимо вибірку даних за значеннями X і будемо діаграму належності, наведену на рисунку. 3.1.

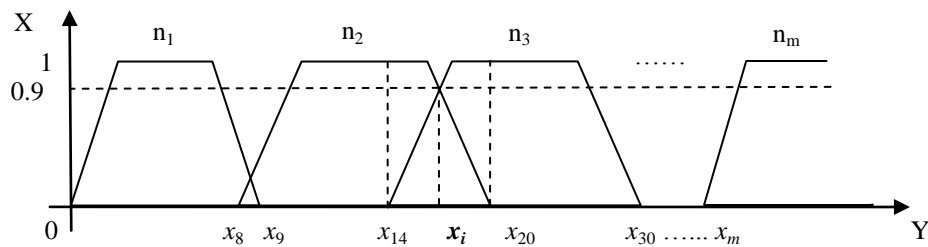


Рисунок. 3.1 – Розподіл кількості захистів дисертацій по регіонах

Для розглянутого випадку визначимо відповідні домени для подання нечіткої змінної.

$$D_1 = \{n_1, n_2, n_3, \dots, n_m\};$$

$$D_2 = \{x_0, \dots, x_8, x_9, \dots, x_{14}, \dots, x_i, \dots, x_{20}, \dots, x_{30}, \dots, x_m\};$$

$$D_3 = \{0, 0.1, \dots, 1\}.$$

Задамо множину імен доменів і побудуємо відображення. Для множини імен $A = \{A_1, A_2, A_3\}$ відображення $\rho : (A_1 \rightarrow D_1; A_2 \rightarrow D_2; A_3 \rightarrow D_3)$ визначають множину атрибутів $A = \{A_1, A_2, A_3\}$ і відповідну схему відношення $S(A_1, A_2, A_3)$. Структура відношення R^f у табличному вигляді буде називатися відношенням фаззифікації. Можливі перетини діаграм фаззифікації визначають той факт, що всі значення можуть повторюватися відносно одне одного [24].

Таким чином, можна говорити про відношення, що включає повний набір кортежів декартового добутку доменів $D_1 \times D_2 \times D_3$ (повний декартовий добуток, у цьому випадку, визначається скінченністю значень системи координат). Виходячи із цього факту, можна визначить, що ключем відношення буде множина всіх атрибутів $K = \{A_1, A_2, A_3\}$.

Очевидно, що інформативність кортежів визначається значеннями на діаграмі фаззифікації. У розглянутій задачі, необхідно враховувати ще один показник – множину значень вибірки із БД, для якої будується діаграма. Тобто необхідно встановити зв'язок між доменом відношення R^f , що відображує значення осі абсцис і доменом із БД, що відображує значення параметрів фаззифікації [25].

Таким чином, наступна задача, яку необхідно розглянути, пов'язана з інтеграцією відношення R^f із БД, що зберігає основні показники.

Розглянемо задачу в загальному вигляді. Нехай $U(R_1, \dots, R_n)$ – БД, що зберігає основні дані, $R^f(A_1, A_2, A_3)$ – відношення фаззифікації. Задача має сенс, якщо в БД U існує параметр, для якого виконана фаззифікація [26].

Щоб організувати спільну роботу з базами даних U і R , формалізуємо процедуру інтеграції, спираючись на поетапну нормалізацію. Структура БД U отримана на підставі функціональних залежностей $F = \{M_i \rightarrow N_i\}$, де M_i ,

$N_i \in U$. Виділимо одну залежність, яка містить атрибут з параметрами фаззифікації, і позначимо її як $W \rightarrow V$, причому W і V можуть бути множинами. Відношення R^f містить одну залежність виду $F' = \{A_1, A_2, A_3 \rightarrow A_1, A_2, A_3\}$. Спираючись на аксіоми виводу, можна одержати еквівалентну множину

$$F' = \{A_1, A_2, A_3 \rightarrow A_1; A_1, A_2, A_3 \rightarrow A_2; A_1, A_2, A_3 \rightarrow A_3\}.$$

Нехай параметр фаззифікації відповідає атрибуту A_2 , тоді для визначення типу зв'язку необхідно одержати множину $F = F \cup F'$ і розглянути два випадки, що впливають на правила нормалізації [27].

$A_2 \in W$ – пошук неповних залежностей: якщо виконуються функціональні залежності $\xi \rightarrow \zeta$ і $\omega \rightarrow \zeta$, причому $\omega \subseteq \xi$, тоді залежність $\omega \rightarrow \zeta$ є неповною.

$A_2 \in V$ – пошук транзитивно залежних елементів: якщо виконуються функціональні залежності $\xi \rightarrow \omega$ і $\omega \rightarrow \zeta$, тоді елемент ζ є транзитивно залежним.

Існування таких залежностей дозволить виконати коректну декомпозицію й встановити зв'язок між базами даних U і R^f .

Якщо $A_2 = W$ або $A_2 = V$, то процес декомпозиції призводить до другої або третьої нормальної форми. Якщо рівняння не виконуються, то неможливо організувати підтримку однозначності зв'язаних даних, тому що асоціація між відношеннями буде відповідати типу «багато-до-багатьох».

Як правило, на практиці умови рівняння не виконуються і для нормалізації необхідно виділити базис F і повторити процедуру декомпозиції. Враховуючи той факт, що структура БД не повинна змінюватися, необхідно зв'язати відношення фаззифікації R^f і БД U без реструктуризації схеми даних. Використовуючи діаграму моделі «сутність-зв'язок», представимо R^f і U вигляді сутностей.

Для усунення зв'язку «N:N» запровадимо додаткову сполучну сутність, яка вирішить проблему цілісності даних за рахунок визначення нових типів зв'язків. «Сутність-зв'язок» буде містити один атрибут – сполучний для R^f і U , причому з об'єктивних причин він буде ключовим. На рис. 3.2 показана діаграма інтеграції БД і відношення фаззифікації з підтримкою однозначності зв'язку.

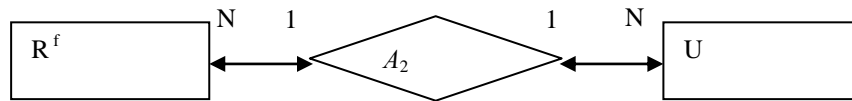


Рисунок 3.2. – Усунення зв'язку «багато-до-багатьох»

Виходячи з опису концептуальної схеми ПО можна бачити, що для коректного з'єднання R^f і U необхідно побудувати проміжну таблицю. Такий підхід гарантує погодженість даних для будь-яких параметрів фаззифікації.

Покажемо, що для даної задачі цілком коректні результати при виконанні з'єднання відношень з асоціацією типу «N:N». Можливі значення атрибута $A_1 \in U$ можуть повторюватися стільки разів, скільки це значення перетинає границі діаграми фаззифікації по осі ординат. Тобто кожному значенню атрибута A_1 відповідає рядок унікальних даних. Якщо A_1 не є ключем, і значення повторюються, то, за визначенням множини, у рядку повинно бути хоча б одне відмінне значення. У термінах розв'язуваної задачі необхідно аналізувати всі такі рядки. В атрибуті A_1 відношення R^f також повторюються значення, які необхідно проаналізувати, причому в різних комбінаціях [28].

Таким чином, у загальному вигляді для аналізу даних, що накопичуються в реляційних базах даних, досить побудувати відношення фазифікації й встановити зв'язок з атрибутом (атрибутами), за значеннями якого необхідно провести відповідний аналіз [29].

4 НЕЧИТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ

Розглянемо задачу просування комп'ютерної техніки споживачеві. В процесі імітаційно-оптимізаційного моделювання процесу реалізації товару виникає необхідність в достовірних даних про таких найважливіших характеристиках процесу, як купівельна спроможність і стимул дії споживача, а також ймовірності реалізації певної групи товарів або конкретної товарної одиниці. Зважаючи на очевидну невизначеності вихідних даних і неможливості її погашення ймовірносними методами, зі структури імітаційної моделі була виділена підмодель, що визначає вищевказані характеристики процесу реалізації КТ на основі моделювання вихідних даних із застосуванням нечіткої логіки і механізму нечіткого виведення, яка була покладена в основу підсистеми виведення ЕС і забезпечує імітаційно-оптимізаційну модель просування КТ споживачеві достовірними даними (рис. 2.3). Тут фактичні значення вхідних величин надходять до бази даних ЕС через інтерфейс користувача, де підтримуються в актуальних значеннях протягом однієї ітерації циклу просування КТ споживачеві. На кожній ітерації актуальні значення з БД ЕС подаються на вхід підсистеми нечіткого виведення, яка під впливом керуючих сигналів з імітаційно-оптимізаційної моделі здійснює нечітке моделювання параметрів реалізації і нечіткий висновок, результатом якого є набір актуальних значень вищевказаних характеристик процесу реалізації КТ. При цьому результати виведення супроводжуються інструкціями мовою, близькою до природного, для виведення користувачеві через підсистему пояснень ЕС.

Логіка визначення значень характеристик процесу реалізації КТ представлена експертами в процесі здобування знань у вигляді формально-

логічних правил, записаних на основі класифікації номенклатури товару за групами (табл. А.3) в термінах вхідних і вихідних показників (табл. А.5) процесу реалізації КТ споживачеві. Деякі з таких правил, сформульованих для групи товарів «Диски CD, DVD»:

ЯКЩО Географічне розташування біля навчального закладу І Вік до 40 років І Асортимент хороший ТО Імовірність покупки - висока;

ЯКЩО Географічне розташування центр міста І Вік більше 40 років І Асортимент слабкий ТО Імовірність покупки - низька.

Вихідний набір правил, поряд з формалізованими нечіткими чинниками і ознаками класифікації КТ представляють собою вихідні дані для побудови бази правил системи нечіткого виведення, що дозволяють розробити відповідну підсистему ЕС. При аналізі правил на предмет визначення вхідних і вихідних змінних моделі були виявлені змінні, що виражаються чіткими множинами (рід діяльності споживачів, географічне розташування магазину та ін.). Список чітких змінних α представлений в табл. 4.1.

Таблица 4.1 Вхідні дані

Имя	Символич. имя	Четкое множество
Spс	Класс товара	{ $s_1 \dots s_{27}$ } – признаки классификации из табл. А.3
α_1	Географическое расположение	{ $\langle s_1, \text{возле учебного заведения} \rangle, \langle s_2, \text{центр города} \rangle, \langle s_3, \text{жилой район} \rangle, \langle s_4, \text{офисный район} \rangle$ }
α_2	Цели использования	{ $\langle s_1, \text{для дома} \rangle, \langle s_2, \text{для офиса} \rangle, \langle s_3, \text{профессиональная работа с графикой} \rangle, \langle s_4, \text{коммерческие} \rangle$ }
α_3	Особенности занятости	{ $\langle s_1, \text{работа в офисе} \rangle, \langle s_2, \text{наличие дом. принтера} \rangle, \langle s_3, \text{специалист в области IT} \rangle, \langle s_4, \text{пользователь ПК} \rangle, \langle s_5, \text{профессиональный фотограф} \rangle$ }
α_4	Социальная группа	{ $\langle s_1, \text{элита} \rangle, \langle s_2, \text{рядовой гражданин} \rangle, \langle s_3, \text{ФЛП} \rangle, \langle s_4, \text{чиновник} \rangle, \langle s_5, \text{инженер} \rangle, \langle s_6, \text{бюджетник} \rangle$ }
α_5	Дизайн	{ $\langle s_1, \text{белый цвет корпуса} \rangle, \langle s_2, \text{черный цвет корпуса} \rangle, \langle s_3, \text{строгий/классический} \rangle, \langle s_4, \text{оригинальный} \rangle, \langle s_5, \text{женская модель} \rangle$ }
α_6	Время года	{ $\langle s_1, \text{весна} \rangle, \langle s_2, \text{лето} \rangle, \langle s_3, \text{осень} \rangle, \langle s_4, \text{зима} \rangle, \langle s_5, \text{конец лета} \rangle, \langle s_6, \text{конец декабря} \rangle, \langle s_7, \text{начало весны} \rangle$ }
α_7	Образование	{ $\langle s_1, \text{среднее} \rangle, \langle s_2, \text{среднее специальное} \rangle, \langle s_3, \text{высшее} \rangle, \langle s_4, \text{ученая степень} \rangle$ }
α_8	Погодные условия	

Також серед безлічі 48 показників процесу реалізації комп'ютерної техніки виявлені такі, які експерти охарактеризували з деяким ступенем невпевненості. На основі цих показників визначено 30 нечітких вхідних лінгвістичних змінних β . Як елементи терм-множин в табл. 4.1 і 4.2 дані загальноприйняті скорочення для основних термів лінгвістичної змінної в системах нечіткого виведення.

Таблиця 4.2 Вхідні лінгвістичні змінні-1

Имя	Символическое имя	Терм-множество	График
1	2	3	4
β_1	Возраст потребителя	{VL, L, BA, A, H}	1.5
β_2	Ассортимент товара в данном магазине	{L, BA, A, AA, H}	Г.1, б
β_3	Стоимость конкретной ТЕ	{L, BA, A, AA, H}	Г.1, б
β_4	Численность населения	{BA, A, H}	Г.2, в
β_5	Торговая площадь	{L, A, H}	Г.2, б
β_6	Квалификация менеджеров	{L, A, H}	Г.1, в
β_7	Стоимость товара относительно цены Интернет-магазинов	{NB, NM, NS, Z, PS, PM, PB}	Г.2, д
β_8	Качество товара	{L, BA, A, AA, H}	Г.1, б
β_9	Соотношение производительность/цена	{L, BA, A, AA, H}	Г.1, б
β_{10}	Раскрученность модели	{L, A, H}	Г.1, в
β_{11}	Инновационность товара	{L, A, H}	Г.1, в
β_{12}	Гарантийный срок эксплуатации товара	{L, A, H}	Г.1, в
β_{13}	Степень насыщенности рынка аналогичными товарами	{L, BA, A, AA, H}	Г.1, б
β_{14}	Время доставки к точке заказа	{VL, A, VH}	Г.2, а
β_{15}	Наличие недефицитных аналогов дефицитных товаров	{L, A, H}	Г.1, в
β_{16}	Денежные доходы в регионе	{L, A, H}	Г.1, в
β_{17}	Эффект демонстрации исключительности	{L, A, H}	Г.1, в
β_{18}	Предпочтения определенным маркам товара	{L, A, H}	Г.1, в
β_{19}	Ассортимент конкурентов	{L, BA, A, AA, H}	Г.1, б

Таблица 4.3 Вихідні лінгвістичні змінні-2

Имя	Символическое имя	Терм-множество	График
ω_1	Вероятность реализации конкретной товарной единицы	{VL, L, BA, A, AA, H, VH}	2.4
ω_2	Покупательская способность (индифферентно товару)	{VL, L, BA, A, AA, H, VH}	2.4
ω_3	Вероятность посещения магазина	{VL, L, BA, A, AA, H, VH}	2.4

Для формування імовірнісних параметрів моделі процесу реалізації комп'ютерної техніки визначені нечіткі вихідні лінгвістичні змінні ω , а на рис. 4.1 представлений графік функції приналежності змінних ω .

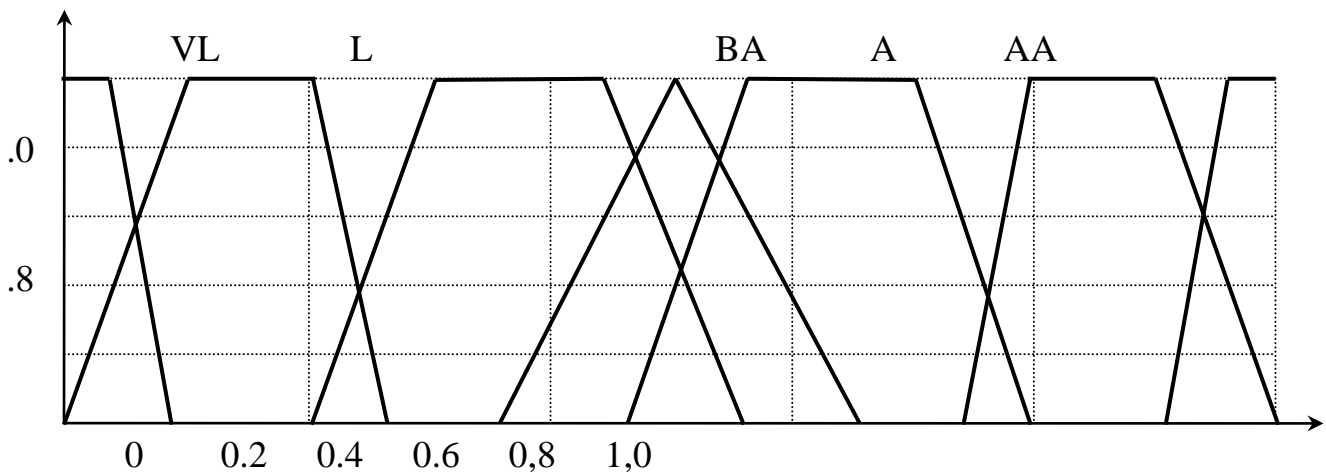


Рисунок 4.1 Графічне представлення функції приналежності вихідних лінгвістичних змінних ω_1 «Імовірність реалізації товару», ω_2 «Купівельна спроможність» і ω_3 «Імовірність відвідування магазину»

- t_2 – Gigabyte PCI-Ex Radeon HD6850 1024MB GDDR5 (256bit)
(820/4200),
- t_3 – Gigabyte PCI-Ex GeForce GTS 450 1024MB GDDR5 (128bit)
(810/3608),
- t_4 – Asus PCI-Ex GeForce GTX 560 Ti 1024MB GDDR5 (256bit)
(900/4200),
- t_5 – Asus PCI-Ex GeForce GTX 560 Ti 1024MB GDDR5 (256bit)
(822/4008),
- t_6 – Gigabyte PCI-Ex Radeon HD6670 1024MB GDDR3 (128bit)
(820/1800),
- t_7 – Gigabyte PCI-Ex Radeon HD 6770 1024MB GDDR5 (128bit)
(800/4000),
- t_8 – Gigabyte PCI-Ex GeForce 210 128 MB GDDR3 (64 Bit) (590/1600),
- t_9 – Gigabyte PCI-Ex Radeon HD5570 1024MB GDDR3 (128bit)
(670/1600),
- t_{10} – Asus PCI-E Radeon HD 6670 1024MB GDDR3 (128 bit) (800/1800).

В цьому випадку бінарне нечітке відношення Q_1 може бути задано в матричній формі. Нечітке бінарне відношення Q_2 описує цю властивість в наступному формулюванні: «пристрій t_i може доповнити пристрій t_j в складі КТ». Оскільки в даному випадку зворотне відношення не завжди є еквівалентним, дана матриця не є симетричною відносно головної діагоналі.

Тепер розглянемо приклад бінарного нечіткого відношення, визначеного на різних універсумах. Ставлення Q_3 описує характеристичний ознака S_8 : «Дизайн пристрою t_i відповідає рівню l_j ». В даному випадку пристрої t_i визначені на універсальній множині T , а рівень l_j - на відповідному універсальній множині L з табл. В.3, $L = \{\text{дуже хороший, хороший, вище}$

середнього, середній, нижче середнього, поганий, дуже поганий}. Бінарне нечітке відношення Q3 в цьому випадку зручно проілюструвати у вигляді таблиці В.6. Подібним же чином реалізовані відносини Q4: «Надійність пристрою ті відповідає рівню Іj» (для ХП S4) і Q5: «Популярність пристрої ті відповідає рівню Іj» (для ХП S9).

Нарешті, слід зазначити, що синтаксична процедура G породження умов, що робить кожен дану нечітку модель відкритою, реалізується в розроблюваній ЕС за допомогою перебору елементів базового терм-множини з метою його розширення. Семантика розширення реалізується користувачем за допомогою інтерфейсу.

Наступним етапом вирішення задачі прогнозування реалізації КТ є розробка системи функціональних зв'язків, яка моделює коригуючий вплив на основні показники реалізації та здійснює оптимізаційне прогнозування реалізації комп'ютерної техніки. Детальному висвітленню даного етапу присвячена третя глава дисертації. Однак, перш ніж перейти до моделювання та оптимізації, слід розглянути засіб багатоаспектної угруповання пристроїв КТ, необхідне для забезпечення вихідних даних для цього завдання.

4.1 Метод побудови пошуку асоціативних правил на основі операційної специфікації реляційної моделі даних.

Застосування агрегатних функцій щодо ключових атрибутів дає можливість будувати логічні залежності між інформаційними одиницями. Введено поняття функціональних асоціативних правил. Семантична мережа (СМ), що побудована на основі запропонованого підходу, дозволяє підвищити ефективність систем підтримки прийняття рішень.

При переході до знань у пам'ять повинна вводиться інформація про деяку структуру інформаційних одиниць. Наприклад, машинне слово може представляти структуру, де вказано, в яких розрядах зберігається інформація про групи і спеціальності наукових працівників. При цьому повинні бути завдані спеціальні словники: «довідник груп» і «довідник спеціальностей», в яких перераховані наявні в пам'яті ІС групи та спеціальності. Ці атрибути відіграють роль імен для тих машинних слів, які відповідають рядкам таблиці. За ними можна здійснювати пошук потрібної інформації. Кожен рядок таблиці є екземпляром структури.

Зараз практично всі системи управління базами даних забезпечують внутрішню інтерпретованість всіх інформаційних одиниць, що зберігаються в БД. З іншого боку, існує низка питань, які потребують додаткових досліджень. Серед них можна виділити питання, пов'язані із впливом структурних властивостей БД на формування знань. Подібні завдання розглядаються в роботі R. Srikant, де для обробки транзакцій, що складаються з різних типів даних, та вилучення численних асоціативних правил, був запропонований відповідний алгоритм. У роботах Л.А.Калиниченка і Е.М.Беніамінова міститься опис алгебраїчних засобів моделювання БД реляційного типу, подання знань і понять.

Сучасні технології обробки інформації, в яких переважає розділення інформаційних одиниць на дані та команди, створили ситуацію, при якій дані пасивні, а команди активні. Тобто, всі процеси, що протікають, ініціюються командами, а дані використовуються цими командами лише у разі потреби.

Метою проведених досліджень є аналіз особливостей інформаційних одиниць і структур даних, які впливають на технологію вилучення знань. БД можуть бути розглянуті у вигляді структур бази знань (БЗ), оскільки у даний час не існує БЗ, в яких повною мірою були б реалізовані внутрішня

інтерпретованість, структуризація, зв'язність, введена семантична міра і забезпечена активність знань.

Крім однозначної можливості інтерпретації, інформаційні одиниці повинні мати гнучку структуру. Кожна інформаційна одиниця може бути включена до складу будь-якої іншої, а із кожної інформаційної одиниці можна виділити деякі складові – її інформаційні одиниці. Інакше кажучи, повинна існувати можливість встановлення між окремими інформаційними одиницями відношень типу «частина – ціле», «елемент – клас» та ін.

У БД зв'язки, встановлені між інформаційними одиницями, можуть характеризувати відповідні відношення між ними. Семантика відношень може носити або декларативний, або процедурний характер. Наприклад, дві або більше інформаційні одиниці можуть бути зв'язані відношенням «у деякий час», «причина – наслідок», «бути однаковим» та ін. Такі відношення характеризують декларативні знання. Якщо між двома інформаційними одиницями встановлене відношення «аргумент – функція», то воно характеризує процедурне знання, пов'язане з обчисленням певних функцій.

Агрегатними функціями називаються функції, які визначають кількість записів у таблиці, підраховують у стовпці кількість значень або знаходять для нього мінімальне й максимальне значення, а також підсумують дані. До агрегатних функцій належать функції COUNT, SUM, MAX, MIN, AVG і, можливо, інші, що можуть пропонуватися розробником конкретної системи.

Для застосування агрегатних функцій при обчисленнях деякої групи однакових значень використовується параметр угруповання GROUP BY. Цей параметр «стискає» однакові значення заданого атрибута в один рядок підсумкових результатів. Наприклад, для пошуку середньої ціни деталі можна сформулювати запит мовою SQL.

```
SELECT Num_detail, AVG(Price) FROM Table GROUP BY Num_detail
```

Розробка й дослідження моделі функціональних асоціативних правил здійснюється таким чином. Нехай є БД, для доступу до якої реалізовано набір транзакцій $T = \{T_1, \dots, T_n\}$. $D = \{d_1, \dots, d_n\}$ – множина елементів з T , тобто $T_i \subseteq D$ і $\Omega = \{\text{COUNT, SUM, MAX, MIN, AVG, \dots}\}$ – набір агрегатних функцій. Кожна транзакція є бінарним вектором, де $T_i = 1$, якщо елемент d_i є присутнім у транзакції, й $T_i = 0$, якщо ні. Транзакція T_i містить набір елементів $X \subseteq D$, якщо $X \subset T_i$. Тоді продукцію виду (1) будемо називати функціональним асоціативним правилом, якщо $X \subset D$, $Y \subset D$, $X \cap Y = \emptyset$ і $\varpi \in \Omega$.

$$\{P; X \Rightarrow \varpi(Y)\}, \quad (4.1)$$

де P – умова активізації ядра правила.

Метою аналізу БД є встановлення таких залежностей: якщо в транзакції зустрівся деякий набір елементів X , то на підставі цього можна зробити висновок про те, що інший набір елементів Y також повинен з'явитися в цій транзакції. Встановлення таких залежностей дає можливість знаходити прості й інтуїтивно зрозумілі правила.

У загальному вигляді процес формування асоціативних правил можна подати двома етапами:

виділення всіх необхідних наборів елементів;

генерація правил з наборів елементів із застосуванням необхідних функцій.

Звернімо увагу на умову активізації правила (4.1). Для реалізації секвенції « \Rightarrow » цього правила необхідне виконання умови застосовності ядра. У теорії реляційних БД відсутність значення в атрибуті є неприпустимою. З іншого боку, якщо схема БД містить кілька зв'язаних відношень, то можлива ситуація, коли значення зв'язаного атрибута на даний момент не визначено.

Нехай $\mathcal{R}(R_1(a,b,c), R_2(c,d), R_3(d,e))$ – реляційна БД (підкреслені атрибути є ключами), у схемі якої визначені зв'язки $R_1 \xrightarrow{1:M} R_2$, $R_2 \xrightarrow{1:M} R_3$ і нехай для \mathcal{R} задана транзакція:

```
BEGIN TRANSACTION
```

```
SELECT R1.a, R1.b, SUM(R1.d) FROM R1 GROUP BY R1.a, R1.b;
```

```
SELECT R1.b, COUNT(R2.e) FROM R1 INNER JOIN R2 ON
```

```
  R1.c=R2.c GROUP BY R1.b;
```

```
SELECT R2.c, R2.d, AVG(R3.e) FROM R2 INNER JOIN R3 ON
```

```
  R2.d=R3.d GROUP BY R2.c, R2.d;
```

```
SELECT R3.d, MIN(R3.e) FROM R3 WHERE d > '10'
```

```
GROUP BY R3.d;
```

```
COMMIT
```

Побудуємо систему продукцій у вигляді функціональних асоціативних правил:

1. $\{c \mid (a \ \& \ b \mid \text{SUM}(c)),$
2. $d \mid (b \mid \text{COUNT}(e)),$
3. $e \mid (c \ \& \ d \mid \text{AVG}(e)),$
4. $e \mid ((\ \& \ d > '10'; d \mid \text{MIN}(e))\}$

Покажемо, що правила 2 і 3 можуть не активізуватися, тобто існує ситуація, коли не виконуються умови продукції.

Зв'язок типу «один-до-багатьох» визначає однозначну відповідність одного елемента однієї множини нулю, одному або більше елементам іншої множини. Таким чином, якщо функціональне асоціативне правило будується між інформаційними одиницями, що належать різним таблицям, таке правило може бути побудоване, але можлива й ситуація, коли умова активізації ядра не виконується.

Нехай $\mathfrak{R}(R_1(a, \underline{b}), R_2(b, \underline{c}))$ – схема реляційної БД. Функціональне асоціативне правило виду $\{c \neq \emptyset; a \Rightarrow \varpi(c)\}$ існує, якщо між відношеннями R_1 і R_2 встановлено зв'язок типу 1:М.

Ґрунтуючись на визначенні типу зв'язку «один-до-багатьох» і виключивши ситуацію, коли зв'язаний елемент відсутній (умова $c \neq \emptyset$ у твердженні), покажемо, що завжди можна знайти множину різних елементів однієї множини, які відповідають одному елементу іншої множини, тобто побудувати функціональне асоціативне правило.

Нехай задані множини $A = \{a_1, \dots, a_n\}$, $B = \{b_1, \dots, b_m\}$ і $C = \{c_1, \dots, c_k\}$ і задані відношення $R_1 \subseteq A \times B$ такі, що b_i не повторюються й $R_2 \subseteq B \times C$, де не повторюються c_i (згідно з ключовими атрибутами, визначеними у схемі БД). Такий запис показує, що в R_1 кожному значенню з $\{b_1, \dots, b_m\}$ може відповідати одне будь-яке значення з $\{a_1, \dots, a_n\}$, і в R_2 кожному значенню з $\{c_1, \dots, c_m\}$ може відповідати одне будь-яке значення з $\{b_1, \dots, b_n\}$.

У загальному вигляді відповідність значень атрибутів A і C можна записати у вигляді $a_i \rightarrow (c_1, \dots, c_k)$.

Таким чином, можна застосувати агрегатну функцію для обчислення по атрибуту C , згрупованого по атрибуту A і побудувати відповідне функціональне асоціативне правило $\{c \neq \emptyset; a \Rightarrow \varpi(c)\}$.

Зауважимо, що на практиці для однозначної ідентифікації значень неключового атрибута в ядрі правила необхідно використовувати значення ключа. Для розглянутого у твердженні прикладу функціональне асоціативне правило $\{c \neq \emptyset; a \Rightarrow c\}$ має вигляд $\{c \neq \emptyset; a, B \Rightarrow c\}$.

На відміну від логічних моделей подання знань, семантичні мережі дозволяють успішно структурувати інформацію. Такі моделі дозволяють розширити коло розв'язуваних проблем порівняно з множиною правил, що належать до них.

Використовуючи структуру СМ, розглянемо зворотну задачу. Сформулюємо запит, ґрунтуючись на аналізі шляхів у СМ. Наприклад, яку інформацію можна одержати, маючи дані про імена постачальників (Name_Customer). Виходячи із системи правил (3), запит можна сформулювати наступним чином:

```
SELECT Name_Customer, COUNT(Product) FROM Table  
GROUP BY Name_Customer
```

Аналіз СМ може розширити набір знань. Визначивши необхідний шлях у мережі, запит можна скласти таким чином:

```
SELECT Name_Customer, Product, MIN(Price) FROM Table  
GROUP BY Name_Customer, Product
```

Так, із виразів:

якщо є постачальник, то можна знайти кількість його поставок;

і якщо є поставки, то можна знайти мінімальну вартість однієї,

можна одержати вирази:

якщо є постачальник і його поставки, то можна знайти мінімальну вартість цих поставок.

4.2 Розробка методу побудови функціональних асоціативних правил для вирішення завдань інтелектуального аналізу реляційних баз даних

Етап 1. На першому кроці задається одне або кілька універсальних відносин, що відображають поняття предметної області. Відповідно до предметної області виділяються функціональні залежності. Якщо відносини задовольняють умовам: в відношенні немає однакових кортежів, кортежі не впорядковані і все значення атрибутів є атомарними, то всі відносини автоматично знаходяться в 1НФ.

Етап 2. Якщо в деяких відносинах виявлена залежність атрибутів від частини складного ключа, то проводиться декомпозицію цих відносин на кілька відносин в такий спосіб: ті атрибути, які залежать від частини складного ключа, виносяться в окреме відношення разом з цією частиною ключа. У вихідному відношенні залишаються всі ключові атрибути:

Етап 3. Якщо в стосунках виявлена залежність не ключових атрибутів від інших не ключових атрибутів, то проводиться декомпозиція цих відносин: ті не ключових атрибутів, які залежать інших не ключових атрибутів, виносяться в окреме відношення. У новому відношенні ключем стає детермінант функціональної залежності:

Функціональні залежності:

$K \rightarrow (A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$ – залежність усіх атрибутів від ключа у відношенні;

$\{A_1, \dots, A_n\} \rightarrow \{B_1, \dots, B_m\}$ – залежність не ключових атрибутів.

Модифіковане відношення $R_1(K, A_1, \dots, A_n)$ – залишок від універсального відношення.

$R_2(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$ – атрибути, після декомпозиції функціональних залежностей. Ключ $\{A_1, \dots, A_n\}$.

Технологія нормалізації дозволяє вирішити кілька завдань: позбутися від надмірності даних і піти від проблем відомих як «аномалії» - оновлення, видалення та додавання. При цьому теорія функціональних залежностей в процесі нормалізації використовується як критерій ступеня нормалізації. Чим більше функціонально-залежних атрибутів щодо тем, з точки зору, теорії проектування реляційних баз даних, «гірше» проект. Однак, з точки зору інтелектуального аналізу даних, сильно нормалізоване відношення не представляє цінності як джерело знань. Для доказу цього твердження розглянемо визначення функціонально-залежних атрибутів.

4.3 Методика синтезу інформаційної системи на основі модульної технології

Класична методика проектування інформаційної системи на основі технології реляційних баз даних полягає в наступному. На першому етапі розробник разом з адміністратором предметної області вивчає всі особливості предметної області. Виділяються основні сутності, і докладно розглядається бізнес-процес обробки інформації. Узагальнена схема проектування представлена на рисунку 4.2:

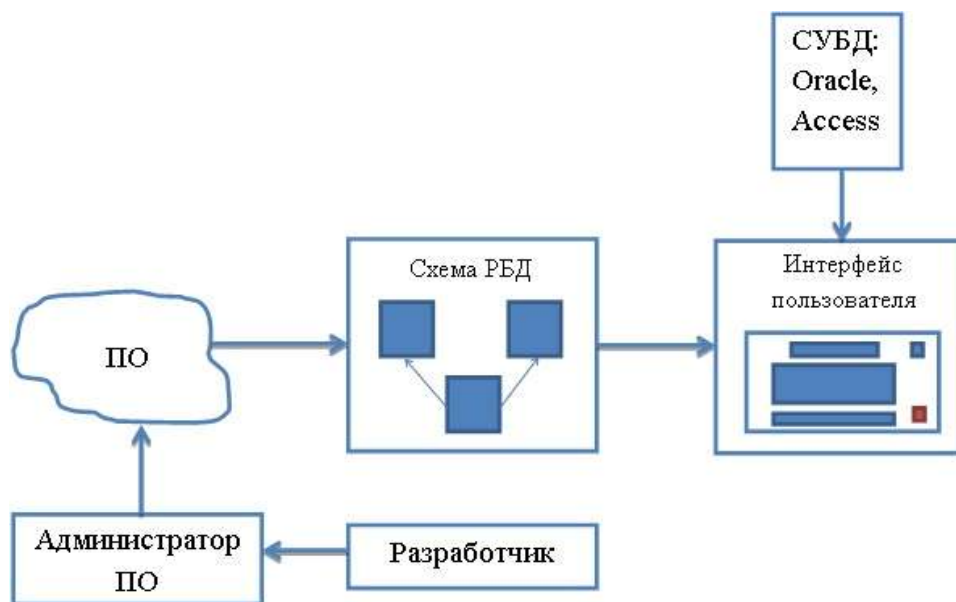


Рисунок 4.2 – Этапы проектирования ИС

Слід звернути увагу, в результаті аналізу предметної області розробник представляє схему бази даних, як правило, реляційного типу, рівень нормалізації якої дорівнює третій нормальній формі. Після узгодження з колективом проектувальників ІС особливості схеми БД розробляється

інтерфейс користувача. Проект інтерфейсу користувача обговорюється колективом розробників в присутності замовника з урахуванням кваліфікації співробітників, які будуть згодом працювати з інтерфейсом даної ІС.

Загальний вигляд технології при класичному підході до проектування в загальному вигляді представлений на рисунку 4.3:

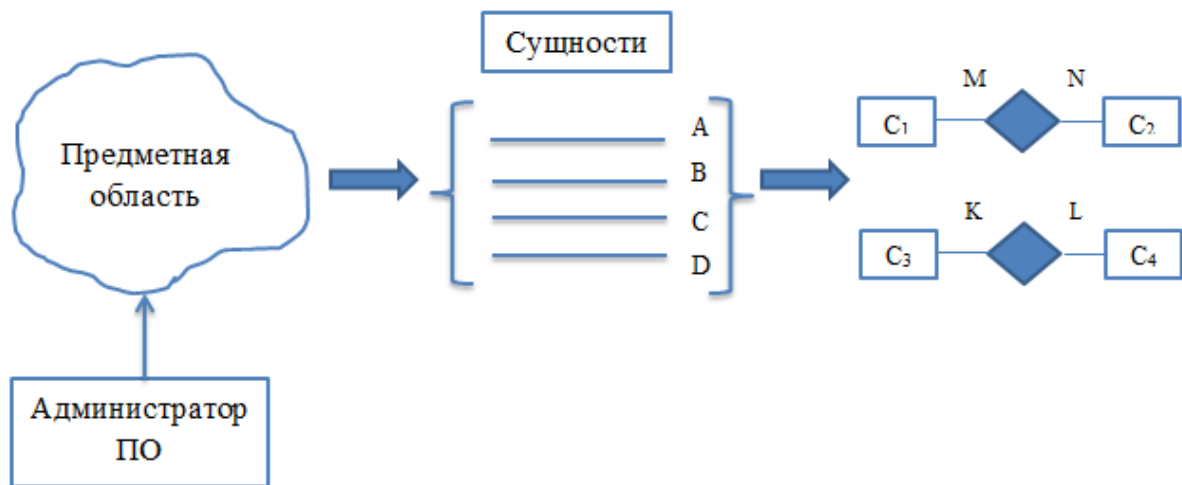


Рисунок 4.3 – Технологія проектування ІС

Існує класичний підхід в побудові інтерфейсів користувача. Інтерфейс складається з поєднання різних варіантів зв'язку форм типу: головна кнопкова форма, стрічкова форма, проста форма картка, складна форма картка, яка включає в себе підпорядковану форму.

Дослідження, проведене в даній дипломній роботі, показало, що інформаційні системи середнього рівня складності, які становлять від 60% до 80% всіх проєктованих завдань, володіють однією особливістю. Головні сутності, щодо яких зберігається і обробляється інформація, зв'язуються між собою відношенням багато до багатьох на моделі сутність-зв'язок (ER-модель). Цей зв'язок представлений на рисунку 4.4:



Рисунок 4.4 – Фрагмент моделі «Сутність-зв'язок»

Розглянуті вище вимоги задовольняють наступні завдання проектування:

а) «Бібліотека»:

- сутності: «Користувачі», «Література»;
- зв'язок: М-Н (багато до багатьох);

б) «Поліклініка»:

- сутності: «Відвідувачі», «Лікарі»;
- зв'язок: М-Н (багато до багатьох);

в) «Склад»:

- сутності: «Накладна», «Товар»;
- зв'язок: М-Н (багато до багатьох);

г) «Відділ кадрів»:

- сутності: «Службовець», «посаду»;
- зв'язок: М-Н (багато до багатьох);

д) «Успішність»:

- сутності: «Студент», «Предмет»;
- зв'язок: М-Н (багато до багатьох).

В результаті проведеного аналізу можна зробити наступний висновок, для інформаційних систем, в яких основною метою є збереження інформації про сутність, які пов'язані між собою зв'язком багато до багатьох, може бути

застосований модульний підхід. Сенс модульного підходу буде полягати в наступному.

На першому етапі розглянемо типові фрагменти схеми реляційної БД, які будуть відображати особливості зв'язку багато до багатьох і відповідати 3НФ. Розглянемо модель «Типу А», представлену на рисунку 4.5:

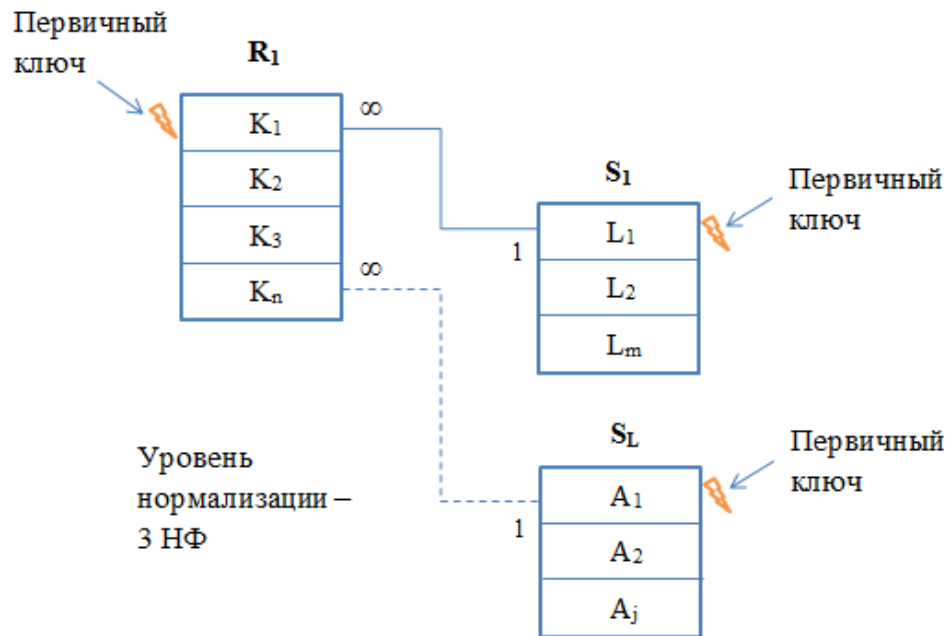


Рисунок 4.5 – Структура РМБД «Типа А»

На малюнку представлені відносини R1, S1, SL. Ставлення R1 містить атрибути K1, K2, K3, Kn. Атрибут K1 є первинним ключем, так само як і атрибут L1 і A1 відповідно відносин S1 і SL. Відносини S1 і SL пов'язані зі ставленням R1 зв'язком один до багатьох. Ставлення R1 може мати безліч зв'язків з іншими відносинами. Ставлення R1 знаходиться в третій нормальній формі, якщо атрибути K1, K2, K3, Kn взаємно незалежні.

Далі розглянемо модель «Типу В», представлену на рисунку 4.6:

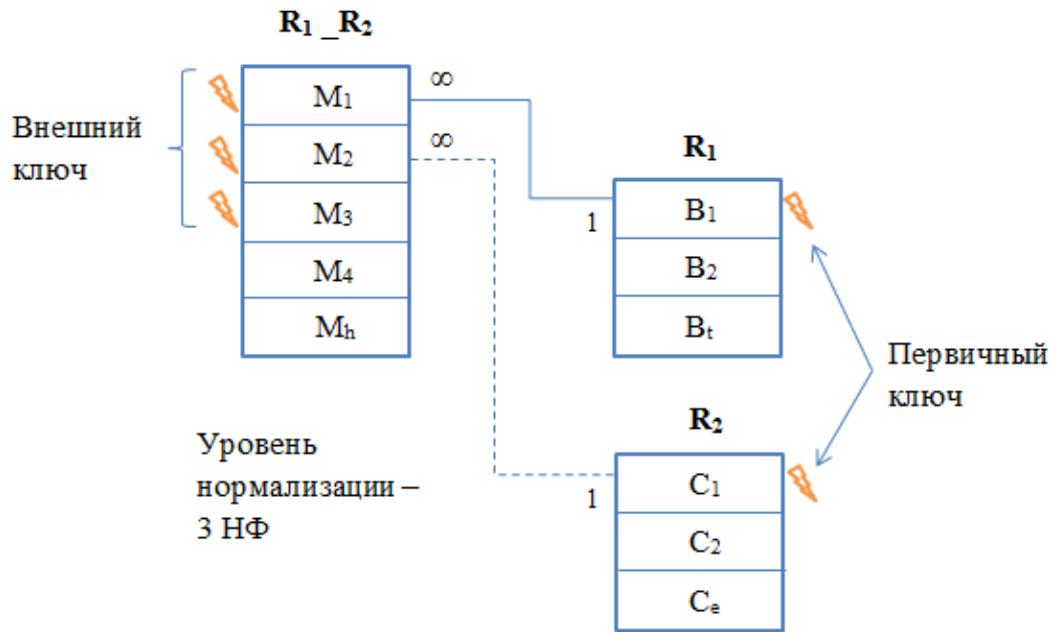


Рисунок 4.6 – Структура РМБД «Типа В»

Модель «Типу В» містить відношення $R1_R2$. Це ставлення має потрійний складовою ключ по атрибутам $M1, M2, M3$ і пов'язане з відносинами $R1$ і $R2$ зв'язком багато до одного. Схема пов'язаних відносин $R1_R2, R1, R2$ також знаходиться в третій нормальній формі.

Розглянемо модель «Типу С», яка представлена на рисунку 4.7:

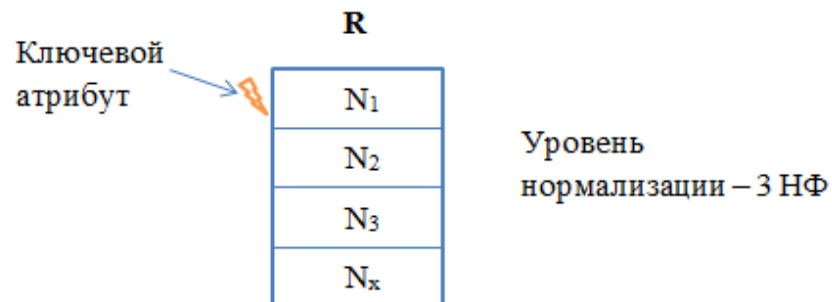


Рисунок 4.7 – Структура РМБД «Типа С»

Відносно R ключовий атрибут $N1$, при цьому всі інші атрибути $N2, N3, N_x$ взаємно незалежні, що відповідає 3НФ.

Таким чином, ми розглянули три типи моделей схем БД, які відповідають 3НФ і можуть бути в різних поєднаннях пов'язані між собою для реалізації різних завдань інформаційної підтримки різних ПО. Структура модульної системи інтелектуального аналізу обчислювальної техніки наведена на рисунку 4.8.

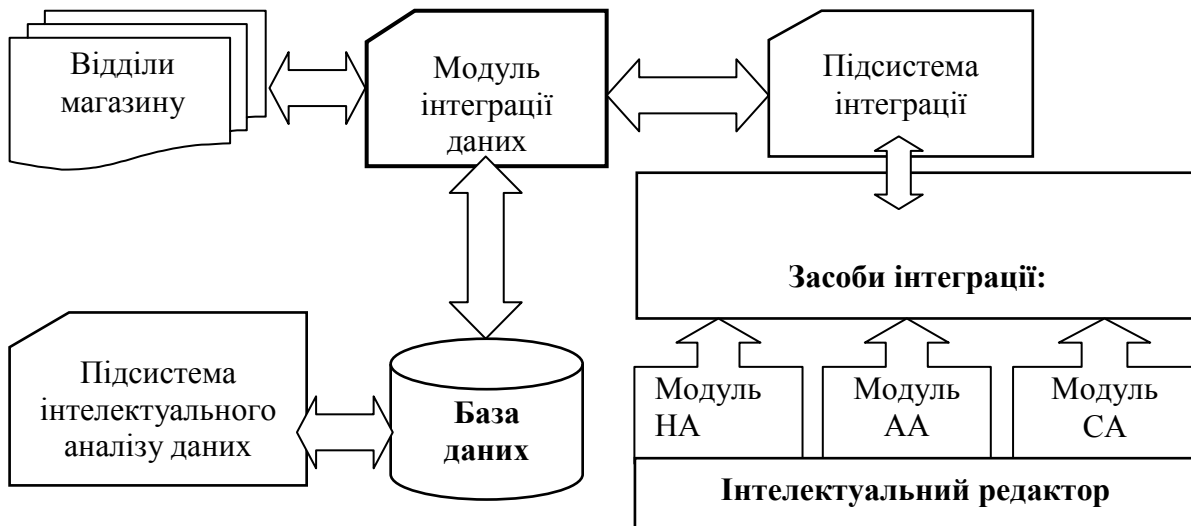


Рисунок 4.8. Модульна інформаційна система ІА

ВИСНОВКИ

При проведенні досліджень отримані наступні основні результати:

Виконано класифікацію та експертне оцінювання показників, що характеризують процес реалізації комп'ютерної техніки, які дозволили дати його формальний опис і розробити підсистему висновку експертної системи. Показано, що невизначеність показників процесу реалізації комп'ютерної техніки можна погасити шляхом нечіткого моделювання цього процесу. Виходячи з результатів системного аналізу предметної області просування комп'ютерної техніки на регіональному ринку обґрунтований інтегральний критерій ефективності прийняття рішень при просуванні комп'ютерної техніки споживачеві, що включає соціальну і економічну компоненти.

Розроблено структуру експертної системи підтримки прийняття рішень при просуванні комп'ютерної техніки споживачеві, що містить структурні елементи моделювання процесу реалізації комп'ютерної техніки та оптимізації його параметрів по сформульованому критерієм ефективності прийнятих рішень. Розроблено імовірнісна модель поведінки споживача комп'ютерної техніки, в основу якої покладено його статистично і експертно оцінені характеристики, показники, отримані шляхом нечіткого моделювання та система потреб людини в комп'ютерній техніці.

Для моделювання обслуговування споживачів розроблена імовірнісна модель процесу задоволення потреби в комп'ютерній техніці, яка ґрунтується на системі показників реалізації комп'ютерної техніки, також отриманих шляхом статистичного і експертного оцінювання та нечіткого моделювання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Магданов П. В. Современный подход к стратегическому планированию // ARS ADMINISTRANDI (Искусство управления). 2011. № 1. С. 11-26.
2. Про Національну програму інформатизації: закон України від 4 лютого 1998 року № 74/98-ВР // Відомості Верховної Ради України. 1998. № 27. С. 181.
3. Павлов А. А., Теленик С. Ф. Информационные технологии и алгоритмизация в управлении. К. : Техніка, 2002. 344 с.
4. Мескон М. Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента / пер. с англ. М. : Дело, 2001. 800 с.
5. Сетлак, Г. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений [Текст] : пер. с англ. – К. : Логос, 2004. – 252 с.
6. Люгер, Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е изд. [Текст] : пер. с англ. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. – 864 с.
7. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации [Текст] / В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васютин, В. В. Райх. – 2-е изд. – М. : Нолидж, 2001. – 496 с.
8. Бодянский, Е. В. Искусственные нейронные сети [Текст] : учеб. пособие. / О. Г. Руденко, Е. В. Бодянский. – Харьков : ООО «Компания СМІТ», 2005. – 408 с.
9. Пелецишин, А. М. Інтелектуальна система аналізу слабоструктурованих Веб-ресурсів [Текст] / А. М. Пелецишин, П. І. Жежнич, Ю. О. Серов // Вісник Національного університету

- «Львівська політехніка» : Інформаційні системи та мережі. – Львів, 2004. – №519. – С. 304–315.
10. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации [Текст] / В. В. Корнеев, А. Ф. Гарев, С. В. Васютин, В. В. Райх . – М. : Нолидж, 2000. – 351 с.
 11. Пасічник, В. В. Організація баз даних та знань [Текст] / В. В. Пасічник, В. А. Резніченко. – К. : ВНУ, 2006. – 386 с., іл.
 12. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.
 13. Глобальні інформаційні системи та технології (моделі ефективного аналізу, опрацювання та захисту даних) [Текст] : Монографія / В. В. Пасічник, П. І. Жежнич, Р. Б. Кравець, А. М. Пелешишин, Д. О. Тарасов. – Львів : Вид. нац. університету «Львівська політехніка», 2006. – 348 с.
 14. Мейер, Д. Теория реляционных баз данных [Текст] : пер. с англ. – М. : Мир, 1987. – 608 с., ил.
 15. Мартин, Дж. Организация баз данных в вычислительных системах [Текст] : Пер. с англ. – М. : Мир, 1980. – 662 с.
 16. Ульман, Дж. Основы системы баз данных [Текст] : пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 335 с.
 17. Дейт, К. Введение в системы баз данных [Текст] : пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. – 1072 с.
 18. Цаленко М. Ш. Моделирование семантики в базах данных [Текст] / М. Ш. Цаленко. – М. : Наука, 1989. – 288 с.
 19. Кульба, В. В. Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределенных баз данных [Текст] / В. В. Кульба, С. С.

- Ковалевский, С. А. Косяченко, В. О. Сиротюк // «Информатизация России на пороге XXI века». – М. : СИНТЕГ, 1999. – 660 с.
20. Codd, E. F. Relational completeness of data base sublanguages // Courant Computer Symposia Series. – Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J, 1972. – vol.6. – P.65–98.
21. Date, C. J. A Critique of the SQL Database Language // ACM SIGMOD Record 14. – November 1984. – No.3.
22. Date, C. J. Codd's Relational Algebra // Intelligent Enterprise. – January 1999. – No 1.
23. Цикритзис, Д., Лоховски, Ф. Модели данных [Текст] : пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1985.– 344 с.
24. Филатов В.А. Мультиагентные технологии интеграции гетерогенных информационных систем и распределенных баз данных : Дис. д-ра техн. наук: 05.13.06 – ХНУРЭ. Х., – 2004. – 341с.
25. Касаткина, Н.В. Методы хранения и обработки нечетких данных в среде реляционных систем / Н.В. Касаткина, С.С. Танянский, В.А. Филатов // Автоматика. Автоматизация. Електротехнічні комплекси та системи. – ХНТУ. – Херсон. – 2009. – выпуск 2 (24) . – С. 84–90.
26. Пономаренко Л.А., Филатов В.А. Модель системы управления информационными ресурсами на основе технологии программных агентов // Проблеми інформатизації та керування: Збірник наукових праць: – Київ: НАУ, 2004. – Вип.9. – С. 8-16.
27. Filatov V., Radchenko V. Reengineering relational database on analysis functional dependent attribute // Proceedings of the X Intern. Scient. and Techn. Conf. «Computer Science & Information Technologies» (CSIT'2015), 14-17 sept. 2015. – Lviv, Ukraine. – P. 85-88.

28. Филатов В.А., Кривоносов В.А., Козырь О.Ф. Адаптивные автономные сценарии в задачах управления информационными ресурсами предприятия. *Инженерный вестник Дона*. 2013. № 3.
29. Филатов В.А. Мультиагентные технологии интеграции гетерогенных информационных систем и распределенных баз данных: дис. докт. техн. наук: 05.13.06. Харьков: Харьков. нац. ун-т радиоэлектроники. 2004. 341 с.
30. Filatov V. Fuzzy models presentation and realization by means of relational systems// *Econtechmod : an international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes*. – Lublin ; Rzeszow, 2014. – Vol.(3), № 3. – P. 99-102.