

Державний університет "Львівська політехніка"

на правах рукопису

УДК 681.3

Ласічний Володимир Володимирович

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ І  
ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМИЧНИХ ЗАСОБІВ АНАЛІЗУ РЕЛЯЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ  
БАЗ ДАНОК ТА ЗНАЙ

Спеціальність 05.13.17

Теоретичні основи інформатики

*Автореферат дисертації на здобуття вченого ступеня  
доктора технічних наук*

Київ 1993

НВ 20.340

Робота виконана в державному університеті  
"Львівська політехніка"

Науковий консультант: чл.-кор. АН України, д.ф.-м.н., професор  
Стогній Анатолій Олександрович.

Офіційні опоненти: д.ф.-м.н., проф. Г.Г.Цегелик  
д.т.н., проф. В.В.Олександров  
д.т.н., проф. В.М.Михайленко

Провідна організація - Інститут програмних систем  
науково-технічного комплексу "Інститут кібернетики  
ім. В.М. Глушкова" АН України (м.Київ)

Захист відбудеться "11" січня 1994 р. об 16 год.  
за засіданні Спеціалізованої Ради Д 166.01.01 в інституті  
прикладної інформатики (ІПРІН) за адресою:  
252004, м. Київ, вул. Червоноармійська 23-б.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці  
інституту прикладної інформатики.

Автореферат розісланий "10" грудня 1993 р.

Вчений секретар  
Спеціалізованої Ради  
Д 166.01.01

Мелештьев Г.Б.

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00810542 (K)

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

ВСТУП. Впровадження в повсякденну практику нових інформаційних технологій, зростання ролі інформаційних ресурсів держави в процесі її утвердження як повноправного учасника міжнародного співтовариства, формування національних інформаційних фондів, повнота і якість яких в значній мірі характеризують про рівень технологічного розвитку країни, ставить перед молодшою Українською державою великі завдання по активному проведенню науково-технічної політики, орієнтованої на найновіші досягнення в інформатичній галузі.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ. Одним з фундаментальних компонентів сучасних інформаційних комп'ютерних систем виступають системи баз даних, які відіграють роль найціннішого, в інтелектуальному плані, продукту, якість і повнота якого дозволяє фіксувати рівень практичної цінності вказаних систем в цілому. Серед широкої наукової проблематики систем баз даних одне з чільних місць посідає проблема моделей даних. Об'єктом досліджень в дисертації виступають реляційні моделі даних. Після опублікування в 1970 році роботи Едварда Кодда, присвяченої запровадженню реляційної моделі даних, інтерес дослідників до останньої, як до адекватного математичного формалізму, який вдало описує систему баз даних та процеси, що в ній відбуваються, невпинно зростав. Можна стверджувати, що популярність реляційного підходу за два десятиліття активних пошукових робіт, в також значних промислових

проектів по його практичному використанню переходила часом в специфічну форму наукової "моди" в області моделювання даних та інформатики. Нинішній стан справ в області реляційних моделей без даних можна охарактеризувати, як планомірне та широкомасштабне її освоєння науковцями та широким загалом практиків.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ. Провівши глибокий аналіз публікацій в області реляційних моделей даних (аналіз проводився по роботах за період 20-ти літніх досліджень), можна виділити ряд напрямків, навколо яких групувалися інтереси дослідників, а саме:

- нові математичні формалізми, які описують розширення класичної реляційної моделі даних для нетрадиційних застосувань;

- активні спроби побудови концепцій узагальненої теорії моделювання систем без даних на основі реляційних формалізмів;

- розробка нових мов опису та маніпулювання реляційними базами даних, які б дозволяли організувати інтелектуальний дружній інтерфейс користувача (проектувальника) з врахуванням розширень до типів даних;

- інтеграція реляційних СУБД з системами логічного програмування, перехід до дедуктивних баз даних;

- розробка програмно-апаратних комплексів підтримки реляційних баз даних (реляційні машини);

- автоматизовані інструментальні засоби проектування систем реляційних баз даних, розробка нових методик проектування;

- дослідження нових систем залежностей даних, аналіз залежностей в реляційних базах даних як однієї з можливих форм представлення

звань;

- широкий вихід на ринок промислових програмних продуктів типу СУБД та інтегрованих пакетів, які базуються на реляційному підході.

Предмет дисертаційних досліджень полягає в розробці нових методів та засобів аналізу реляційних моделей баз даних та знань, широкому впровадженні в промисловість та учбовий процес одержаних теоретичних та практичних результатів.

Дисертаційна робота присвячена:

- розробці і новому застосуванню математичних формалізмів, які дозволяють глибоше і повніше відобразити суть процесів, які відбуваються в системах реляційних баз даних, починаючи від стану інформаційного моделювання проблемної області і закінчуючи станом функціонування конкретних інформаційних систем, побудованих на реляційних принципах, включаючи етапи переоцінки, реструктуризації в системі баз даних і їх оновленого представлення;

- програмно-алгоритмічному макетуванню зазначених вище процесів з метою відпрацювання промислово-значимих технічних та технологічних рішень по вдосконаленню існуючих систем, значному розширенню їх функціональних можливостей (обробка типів даних, які явно не виділяються в "класичному" Кодловському підході до моделювання систем реляційних баз даних);

- розробці та промислового впровадженню широкого спектру інформаційних систем різних класів, які базуються на теоретичних результатах дисертаційних досліджень і дозволяють адекватно

відомити ступінь протяхчової їх цінності та виключення їх в формі відповідних комплексів методичних розробок та розділів курсів учбових дисциплін "Бази та банки даних і знань", "Системи штучного інтелекту" і т.д., що є базовими в планах підготовки спеціалістів в області інформатики нової хвилі.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ІСТОРІЯ ПРОБЛЕМИ. Популяриність реляційного підходу до моделювання систем баз даних пояснюється декількома причинами:

по-перше, глибокою математичною строгістю формалізмів та вдалою системою їх інтерпретації в проблематиці систем баз даних;

по-друге, зручністю інтерфейсів користувачів інформаційних систем, які базуються на реляційних принципах;

по-третє, універсальністю реляційних представлень, які природним чином дозволяють інтегрувати в загальному випадку відношення різноманітної природи та внутрішніх характеристик.

Водночас з цим слід відзначити ряд проблем, які не одержали на нинішній день прийняттого вирішення, що в свою чергу звукує сфери застосування реляційного підходу, як фундаментального принципу моделювання в системах баз даних та знань. Зокрема це питання

- представлення та маніпулювання множинними значеннями в відношеннях баз даних;

- представлення та маніпулювання в системах реляційних баз даних нечіткими, розмитими та пустими значеннями;

- введення в сфери відношень реляційних баз даних часового

атрибути і обробки параметра "час" в реляційних виразах;  
- формування (проектування) адекватних проблемній області інформаційних моделей в реляційній формі, в яких виконувалось те, що вказані розширення класичної реляційної моделі даних.

Актуальність дисертаційних досліджень прямо пов'язана з розробкою підходів до вирішення вказаних проблем.

Поряд з цим, слід особливо виділити актуальність прикладного аспекту досліджень, який випливає з необхідності широкомасштабного запровадження в практику створення сучасних інформаційних систем новітніх теоретичних досягнень в реляційній теорії систем без даних та знань, що розширяє спектр застосувань і підвищує ефективність відповідних систем на практиці.

Не останнє місце в оцінці значимості (актуальності) роботи відіграють питання використання результатів досліджень в учбовому процесі при підготовці студентів та аспірантів в області систем без даних та знань.

Більш як двадцятилітня історія досліджень та розробок в області реляційних без даних представлена як роботами зарубіжних, так і українських вчених.

Серед вітчизняних слід особливо виділити роботи Київської інформатичної школи академіка В.М.Глушкова, який в своїх останніх роботах та підсумково-прогнозах лекціях, котрі він прочитав в Київському інституті кібернетики в 1981 році, глибоко проаналізував стан досліджень та перспективи розвитку реляційного підходу до моделювання систем без даних.

Вивчаючи матеріали розробки проекту АСУП "Львів" (60-ті

роки), який здійснювався під його науковим керівництвом, можна чітко прослідкувати появу перших явних ознак алгебраїчного підходу до моделювання даних в вигляді так званої "алгебри файлів".

Сучасні дослідження в області систем реляційних баз даних та реляційного моделювання предметних областей активно ведуться в наукових школах, які очолюються член-корр. АН України та РАН А.О.Стегнієм, член-корр. АН України Ф.І.Андонем, професором В.Н.Редьком.

Важомі результати в цій області представлені в роботах українських вчених М.І.Броши, І.В.Бесараба, В.О.Резніченка, ґ.П.Крамаренка, М.П.Дробишова.

Серед робіт вчених Росії слід згадати дослідження, виконані в області реляційних моделей даних професорами Л.А.Калініченко, В.В.Александровим, М.Ш.Цаленко.

Переважає більшість пріоритетів по новітніх результатах досліджень в області реляційного підходу та використання його на практиці належить зарубіжним вченим. Зокрема слід відзначити дослідження, які провели Е.Кодд, Р.Тейджин, Й.Ульман, Д.Мейер, К.Делобель, К.Еррі, П.Бернштейн, К.Дейт, Я.Деметрович, Я.Комб'яші, А.Мендельсон, Й.Нікол, С.Осборн, Й.Сейджив, Й.Шмідт, К.Заніолс.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ. В процесі проведення дисертаційних досліджень використовувались методи формальної алгебри, теорії систем, булевої алгебри та К-значних логік, частково-визначених

булевих функцій та їх систем, формальної теорії першого порядку, теорії відношень та предикатів, комбінаторики, теорії графів, нечітких множин та теорії можливостей, які застосовувались дисертантом до вирішення проблем, що виникають в теорії та практиці реляційного підходу до інформаційного моделювання предметних областей, формування реляційних баз даних, їх наповнення та ефективного використання інформаційних систем, побудованих на реляційних принципах.

На протязі всього циклу досліджень за пропозицією наукового консультанта по дисертаційній роботі, член-корр. АН України Стогнія А.О. та Брони Й.І. автором сумісно з Проданьком М.М. та Берком А.Ю. розроблялись та активно використовувались сервісні комп'ютерні інформаційні системи та бази даних "Термінологічний словник предметної області системи баз даних та знань", "Анотсвана бібліографія по проблемі - реляційні моделі баз даних та знань", "Науково-дослідні роботи та проекти по проблемі - реляційні моделі баз даних" та ін., що дозволило значно покращити інформаційно-методологічне середовище розробок дисертанта і знайшло відповідне відображення в публікаціях і впровадженнях на практиці в ряді науково-дослідних організацій, зокрема (Інститут кібернетики ім.В.М.Глушкова АН України, м.Київ; СКТБ інформаційних систем інституту матеріалознавства АН України, м.Київ; Фізико-механічному інституті АН України, м.Львів; Інституті автоматичної та обчислювальної техніки Угорської АН, м.Будапешт). Ці дослідження є предметом дисертаційної роботи Проданька М.М.

МЕТА ДИСЕРТАЦІЇ. Дослідження, які проводились, та наукові розробки, що впроваджувались у промисловість дисертантом протягом 15 років (1978-1992), були пов'язані з досягненням таких чотирьох внутрішньо пов'язаних і глибоко інтегрованих цілей:

- розробка нових теоретичних підходів та методів аналізу реляційних моделей баз даних та знань;

- розробка математичних та програмно-алгоритмічних засобів, що розширюють класичні реляційні представлення в процесах інформаційного моделювання предметних областей та створення інформаційних систем різних класів, що базуються на реляційному підході;

- широке впровадження в промисловість результатів теоретичних досліджень дисертанта у вигляді конкретних інформаційних систем та комп'ютерних мереж на основі систем реляційних баз даних;

- практичне використання в навчальному процесі теоретичних і прикладних результатів докторських дисертаційних досліджень під час формування комплексів методичного забезпечення дисципліни "Базы і банки даних та знань" для студентів та аспірантів відповідних спеціальностей.

В цілому, метою дисертаційної роботи є - розробка та широке впровадження нових ефективних математичних методів та програмно-алгоритмічних засобів аналізу реляційних моделей баз даних та знань.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ. В дисертації автором викладаються, обґрунтовуються та виносяться на захист такі основні результати.

В теоретичному плані дисертантом:

- розроблено нові методи аналізу схем реляційних баз даних з використанням апарату частково-визначених булевих функцій;
- розроблено методику проектування систем реляційних баз даних з розширеними реляційними представленнями даних (ненормалізовані відношення, відношення з пустими та квітковими значеннями, відношення з часовим атрибутом в схемі);
- запропонована нова інтерпретація залежностей даних, як специфічної форми знань метабази, та розроблені основи їх використання у визначенні якості в СУБД/Зн;
- запропоновані формалізми опису реляційних представлень даних у відношеннях (ненормалізовані, розбиті, пусті значення), а також алгебраїчні засоби їх обробки;
- запропоновані узагальнення правил введення нових типів залежностей даних та формування критеріїв проектування схем реляційних баз даних у вигляді нових типів нормальних форм реляційних моделей баз даних.

В прикладному плані дисертантом:

- розроблені програмно-алгоритмічні макети та моделі, які реалізують основні вимоги запропонованих дисертантом методик проектування схем реляційних баз даних з відповідними розширеннями;
- розроблені та широко впроваджені у промисловість програмно-алгоритмічні модулі розширення функціональних

можливостей систем реляційних баз даних, які дозволяють представляти та маніпулювати в реляційних базах даних з ненормалізованими відношеннями, пустими та розмитими (нечіткими) значеннями, часовим атрибутом;

- розроблені та впроваджені в учбовий процес комплекси методичних матеріалів по вивченню та практичному освоєнню окремих розділів курсу "Бази та банки даних і звань" в частині "Реляційні моделі баз даних".

НАУКОВА НОВИЗНА. В дисертації автором розглянуті та запропоновані нові нетрадиційні підходи, які дозволяють розширити "класичну" реляційну модель даних з метою представлення та обробки в реляційній формі "пустих", розмитих (нечітких) значень, ненормалізованих відношень (відношень з гніздуванням).

Принципово новим є запропонований метод аналізу схем реляційних баз даних з використанням апарату частково-визначених булевих функцій, що дає змогу адекватно моделювати процеси розвитку та реструктуризації інформаційних моделей предметних областей.

Дисертантом запропоновано розглядати системи залежностей даних, як системи інформаційних інваріантів моделей предметних областей з часовим параметром, що дає змогу моделювати повний життєвий цикл представлення схем реляційних баз даних.

Вперше запропонований автором метод проектування схем реляційних баз даних декількома проєктувальниками на основі системи частково-визначених булевих функцій дозволяє будувати

ефективні процедури синтезу некористірничих схем та розв'язання конфліктних ситуацій в процесах формування інформаційних моделей предметних областей на основі реляційного підходу.

Запропонований сумісно з Бронко М.І. метод використання К-значних логік до аналізу інформаційного наповнення реляційних баз даних (інтенціональний рівень представлень) дозволяє будувати вирази інформаційних інваріантів для схем реляційних баз даних, які містять "пусті" значення.

Автором дається алгебраїчне трактування системи реляційних баз даних, як алгебраїчної системи з адкратним визначенням в останній, системи предикатів та операцій над відповідним інформаційним бесисом.

Зроблені узагальнення будови представлень окремих класів систем залежностей в реляційних базах даних.

Дисертантом на основі значного фактичного матеріалу було проаналізовано класи залежностей реляційних моделей та типи нормальних форм схем реляційних баз даних і зроблені висновки та обґрунтовані прогнози до нових результатів в області реляційних моделей. Узагальнені правила значення нових класів залежностей даних через структуру взаємного співвідношення елементів даних в кортежах відношень та побудова їхніх систем правил зиволу. Зроблено висновок про доцільність введєння в процесах проектування реляційних баз даних "семантично значимих" залежностей. Була побудована узагальнича схема типів нормальних форм, а теорія нормалізації було запропоновано розглядати, як дисципліну проектування схем реляційних баз даних, показавши

підходи до побудови нових типів нормальних форм на основі визначення нових класів залежностей.

Аналізуючи класи залежностей даних в реляційних моделях було запропоновано розглядати залежності, як специфічну форму представлення знань про проблемну область. Зокрема проілюстрована можливість представлення в формі продукційних правил основних класів семантично значимих залежностей даних. Такий підхід може знайти своє застосування в побудові метабаз даних/знань, які дозволяють б адекватно відображати динаміку системи інформаційних інваріантів, що характеризують модель проблемної області.

Нові результати були одержані в області ненормалізованих реляційних моделей без даних. Зокрема розроблений алгебраїчний базис операцій над відношеннями з гніздуванням. Створені програмно-алгоритмічні модулі надбудови над реляційними СУБД, які дозволяють проектувальнику представляти та користувачу маніпулювати відповідними реляційними структурами.

Значна увага була приділена розширенню ієрархічної Кодловської реляційної моделі на випадок представлення та обробки пустих та нечітких значень в відношеннях. Зокрема для аналізу відношень з пустотами було запропоновано та обґрунтовано використання апарату К-значних логік, а у випадку з нечіткостями використаний апарат теорії можливостей.

Проводячи аналіз ситуації, які виникають в процесах моделювання систем інформаційних інваріантів проблемних областей, дисертантом був розглянутий випадок динамічної реструктуризації схем реляційних без даних з врахуванням параметру час.

Прованалізовані випадки моделювання часового фактору, як зовнішньої компоненти, так і внутрішнього його представлення. Досліджені процеси реалізації алгебраїчних операцій над відношеннями в яких явно задається атрибут час.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ. Дисертація була виконана в руслі досліджень, які проводились дисертантом в період з 1978 по 1992 рр. на кафедрі "Автоматизовані системи управління" Львівського політехнічного інституту в НДІ-62 (кафедра АСУ), НДІ-45 (обчислювальний центр ЛП), СІКБ ЛП та Проектно-конструкторському об'єднанні "Політехніка", а також НТП "Каскад" по замовленнях ДКНТ, Міністерства освіти України, Інституту кібернетики ім.В.М.Глушкова АН України, СІКБ інформаційних систем інституту проблем матеріалознавства АН України, Фізико-механічного інституту АН України, Карпатського відділення інституту геофізики АН України, виробничих об'єднань "Свеліпрол", "Пластмасфурнітура", "Світоч", "Львівтеплокомуненергс", Бориславської фабрики шетяних матеріалів, Дрогобицького автокранового заводу і т.д. Під науковим керівництвом дисертанта з безпосередньою його участю по темі дисертаційних досліджень в Львівському політехнічному інституті було виконано більш як 30 цільових завдань по державних програмах, замовлень виробничих об'єднань, підприємств та організацій по темах:

- Розширення технології систем реляційних баз даних та знань.  
Завдання І.І.7. КП НТП РЕВ. Розділ "Електронізація"

(1989-1990рр.). Головна організація - НВС "Центрпрограмсistem", м.Твер.

- Інтерпретація систем баз даних та знань на основі реляційних моделей. Завдання І.2.2. КП НТП РЕВ. Розділ "Електронізація" (1988-1990рр.). Головна організація - Інститут проблем передачі інформації, м.Москва.

- Розробка інструментальних експертних систем проектування баз даних та знань. Завдання І.2.7. КП НТП РЕВ. Розділ "Електронізація" (1989-1990рр.). Головна організація - Інститут кібернетики ім.В.М.Глушкова АН України, м.Київ.

- Розробка та введення в експлуатацію методики і програмних засобів експертних систем ведення баз знань та введення в експлуатацію макета експертної системи на прикладі конкретної області знань. Завдання 02.17.П програми ДКНТ "Обчислювальна техніка". Розділ 0.80.01 (1986-1988рр.). Головна організація - ІнВ "Центрпрограмсistem", м.Твер.

- Розробка та введення в експлуатацію програмного макета (моделі) машини без даних. (Програмний макет процесора для нечіткої реляційної алгебри). Завдання 02.19.П програми ДКНТ "Обчислювальна техніка". Розділ 0.80.01 (1986-1988рр.). Головна організація - Інститут проблем інформатики, м.Москва.

- Розробка системи комплексної автоматизації та інформаційного забезпечення лігвістичних наукових досліджень та цілесладних розробок. Програмний макет термінологічної експертної системи по системах баз даних та знань. Завдання 06.01 програми ДКНТ розділ 0.80.18 та АН "Створити державну автоматизовану систему

- науково-технічної інформації" (1986-1990рр.). Головна організація
- Інститут російської мови, м.Москва.
  - Розробка наукових основ побудови типових баз знань для вирішення задач планування та управління. Завдання 02.01.01. програми "Кібернетика" АН України та Мінвузу України (1986-1990рр.).
  - Розробка методології створення мовних засобів кінцевих користувачів, які забезпечують діалогову технологію роботи функціональних служб при вирішенні задач планування та управління (комплекс моделюючих програм та методичні рекомендації). Завдання 02.02.02. програми "Кібернетика" АН України та Мінвузу України (1986-1990рр.).
  - Розробка теоретичних проблем представлення та інтеграції баз знань в середовищі високопродуктивних багатопроцесорних ЕОМ та локальних мереж персональних ЕОМ (комплекс моделюючих програм та методичні рекомендації). Завдання 02.03.02. програми "Кібернетика" АН України та Мінвузу України (1986-1990рр.).
  - Реляційні моделі баз даних та знань. Інтеграція систем без даних і знань на основі реляційних моделей. Розширені технології систем без даних і знань. §53. По програмі Мінвузу України, наказ №3-2-10 від 10.02.88, 1988-1990рр.
  - Створення програмно-методичного комплексу розширення функціональних можливостей систем без даних та знань реляційного типу на основі апарату нетрадиційних логік. По програмі Міністерства освіти України, наказ N 78 від 21.03.91.
  - Розробка та аналіз методів і засобів обробки ненормалізованих

реляційних баз даних та знань (розробка дослідного прототипу СУБД на основі розширеної ненормалізованої реляційної моделі даних). Тема по завданню Міністерства освіти України ДБ/62.92, наказ від 27.12.91.

- Розробка та введення в експлуатацію інформаційно-телекомунікаційної мережі Львівського політехнічного інституту та Львівського вузівського вузла на основі розподілених баз даних та виходу в міжнародні комп'ютерні мережі. Тема по завданню Міністерства освіти України ДБ/62.ТМ, 1993р.

- Дослідження та розробка окремих компонентів експертної системи автоматизованого проектування реляційних баз даних. По замовленню Інституту кібернетики ім.В.М.Глушкова, м.Київ. (1985-1988рр.).

- Розробка та дослідження модулів експертної системи проектування реляційних баз даних та знань. По замовленню СКІБ інформаційних систем інституту проблем матеріалознавства АН України, м.Київ. (1986-1987рр.).

- Розробка елементів автоматизованої системи обробки баз даних та знань реляційного типу на основі персональних ЕОМ професійного класу. По замовленню Рівненського обласного госпіталю інвалідів Великої Вітчизняної війни. (1989-1992рр.).

- Дослідження та розробка елементів системи обробки даних на базі ПЕОМ професійного класу з орієнтацією на СУБД реляційного типу. По замовленню ВС "Світоч", м.Львів (1989-1992рр.).

- Розробка автоматизованої інформаційної системи для звукового напрямку "Однорідні обчислювальні середовища та систолічні структури". По замовленню Фізико-механічного інституту АН

України, м. Львів (1988-1989рр.).

- Розробка комплексу АРМів на основі ПЕОМ для автоматизації процесів організаційно-економічного управління з орієнтацією на СУБД реляційного типу. По замовленню ЛВО "Пластмасфурнітура", м. Львів (1990-1991рр.).

- Розробка систем реляційних баз даних комплексу АРМів на базі локальної мережі ПЕОМ професійного класу для автоматизації процесів організаційно-економічного управління на Бориславській фабриці нетканих матеріалів. Замовник - Бориславська фабрика нетканих матеріалів, м. Борислав, 1992р.

- Розробка та впровадження комплексу АРМів спеціалістів на основі систем реляційних баз даних з використанням РС/ІВМ/АТ. Замовник - Завод № 769, м. Львів, 1992р.

- Розробка та впровадження автоматизованої інформаційної системи організаційно-економічного управління заводом на базі локальної мережі ПЕОМ ІВМ/РС/ХТ/АТ з використанням реляційного підходу. Замовник - Завод керамічних стінових виробів, м. Івано-Франківськ, 1991-1992 рр.

- Розробка і впровадження програмно-апаратного комплексу локальної обчислювальної мережі з систем реляційних баз даних. Замовник - Центральна дільниця Львівської залізниці, м. Львів, 1992р.

- Розробка та впровадження автоматизованої інформаційної системи обліково-розрахункового типу на базі ПЕОМ ІВМ/РС/АТ. Замовник - Одеський швейний завод, 1991-1992рр.

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ ВІПРОБАДЖЕНІ в інформаційних системах організації економічного управління, довідково-інформаційних системах, інтелектуальних інформаційних системах на комп'ютерах типів ЕС, СМ, РС у вигляді комплексів відповідних АРМів та локальних і регіональних мереж більш як в 40 виробничих об'єднаннях, підприємствах, закладах охорони здоров'я, вузах та організаціях, науково-дослідних інститутах та інститутах АН України (відповідні Акти Випробування додається). Зокрема результати дисертаційних досліджень впроваджені на виробничих об'єднаннях "Ізвеліпром", "Світоч", Пластмасфурнітура", Бориславському експериментальному ливарсько-механічному заводі, Бориславській фабриці нетканых матеріалів, Дрогобицькому електронному заводі, Красилівському (Хмельницької обл.) цукровому заводі, Одеському ізвеліроному заводі, Рівненському обласному госпіталі інвалідів війни, Центральній районній лікарні м.Рівне, Карпатському відділенні інституту геофізики АН України, СКТЕ інформаційних систем інституту проблем матеріалознавства АН України, Фізико-механічному інституті АН України, Інституті автоматизації та обчислювальної техніки Угорської АН (м.Будапешт), Львівському політехнічному інституті і т.д.

Окремих розділом впровадження результатів дисертаційних досліджень був учбовий процес. Зокрема, були опубліковані в співавторстві з Продашником М.М. з грифом Міністерства освіти України навчальний посібник по курсу "Бази і банки даних та знань" (мова логічного програмування М-ПРОЛОГ). Комплекс методичних вказівок по вивченню окремих розділів курсу "Бази і

базки даних та знань" в співавторстві з Проданком М.М., Грабовецьким Ю.Ю., Тенпешем А.Ю. ("Ненормалізовані реляційні моделі даних" ч.1 та ч.2, "Реляційні моделі баз даних з невизначеними та нечіткими значеннями", "Використання апарату К-значчяч логік при аналізі реляційних моделей баз даних", "Частково-визначені булеві функції в аналізі схем реляційних баз даних"). Курс лекцій "Бази і банки даних та знань", який читався дисертантом протягом останніх 5-ти років на кафедрі АСУ Львівського політехнічного інституту, практично був побудований з використанням результатів дисертаційних досліджень. Відповідні методичні розробки були передані для використання в Харківський інститут радіоелектроніки, Львівський державний університет, Московський авіаційний інститут та ін.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОРИСТАННЮ. Розроблені дисертантом методи та програмно-алгоритмічні засоби аналізу реляційних моделей баз даних можуть бути використані в процесах проектування реляційних баз даних, створення інформаційних систем, що базуються на реляційних принципах. Теоретичні результати можуть стати основою для подальших наукових досліджень в області моделювання систем баз даних. Впливовою сферою практичного використання результатів проведених дисертаційних досліджень є навчальний процес. Об'єктом такого впровадження можуть бути вузи України, які проводять підготовку спеціалістів в області комп'ютерних інформаційних технологій, комп'ютерної інженерії, систем штучного інтелекту.

- АПРСБАЦІЯ. Основні результати дисертаційних досліджень доповідалось автором на таких міжнародних і республіканських наукових та науково-практичних конференціях та семінарах:
- 2-їй Всесоюзній конференції "Банки даних" (Ташкент, 1983);
  - Республіканській конференції "Аналіз ефективності та якості проектування і функціонування АСУ в народному господарстві" (Львів, 1983);
  - Всесоюзній науково-технічній конференції "Автоматизація проектування мікро-електронної апаратури" (Зеленоград, 1983);
  - Першій Всесоюзній конференції "Системні дослідження проблем управління якістю та автоматизації процесів проектування" (Київ, 1977);
  - 3-їй Всесоюзній конференції "Банки даних" (Таллінн, 1986);
  - Конференції КНІОТ по автоматизації інформаційних процесів на персональних ЕОМ (Угорщина, м.Будапешт, 1986);
  - Всесоюзному семінарі "Розподілена обробка даних та локальні мережі ЕОМ" (Москва, 1987);
  - 2-їй Всесоюзній конференції "Проблеми створення ОДКК та розподілених автоматизованих банків даних в міському господарстві" (Москва, 1987);
  - 4-їй Всесоюзній школі-семінарі "Розпаралелювання обробки інформації" (Львів, 1987);
  - 2-їй республіканській конференції "Проблемно орієнтовані діалогові системи" (Тбілісі, 1987);
  - 3-їй Всесоюзній конференції "Математичні методи розпізнавання образів" (Львів, 1987);

- Міжреспубліканській науково-технічній конференції "Розробка автоматизованих систем управління" (Київ, 1987);
- Всесоюзному семінарі "Актуальні проблеми розвитку перспективних інформаційних технологій" (Москва, 1987);
- I-ій Всесоюзній науковій конференції "Інформатика та наукознавство" (Тамбов, 1988);
- Республіканській конференції "Проблемно-орієнтовані діалогові системи" (Батумі, 1988);
- 3-ій Всесоюзній конференції "Методи та засоби обробки складної графічної інформації" (Нижній Новгород, Горький, 1988);
- Всесоюзній конференції по штучному інтелекту (Переславль-Заліський, 1988);
- Всесоюзній школі-семінарі "Програмне забезпечення ЕОМ: індустриальна технологія, інтелектуалізація розробки та застосування" (Ростов-на-Дону, 1988);
- Міжнародному семінарі "Автоматизація інформаційного забезпечення систем підтримки прийняття рішень" (Польща, Варшава, 1988);
- Республіканському науково-технічному семінарі "Інформаційне забезпечення систем штучного інтелекту" (Жукін-Київ, 1988);
- Всесоюзній конференції "Системологія-88" (Яремча, 1988);
- Першій, Другій та Третій Всесоюзних школах-семінарах "Бази даних та знань для персональних ЕОМ" (Славське-Львів, 1987, 1988, 1989);
- 2-ій Міжнародній конференції "Математичні основи теорії баз даних" (Угорщина, Будапешт, 1989);

- Міжнародній конференції "Інтелектуальні системи управління" (Болгарія, Варна, 1989);
- Міжнародному симпозіумі по системах управління базами даних та знань (ISDBMS). (Суздаль, 1989);
- Міжнародній конференції молодих вчених (Київ, 1989);
- 4-ій Всесоюзній конференції "Проблеми управління великим містом" (Москва, 1989);
- Всесоюзній конференції "Математичні методи розпізнавання образів" (Рига, 1989);
- Всесоюзній конференції "Застосування АРМ на базі ПЕОМ в напромисловій сфері" (Москва, 1989);
- 4-ій Всесоюзній конференції по банках даних та знань (Тверь (Калінін), 1989);
- Міжнародному семінарі в рамках РГ-25 КНПОТ "Інтеграція інформаційних систем" (Київ, 1989);
- Міжнародному семінарі в рамках РГ-26 КНПОТ "Автоматизація інформаційного забезпечення систем підтримки прийняття рішень" (Угорщина, Будапешт, 1990).

Матеріали та результати дисертації були опубліковані в Україні та за рубежом. Загальна кількість публікацій по темі дисертації - 70 найменувань.

Структура дисертації. Дисертація складається з вступу (загальна характеристика роботи) та семи розділів. Об'єм дисертації 254 сторінки. Список використаної літератури складає 376 періодичн.

## ЗМІСТ РОБОТИ.

В першому розділі проведено аналіз досліджень в області реляційних моделей даних. Приведені визначення та обґрунтування понять інформаційне відношення, реляційної моделі бази даних, реляційної алгебри та алгебраїчної системи. Проаналізована ситуація в області структуризації даних на основі аналізу класів предикатів. Запропонований оригінальний підхід до вирішення питання ітеративного визначення класів предикатів та їх ролі в процесах структуризації даних. Приведені визначення та обґрунтування введення понять поля даних, предикатів доменів, ансамблів атомарних елементів, структурної взаємодії елементів ансамблів даних, структуризації даних в базові відношення та структурних предикатів моделей даних.

Модель даних в роботах сучасних авторів подається як сукупність трьох компонентів:

1) набору типів структур даних; про них можна говорити як про конструктивні блоки будь-якої бази даних, відповідної моделі;

2) набору операторів або правил виводу, котрі можуть застосовуватись до будь-яких типів структур даних, вказаних вище, а також використовуваних для встановлення факту выводимості для будь-якої з аргументів структур;

3) набору правил, котрі визначають стан бази даних і її зміну. Ці правила можна назвати правилами вставки - заміни - стирання.

Моделі даних можуть ефективно використовуватись в

досліджених по наступних напрямках:

1) використання моделі даних як інструменту для визначення характеристик даних, в такій організації даних;

2) використання моделі даних в якості фундаменту для розробки методології проектування баз даних;

3) використання моделі даних з метою розумно допустимої логічної незалежності прикладних програм від даних;

4) використання моделі даних в якості основи для розробки сімейства мов високого рівня для реалізації запитів і маніпулювання даними;

5) використання моделі даних для визначення архітектури системи управління базами даних (СУБД);

6) використання моделі даних з метою визначення параметрів альтернативних варіантів організації даних.

Вибір моделі даних є визначальним фактором в проведенні досліджень по всьому спектру проблем, пов'язаних з тематикою баз даних.

Бібліографічна проробка опублікованих по темі досліджень результатів з реляційних моделей даних і по їх застосуванню дозволяє оцінити загальну кількість робіт в цьому напрямку числом порядку  $10^3$ .

Аналіз їх тематики показує, що дослідження ведуться по таких основних розділах: реляційна теорія моделей даних, залежності даних, нормальні форми і нормалізаційні процеси, формальні засоби і методи аналізу схем реляційних баз даних, задачі, процеси і системи проектування реляційних баз даних, реляційні мови опису

данні, реляційні мови маніпулювання даними, реляційні СУБД, реляційні машини без данні, реляційні інформаційні системи.

Всі об'єкти реального світу можна описувати при допомозі деякої системи характеристик, котрі надалі будемо іменувати атрибутами. Кожна характеристика об'єкту має своє назву і значення. Назву характеристики об'єкту будемо називати іменем атрибуту, а значення - значенням атрибуту. В більшості випадків значення атрибуту вибирається з деякої області значень, котра в реляційній теорії без данні іменується доменом.

Домен будемо позначати через  $D_j, j=1, \dots, n$ , імена атрибутів -  $A_j, j=1, \dots, n$ . Відмітимо, що кількість доменів і атрибутів в реальних умовах можуть не співпадати, оскільки декілька атрибутів можуть "черпати" свої значення з однієї області значень, тобто дек і деякий  $D_j$  може бути зв'язаний з деякою підмножиною імен атрибутів  $\{A_j\}$ .

Введемо функцію DOM, котра ставить у відповідність імені атрибуту деякий домен  $DOM(A_j)=D_j$ . Під атрибутом будемо розуміти пару  $\langle A_j, D_j \rangle$ , в котрій  $A_j$  - ім'я атрибуту,  $D_j$  - відповідний  $A_j$  домен. Між множинами імен атрибутів і множинами доменів існує взаємно-однозначна відповідність.

Інформаційним відношенням  $r$  надалі - просто відношенням будемо називати властивість, яка виділяє з декартового добутку доменів деяку підмножину  $r \subseteq D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ .

Кортежем будемо називати впорядковану послідовність виду  $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$ , в якій  $d_j \in D_j, \forall j=1, \dots, n$ . Виходячи з скінченності доменів припускаємо, що інформаційні відношення є скінченними.

Узагальнивши характеристику відповідного елемента даних у відношенні по структурі дисертантом проаналізовані наступні ситуації.

1. Елемент даних в інформаційному відношенні відсутній. При цьому особливо оговорюється природа "пустого" значення, що певним чином обумовлює і механізми його обробки.

2. Елемент інформаційного відношення є елементарним значенням з певної множини елементів.

3. Елемент інформаційного відношення є певною підмножиною елементарних значень з множини елементів заданої природи (мова в даному випадку йде про задання унерного відношення на множині  $D$  і є узагальненням другого варіанту).

4. Елемент даних інформаційного відношення сам виступає в якості певного  $n$ -значного  $m$ -арного інформаційного відношення ( $m > 1$ ), що знову ж є певним узагальненням ситуації 3.

Реляційну модель будемо подавати як тетраду

$$M_R = \langle A, D, DOM, \Sigma \rangle$$

де  $A$  - множина імен атрибутів;  $D$  - множина доменів;  $DOM$  - множина функцій відповідності між іменами атрибутів і доменами;  $\Sigma$  - множина предикатів моделі.

Під реляційною схемою будемо розуміти пару  $R = \langle A, \Sigma \rangle$ , де  $A$  - множина імен атрибутів,  $\Sigma$  - системи залежностей, що задається на  $A$ . Множину реляційних схем будемо іменувати схемою бази даних і позначати

$$S = \{ R_i = \langle A_i, \Sigma_i \rangle \mid i = \overline{1, n} \},$$

тут  $A_i \subseteq A$ ,  $\Sigma_i$  - множина предикатів, індукованих множиною  $\Sigma$  в  $R$ .

Реляційну базу даних будемо описувати як п'ятірку, яка задає деяку алгебраїчну систему

$$RAS = \langle A, DOM, D, \Sigma, \Omega \rangle,$$

в котрій  $A$  - множина імен атрибутів,  $D$  - множина доменів,  $DOM$  - множина функцій, які відображають імена атрибутів в свої домени,  $\Sigma$  - множина предикатів,  $\Omega = \langle \Omega', \Omega'' \rangle$ , де  $\Omega'$  - множина операцій модифікації даних,  $\Omega''$  - множина операцій маніпулювання даними.

Резюмуючи сказане, визначаємо:

1. Реляційну схему у вигляді  $(R), R = \langle A, \Sigma \rangle$ .
2. Схему реляційної бази даних  $(S), S = \{R_i = \langle A_i, \Sigma_i \rangle, i = \overline{1, n}\}$ .
3. Реляційну модель бази даних  $(RM), RM = \langle A, D, DOM, \Sigma \rangle$ .
4. Реляційну базу даних  $(RAS), RAS = \langle A, D, DOM, \Sigma, \Omega', \Omega'' \rangle$ .

Значна увага в роботі приділена питанням структуризації даних на основі аналізу класів предикатів. Зокрема запропоновано узагальнення представлення процесу структуризації даних на основі класів предикатів у вигляді

$$(((( (D, \Sigma_D) \Sigma_T ) \Sigma_{\text{MOD}} ) \Sigma_{\text{REL}} ) \Sigma_T ) \quad (1)$$

Починаючи з поля даних та доменних предикатів модель (в математичному розумінні поняття) поступово ускладнюється, а область її інтерпретації краще структуризується. На кожному з етапів структуризації даних формуються нові види областей інтерпретації відповідних моделей. Іншими словами модель даних визначається при допомозі послідовного формування нових класів предикатів, а також відповідних структур даних, які задають область її інтерпретації.

В другому розділі проведено аналіз класів залежностей даних реляційної моделі. Запропонований оригінальний метод аналізу реляційних моделей з використанням апарату частково- визначених булевих функцій. Проаналізовані варіанти ситуацій застосування квантового математичного методу аналізу реляційних моделей. Основна увага приділена аналізу класів семантично- значимих залежностей даних.

Проведений дисертантом аналіз типів предикатів дозволив зробити висновок, що введення значної кількості типів залежностей в реляційній моделі пояснюється наступним:

1/ кожний з нових введених предикатів характеризує визначений вид примітивних семантичних конструкцій, які описують конкретні ситуації в проблемній області, що аналізується;

2/ переважаче більшість залежностей, у випадку їх підтримки в інформаційному відношенні, допускає певного виду декомпозицію його на ряд проєкцій, а також вказує строго визначений шлях відновлення вхідного інформаційного відношення;

3/ як правило, новий введений предикат реляційної моделі є деяким узагальненням раніше запропонованих типів залежностей;

4/ введення нових типів залежностей диктується бажанням ввести нові формальні засоби маніпулювання і контролю даних в базі;

5/ нові типи залежностей слугують основою для визначення більш досконалих критеріїв проєктування /нормальних форм/ реляційної моделі бази даних.

Принципово новим результатом є аналіз названих дисертантом

частково- визначених систем залежностей даних.. Зокрема це питання детально розроблене для класу функціональних, багатозначних та булевих залежностей.

Традиційно система ДЗ розглядається, як незмінний в часі інваріант схеми реляційної бази даних. Такий підхід має ряд недоліків і в першу чергу - це неможливість реструктуризації бази в процесі життя, відсутність динамічного апарату перевизначення системи залежностей. певним кроком по усуненні цих недоліків є запропоноване дисертантом застосування апарату частково-визначених булевих функцій для аналізу систем функціональними залежностями реляційної моделі.

Визначення. Реляційну модель будемо називати частково-визначеною, якщо задані дві системи відношень на множині атрибутів цієї моделі:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 \rightarrow Y_1 \\ X_2 \rightarrow Y_2 (1) \\ \vdots \\ X_n \rightarrow Y_n \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} Z_1 \rightarrow U_1 \\ Z_2 \rightarrow U_2 (2) \\ \vdots \\ Z_k \rightarrow U_k \end{array} \right.$$

Першу систему співвідношень назвемо множиною допустимих функціональних залежностей.

Другу систему співвідношень назвемо множиною заборонених функціональних залежностей. Присутність їх в базі неможлива. Система залежностей є підмножиною  $M_{0^p}^p$  вершин  $p$ -мірного одиничного куба, на яких реляційна форма  $f_p$  приймає значення 0.

Через  $M$  позначається множина вершин  $p$ -мірного одиничного кубу, таких, що:

$$M = E^p \setminus (N_1^p \cup M_0^p).$$

М є множиною вершин, на котрих реляційна форма є визначеною. Вона відповідає системі неочевидних функціональних залежностей. Неочевидні функціональні залежності будемо позначати:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \rightarrow V_1 \\ T_2 \rightarrow V_2 \\ \vdots \\ T_r \rightarrow V_r \end{array} \right. (3)$$

Система (3) є множиною потенційно можливих функціональних залежностей, котрі є джерелом для поповнення системи функціональних залежностей в процесі життя реляційної бази даних.

Системи (1)-(3) розбивають множину  $B^n$  всіх вершин одичного  $n$ -мірного куба на три підмножини  $M_0^r$ ,  $M_1^r$ ,  $M$ , які не перетинаються, тобто  $B^n = M_0^r \cup M_1^r \cup M$ . В термінології частково-визначених булевих функцій множина  $M_1^r$  є множиною імплікант одичної функції  $f_r$ , множина  $M$  - множиною, на якій значення функції  $f_r$  не визначено.

В дисертації проаналізовані ситуації та варіанти доповнення систем залежностей даних в процесі життя схеми.

Розглянутий вигляд недовизначеності в реляційній моделі бази даних виклианий структурною недовизначеністю або недовизначеністю по предикатах. В дисертації проаналізовані можливості практичного використання запропонованого підходу до більш широкого класу так званіх булевих залежностей для яких  $\mathcal{E}$  є підкласом.

В третьому розділі розглядаються задачі аналізу схем реляційних баз даних. Основну увагу приділено задачам аналізу

системи залежностей в реляційних схемах. Постановки більшої частини задач зведені до задач аналізу диз'юнктивних нормальних форм булевих функцій, які є булевим еквівалентом системи функціональних і багатозначних залежностей. Розглянуто ряд нових задач проектування схем реляційних баз даних, пов'язаних з аналізом системи залежностей.

Зокрема в класі задач аналізу схем реляційних баз даних розглянуті задача конструювання системи залежностей  $\Sigma$  в схемі реляційної бази даних, задача конструювання системи функціональних і багатозначних залежностей з задачею задання та перевірки існування функціональної залежності.

Вказані задачі доведені до рівня програмно-алгоритмічного вирішення в експериментальній програмній системі. В класі задач проектування схем РБД які пов'язані з аналізом системи залежностей  $\Sigma$  дисертантом вирішуються наступні:

1. Задача пошуку замикання для системи залежностей.
2. Задача пошуку покриття системи залежностей.
3. Задача пошуку мінімального покриття для системи залежностей.
4. Задача пошуку ключів схеми реляційної бази даних на основі системи залежностей.
5. Задача пошуку системи залежностей, що містяться в проєкції реляційної схеми.
6. Задача побудови незалежних компонент.
7. Задача композиції систем залежностей.
8. Задача перевірки виведення залежності  $\sigma$  з системи

залежностей.

9. Задача перевірки ключів реляційної схеми.

10. Задача перевірки незалежності проєкцій реляційної схеми.

11. Задача пошуку мінімального ключа на основі системи залежностей  $\Sigma$ .

12. Задача пошуку максимального виводу з  $\sigma$  з врахуванням  $\Sigma$ .

13. Задача конструювання непротирічних систем залежностей.

Всі перераховані задачі реалізовані в експериментальній учбовій САПР схем реляційних баз даних. При цьому обумовлюється наявність таких реалізацій для класів функціональних і багатозначних залежностей. Загальним методологічним фундаментом розв'язування в системі задач є використання апарату булевих функцій.

Значна увага в розділі приділена аналізу реальних ситуацій при конструюванні систем залежностей даних з використанням запропонованого дисертантом методу часткової недовизначеності схем.

ВИЗНАЧЕННЯ. Коректно визначеною системою функціональних залежностей для проблемної області будемо називати таку систему дозованих ФЗ, яка не має логічних протиріч з системою заборонених функціональних залежностей для тієї ж проблемної області. Формально це може бути зображено таким чином

$$\exists \vec{\sigma}_1 \in \Sigma^+ \text{ такої, що } \vec{\sigma}_1 \in \Sigma^+$$

$$\exists \vec{\sigma}_j \in \Sigma^+ \text{ такої, що } \vec{\sigma}_j \in \Sigma^+$$

Укрупнено процедуру конструювання непротирічної системи ФЗ

для схеми реляційної бази даних можна зобразити у вигляді послідовно реалізованих (при допомозі ЕОМ) кроків:

КРОК 1. Задання вхідних систем дозволених і заборонених систем функціональних залежностей  $\Sigma^-$  і  $\Sigma^+$ .

КРОК 2. Пошук замикань  $\Sigma^+$  і  $\Sigma^-$ .

КРОК 3. Пошук і усунення протиріч, допущених в процесі задання  $\Sigma^-$  і  $\Sigma^+$ .

КРОК 4. Визначення множини функціональних залежностей, які можуть бути основою для доповнення спроектованої системи функціональних залежностей в процесі життя бази даних.

КРОК 5. Вивід результатів рахунку.

КІНЕЦЬ.

Виконання приведеної процедури реалізовано в діалоговому режимі проектувальник - ЕОМ в рамках експериментальної учбової САПР схем реляційних баз даних.

Детально розроблені питання розв'язання протиріч в системах функціональних залежностей з врахуванням співвідношень між множинами атрибутів правих і лівих частин ФЗ.

В четвертому розділі розглядаються основні етапи проектування реляційних баз даних. Наводяться означення задачі, процесу і системи проектування схеми реляційної бази даних. Виділені функціональні класи задач проектування. Проаналізовані типи нормальних форм схем реляційних баз даних в контексті функціональних і багатозначних залежностей. Проаналізовані передумови визначення нових типів нормальних форм. Розглянуто

питання моделювання процесів розвитку і реконструкції схем реляційних баз даних.

Процес проектування реляційної бази даних і, зокрема, її схеми полягає в досягненні певних цілей, однією із яких є нормалізованість інформаційних відношень, які представляють дані в базі. Фундаментом теорії і практики нормалізації реляційних баз даних є залежності даних.

Дисертацією робиться акцент на необхідності чіткого розмежування двох складових частин теорії нормалізації.

1/ визначення нормальних форм як критеріїв проектування схем реляційних баз даних

2/ розробка процедур нормалізації, при допомозі яких досягаються ті чи інші нормальні форми.

Проектуючи реляційну базу даних і, зокрема, її схему, проектувальник повинен переслідувати, як мінімум, три мети:

1/ спроектована база повинна володіти властивістю відновлення по проєкціям;

2/ в базі даних повинна виконуватись умова покриття системи залежностей;

3/ спроектована база даних повинна володіти властивістю не надлишковості і бути вільною від аномалій модифікації даних.

Досягнення третьої цілі в схемі реляційної бази даних прийнято називати нормалізацією, а одержану в результаті схему - нормалізованою. Якісною вважається така схема реляційної бази даних, при побудові якої виконуються всі три вимоги. Їх в повільному будемо називати відновлювальністю, покриттям,

нормалізованість.

Укрупнене дерево мети проектування схеми реляційної бази даних приведене на рис. 4.1.



Рис.4.1. Укрупнене дерево мети проектування реляційної бази даних.

Для провалізованих в дисертації класів нормальних форм виділені наступні недоліки :

1. Бизначення NF в контексті єдиного типу залежності, що не можна вважати задовільним з точки зору повноти інформаційного опису проблемної області.

2. Нормальні форми, орієнтовані на функціональну залежність, бизначались в контексті реляційних схем і схеми реляційної бази даних. В той же час одна із цілей, яку планувалось при цьому досягти, було усунення аномалій модифікації, які не були визначені в термінах реляційних схем і схем реляційних без даних, тобто критерій бизначається в одних, а вимоги, що пред'являються до спроектовані бази даних формулювались в зовсім інших термінах.

3. Нормальні форми, визначені на даний час в контексті 3NF,

які прямию, взаємовиключають досягнення деяких із підцільей проектування реляційних баз даних зображених на рис.4.1.

У визначенні нормальних форм обов'язковим елементом є задання реляційної схеми, для якої визначається те чи інше НФ.

Нормальна форма схеми бази даних в такому випадку задається у вигляді виконання умови, при якій всі реляційні схеми БД повинні знаходитись у зазначеній нормальній формі.

Схема бази даних  $S_D = \langle R_i = \langle A_i, \Sigma_i \rangle, i = \overline{1, n} \rangle$  знаходиться в нормальній формі  $Q(QNF)$ , якщо всі реляційні схеми  $R_i = \langle A_i, D_i, DOM_i, \Sigma_i \rangle, i = \overline{1, n}$  вказаної бази даних знаходяться в QNF.

Проведений аналіз типів нормальних форм для реляційних баз даних дозволив сформулювати деякі загальні положення, які повинні враховуватись в процесах визначення нових критеріїв проектування схем реляційних баз даних /нових нормальних форм/:

1. Необхідно виділити тип обмеження /типу обмежень/, які задаються при визначенні інформаційної моделі проблемної області і підтримуються засобами СУБД, на роботу з якою орієнтується проектувальник бази даних.

2. Всі обмеження, з якими слід працювати в реляційних схемах /в підсхемах користувача/, а також в схемі реляційної бази даних /концептуальній схемі/ повинні бути логічно виведені із множини обмежень, які підтримуються засобами СУБД.

Дуже важливим в плані визначення нових критеріїв проектування є проблема задання інформативних і легко підлягаючих перевірці обмежень накладених проектувальником на схему бази даних.

Проведений аналіз в області теорії нормалізації схем реляційних баз даних дозволив зробити наступні висновки:

1. Нормальні форми слід розглядати як часткові критерії проектування схеми реляційної бази даних, досягнення яких в проєкті не гарантує досягнення всіх цілей поставлених перед проектувальником.

2. Нормальні форми визначаються, як правило, в контексті:

- пропозиції існування універсального інформаційного відношення;
- конкретного типу /типів/ залежностей даних реляційної схеми;
- допустимої множини операцій, що приймають участь в досягненні цієї чи іншої NF.

3. Кожна нововведена нормальна форма визначається як узагальнений варіант раніше визначених NF, що дозволяє представити їх у вигляді відповідної схеми /див.рис.4.2./.

4. Головним недоліком визначених на сьогоднішній день нормальних форм, за винятком 3NF, є незвідюдність семантики операцій модифікації даних і термінів, в яких визначається ця NF.

5. Досить важливим у визначенні нових нормальних форм повинна стати умова скінченності розмірів деяких доменів, що вимагає при проектуванні враховувати комбінаторні властивості їх значень.

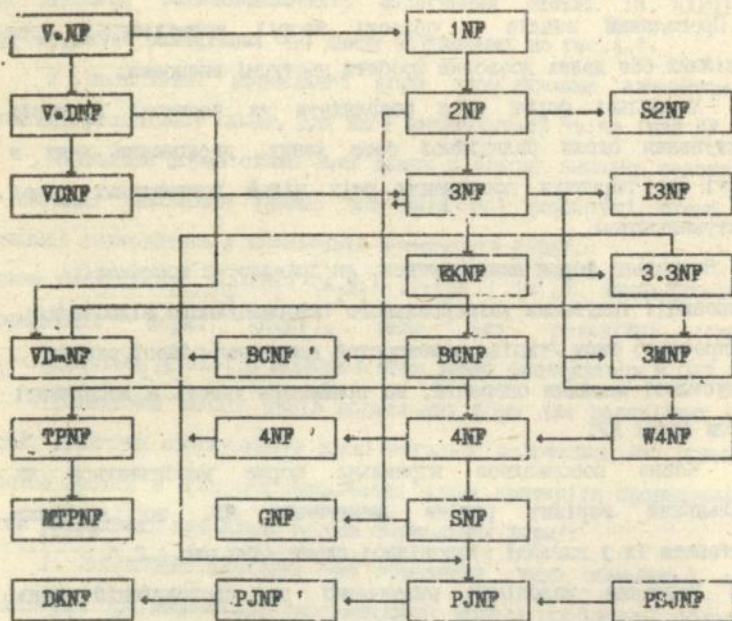


Рис.4.2. Взаємозв'язок нормальних форм.

В четвертому розділі детально розглянуті питання побудови комплексу програмно-алгоритмічних засобів конструювання реляційних схем баз даних з орієнтацією на ЛЕОМ та використання мовних засобів системи Пролог.

В п'ятому розділі описаний програмний інвентар системи проектування схем реляційних баз даних, який дозволяє розв'язувати як окремі задачі проектування, так і конструювати технологічні ланцюжки реалізації процесів проектування схем РБД.

Викладені основні цілі побудови системи проектування, архітектури і основні принципи, закладені при її розробці. Розглянуті питання реалізації інтерфейсів проектувальника з системою при розв'язанні задачі конструювання несуперечливих систем залежно чей. Описаний варіант реалізації діалогу проектувальника з системою в процесі розв'язування окремих задач.

Основними типами залежностей, які були закладені в програмно-алгоритмічні процедури проектування схем реляційних баз даних, є функціональні і багатозначні залежності. Такий вибір продиктований рядом причин, головними серед них є:

- вочас і природна семантична інтерпретація ситуацій, які описуються при допомозі функціональних і багатозначних залежностей;
- наявність головних систем правил виводу для вказаних типів залежностей, а також правил для виводу взаємодії ФБ і БЗ;
- функціональні і багатозначні залежності охоплюють повністю або частково чотири типи відношень, які існують між об'єктами в проблемній області /I:I, I:M, M:I, M:M/;
- наявність достатньо представницької множини критеріїв проектування реляційних баз даних, визначених на функціональних і багатозначних залежностях;
- спільність принципів, покладених в основу алгоритмів розв'язку задач проектування;
- глибока теоретична і практична проробка комплексу питань, пов'язаних з аналізом системи функціональних і багатозначних залежностей.

При створенні програмного макету системи проектування схем

реляційних баз даних переслідувались цілі:

- розробка базових концепцій і принципів навчання основних принципів реляційного підходу до проектування і функціонування баз даних;
- обробка технологічних ланцюжків проектування схем реляційних баз даних;
- розробка нових і адаптація відомих алгоритмів для задач проектування реляційних баз даних;
- перевірка варіантів ув'язки задач і технологічних ланцюжків проектування схем РБД в систему проектування;
- розробка пропозицій до реалізації проектів промислових систем проектування баз даних;
- апробація процедур автоматизованого проектування схем реляційних баз даних для конкретних проблемних областей з метою перевірки практичної доцільності застосування принципів реляційного підходу.

В процесі створення програмного макету системи проектування схем РБД відпрацьовувались декілька можливих варіантів архітектури системи проектування, яке залежить від таких факторів, як використовувані технічні і програмні засоби, математичний апарат, покладений в основу функціонуючих в системі алгоритмів, а також від рівня підготовки користувача системи проектування.

Загальна структура системи приведена на рис.5.1.

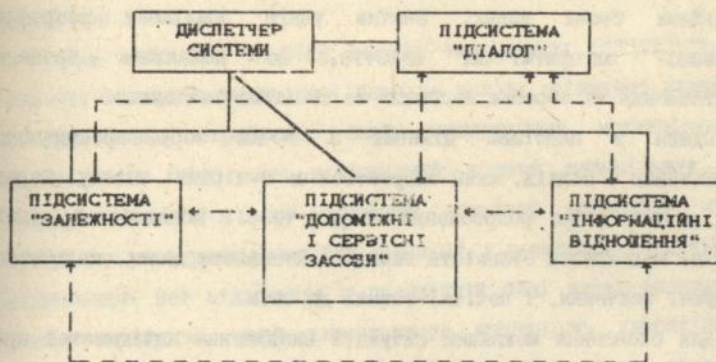


Рис. 5.1: Структура програмного макету систем проектування схем реляційних баз даних.

————— керуючі зв'язки,

----- інформаційні зв'язки.

Програмний макет системи проектування схем реляційних баз даних розроблявся під керівництвом дисертанта за участю аспірантів Берка А.Ю., Проданька М.М., Уголькової І.В.

Юстий розділ присвячений методам і засобам роботи з неповними та нечіткими значеннями в системах реляційних баз даних.

Зокрема проаналізовані підходи до роботи з реляційними базами даних, які включають невідомі значення (розширена реляційна алгебра Кодда, репрезентативна система для таблиць). Розглянуті підходи з використанням примітивної інтерпретації невизначеного значення та застосування денотаційної семантики для

маніпулювання невизначеними даними. Проаналізоване застосування ймовірного підходу до відображення неповноти інформації в реляційних базах даних. Значна увага приділена розробці програмно-алгоритмічних макетів, що моделюють процеси представлення та обробки неповних та нечітких значень.

Одним з найбільш цікавих з точки зору практичного використання є підхід, який опирається на емпіричні оцінки. Серед таких оцінок добре розроблений апарат теорії можливостей, який дозволяє моделювати більшість випадків неповноти даних, включаючи неіснуючі значення, і нечіткі запити до бази.

Для охоплення можливих ситуацій виникнення нечіткостей при роботі з РБД треба забезпечити можливість представлення і обробки:

- нечітких і неповних даних /невідомі значення, інтервали значень, нечіткі підмножини, неіснуючі значення/;
- нечітких операторів /наприклад, оператори подібності, близькості/;
- лінгвістичних змінних, тобто ідентифікаторів нечітких підмножин, на доменах атрибутів ;
- модифікаторів нечітких операторів і лінгвістичних змінних;
- матриць близькості на значеннях домена.

Крім того, базано було б дати можливість користувачу формувати власні нечіткі поняття, нечіткі оператори і нечіткі модифікатори. В проаналізованих дисертантом роботах ці можливості не були реалізовані в повній мірі. Традиційно використовувався обмежений набір типів елементів доменів атрибутів бази, обмеженим був набір операторів, які використовувались при формуванні умов для реляційних операцій. Фактично розширення реляційної моделі

полягає в введенні в реляційну модель нового типу даних, який дозволяє задавати в БД не повністю визначені дані, і операцій над цим типом даних.

При виключенні в СУБД нового типу даних НЕЧІТКІСТЬ, при обробці запиту до реляційної бази на виході отримуємо відношення з додатковим атрибутом, який характеризує можливість або необхідність того, що відповідний кортеж задовільняє умові запиту. Для того, щоб отримати замкнену реляційну модель, необхідно розширити реляційні операції і розширити представлення відношення. Всі відношення в реляційній базі даних розширюються таким атрибутом, який характеризує можливість /необхідність/ того, що кортеж належить відношенню. Для таких розширених відношень необхідно задати визначення розширених реляційних операцій.

Підхід до обробки неповних даних, як до даних нового типу, дозволяє уникнути некоректності при "розширенні" реляційної моделі баз даних. Використання теорії можливостей, як інструмента для моделювання невизначеностей, дозволяє охопити більшість випадків невизначеності даних, а використання двоїстої міри невизначеності забезпечує найбільш адекватну оцінку результатів обробки запитів до бази.

Таким чином, розширення реляційної моделі баз даних для обробки неповних і неточних даних відбувається на рівні типів даних і розповсюджується на реляційну алгебру.

Питанням розширення реляційної моделі баз даних присвячені кандидатські дисертаційні дослідження Малоти Т.О. та Кирієва Т.В., які виконувались в тісній співпраці з дисертантом та при його безпосередній участі і консультуванні.

Сьомий розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу ненормалізованих реляційних моделей даних. Зокрема досліджені питання побудови базису системи операцій реляційної алгебри для ненормалізованих відношень. Розроблені специфікації мов опису та маніпулювання даними для ненормалізованої моделі, приведений опис експериментального прототипу СУБД на основі ненормалізованої реляційної моделі даних.

Схема відношення в ненормалізованій (не приведений до ІНФ) реляційній базі даних визначається, як трійка  $R = \langle U, \Gamma, \Sigma \rangle$ , де  $U$  - множина атрибутів,  $\Gamma$  - множина структурних залежностей,  $\Sigma$  - множина залежностей даних.

Схема реляційної БД представляється в вигляді сукупності правил виду  $R_1 = \langle A_1^{K_1}, \dots, A_1^1, \Sigma_1 \rangle$ , де об'єкти  $A_1^j$  є або правилами наведеного вище виду, або атрибутами, а  $\Sigma_1$  - система залежностей даних, задана на об'єктах  $A_1^j$ . Припускається, що взаємозв'язок  $R_1$  генерує структуру  $\Gamma$ .

Об'єкт (ім'я) - вищого порядку, якщо він є в лівій частині деякого правила. В решті випадків - нульового порядку.

Ім'я  $R_0 - S$  - зовнішнє, якщо воно є тільки в лівій частині одного з правил. Решта імен - внутрішні.

Внутрішні об'єкти з іменами вищого і нульового порядків будемо називати атрибутами вищого і нульового порядків відповідно. Зовнішнє ім'я  $S$  будемо називати іменем схеми РБД. Множини атрибутів вищого і нульового порядків позначаються відповідно через  $H(S)$  і  $Z(S)$ . Довільний атрибут вищого порядку є деякою множиною атрибутів нульового порядку, яка задовільняє певну структурну залежність. Множина  $U = H(S) \cup Z(S)$ .

Таким чином, множина структурних залежностей  $\Gamma$  адекватно

відображається системою правил. В залежності від умов, накладених на множину правил, можна одержати схеми, що задовільняють різним моделям даних. Надалі будемо розглядати структурні залежності, що визначають ненормалізовану реляційну модель даних.

Кожне правило  $R_1$  утворює деяку підсистему  $R_1 = \langle U_1, \Gamma_1, \Sigma_1 \rangle$ , де  $U_1 \subseteq U$ ,  $\Sigma_1 \subseteq \Sigma$ ,  $\Gamma_1 \subseteq \Gamma$ . Сукупність підсистем визначає схему БД  $S = \langle U, \Gamma, \Sigma \rangle$ . Ця схема  $S$  є схемою ненормалізованої реляційної БД, якщо виконуються наступні умови.

1. Існує єдине зовнішнє ім'я  $S$  - ім'я схеми.
2. Не існує двох різних правил з однаковими іменами в лівій частині.
3. В прaviх частинах двох різних правил не може зустрітися однакове ім'я.

Використання запропонованого розширення реляційної алгебри для ненормалізованих представлень дозволяє формулювати запити до даних, що є на різних рівнях ієрархічної схеми відношення. При цьому вдається уникнути використання додаткових операторів структуризації, позбавляючи користувача від проблем, пов'язаних з навігацією в базі даних. Наведені визначення виглядають більш природно, оскільки ненормалізовану реляційну модель даних можна представляти як деяке рекурсивне розширення класичної реляційної моделі.

Одним з програмно-алгоритмічних засобів, які використовувались для аналізу реляційних баз даних на основі ненормалізованої моделі даних було відповідне розширення мови SQL. При розширенні SQL для розширеної ненормалізованої реляційної моделі даних були поставлені наступні цілі:

- забезпечення сумісності "знизу-нагору" для існуючих

реляційних БД і їх ненормалізованих представлень;

- створення механізму типізації об'єктів мови запитів;
- послідовна реалізація принципу ортогональності в мовах опису і маніпулювання даними, тобто реалізація принципу - всюди, де допустима атомарна величина - допускається структура з гніздуванням;

- надання користувачу можливості ненормалізованого погляду на існуючі БД в першій нормальній формі і "збирання" віртуальних ненормалізованих відношень.

Мова опису даних для розширеної НРМД була визначена наступним чином:

```
<оператор> ::= <опис типу> | <опис структури>
<опис структури> ::= STRUCTURE <ім"я структури>
                    WITH SCHEME <ім"я типу>
<опис типу> ::= <ім"я типу> <опис типу>
<опис типу> ::= {<структурний тип> | <тип значення>}
                    {<посилка> | <обмеження цілісності>}
<структурний тип> ::= LIST_OF | <nest>
<nest> ::= NEST < <список атрибутів> >
<список атрибутів > атрибут |
                    <атрибут> <список атрибутів>
<атрибут> ::= <ім"я атрибута> | <опис типу>
<ім"я атрибута> ::= ідентифікатор імені атрибута
<тип значення> ::= LOGICAL | CHAR | <numeric> | ...
<numeric> ::= INTEGER | REAL | ...
<обмеження цілісності> ::= NONE, UNIQUE, NONEMPTY, ...
<посилка> ::= {<посилка по шаблону> | <посилка по ключу>}
<посилка по шаблону> ::= AS <атрибут> IFROM <ім"я типу>
<посилка по ключу> ::= BY_KEY <атрибут> IFROM <ім"я типу>
<ім"я типу> ::= ідентифікатор імені типу
```

Мова маніпулювання даними

Оператори мови маніпулювання даними є реченнями наступної

Граматика:

<оператор> ::= <додавання> | <модифікація> | <видалення>  
 <додавання> ::= ADD <структура> [<список атрибутів>  
                   <VALUES <список значень> \*] <запис>  
 <модифікація> ::= MODIFY <структура> [AS <посилка>  
                   SET <список дод.> ... WHERE <умова>  
 <список дод.> ::= <ім"я атрибута> = <<значення> | <оператор>>  
 <видалення> ::= ERASE <структура> [AS <посилка>  
                   WHERE <умова>].

Засоби запитів.

<запит> ::= <специфікація> | <стр.запит> |  
           <функція><запит> | <множ.оператор>  
 <стр. запит> ::= NEST <nest-запит> ON <список атрибутів>  
                   [AS <список атрибутів> |  
                   UNNEST<nest-запит> ON <список атрибутів>  
                   | ORDER <nest-запит> BY <порядок>  
 <множ.оператор> ::= UNION | INTERSECT | DIFFERENCE  
 <порядок> ::= ASC | DESC  
 <специфікація> ::= <select-from> [ WHERE <умова> ]  
 <select-from> ::= SELECT <список атрибутів> FROM <структура>  
 <список атрибутів> ::= ALL | <атрибут>, ...  
 <структура> ::= <ім"я структури> | <nest-запит>  
 <умова> ::= <predicate> | NOT <умова> |  
           <умова> AND <умова> |  
           <умова> OR <умова>  
 <предикат> ::= <атрибут> <порівняння> <значення>  
 <порівняння> ::= = | ≤ | < | ≠ | > | ≥ | > | INOT  
                   ELEMENT OF | INOTI CONTAINS | INOTI  
                   SURSET OF  
 <nest-запит> ::= <ім"я структури> | <<запит>>  
 <функція> ::= MAX | MIN | AVG | SUM | COUNT | SUBSUME |  
           <user\_func>  
 <user\_func> ::= визначена користувачем функція  
 <значення> ::= <літерал> | EMPTY  
 <літерал> ::= <char-літерал> | <num-літерал> |

### <tuple-літерал>

<tuple-літерал> := "<" <значення> {<, <значення> ...} ">"

<char-літерал> := символна константа

<num-літерал> := числова константа

Останнім часом виникла потреба в розробці і створенні СУБД нового покоління з семантично більш багатими і дозволяючими більш адекватно відображати предметну область базовими моделями. В якості такої базової моделі пропонується використання розширеної ненормалізованої реляційної моделі даних. При розробці дослідного прототипу СУБД переслідувались такі основні цілі:

- підтримка структур розширеної ненормалізованої реляційної моделі даних;
- забезпечення сумісності "знизу-вверх" при роботі з базами даних на основі традиційної реляційної моделі;
- введення нових базових атрибутів нульового порядку, що підтримуються СУБД;
- підтримка автоматизованого інструментарію проектування схем відношень БД;
- підтримка макромови спису задач груп користувачів;
- забезпечення типової структури програмно-алгоритмічного комплексу підтримки БД і рішення задач груп користувачів;
- забезпечення вигідного високорівневого інтерфейсу кінцевого користувача як в плані проектування БД, так і підтримки готських інформаційних систем;
- підтримка прикладного програмного інтерфейсу для спеціалізованої обробки даних.

В результаті проведених досліджень був розроблений експериментальний прототип СУБД на основі ненормалізованої реляційної моделі даних. Значний комплекс програмно-

алгоритмічних робіт був виконаний сумісно з Грабовецьким Ю.В.

Дисертант висловлює вдячність колегам по роботі, які постійно його підтримували на протязі всього 15-тирічного періоду (1978-1993 рр.) проведення комплексу досліджень по проблематиці реляційних моделей баз даних та знань в Державному університеті "Львівська політехніка".

Великий комплекс сумісних робіт був виконаний з Продаником М.М., Берком А.Ю., Грабовецьким Ю.В., Малюком Т.О., Кициєм Т.В., Любінцем Я.В., Угольковою І.В., Кушніренком В.О., Тавшашем Ю.В., Якушевою І.В., Копчаком О.І., які працюючи в творчому колективі по загальній тематиці "Реляційні моделі баз даних та знань" під керівництвом дисертанта виконували наукові дослідження в рамках держбюджетних та госпдоговірних тем.

Дисертант глибоко вдячний своїм науковим наставникам Броні Мосишу Івановичу та Стогнів Аняголів Олександровичу, які були безпосередніми науковими керівниками, консультантами та основними натхненниками виконаних дисертаційних досліджень.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ.

1. Пасичник В.В. Некоторые вопросы анализа реляционных баз данных // Контрольно-измерительная техника. - Львов, 1981. - Вып.30. - С.143-149.
2. Пасичник В.В. Методологические основы разработки учебной САПР баз данных // Тр. II Всесоюз. конф. "Банки данных". - Ташкент, 1983. - С.55-56.
3. Пасичник В.В. Реляционный подход к автоматизированному проектированию АСУ // Тр. Всесоюз. конф. "Анализ эффективности и качества проектирования и функционирования АСУ в народном хозяйстве". - Львов, 1983. - С.220-221.
4. Стогний А.А., Пасичник В.В. Реляционные модели баз данных. - К. : ИК АН УССР, 1983. - 286 с.
5. Пасичник В.В., Продвиг Н.М. Проектирование реляционных баз данных для САПР микро-электронной аппаратуры // Всесоюз. науч.-техн. совет. "Автоматизация проектирования микро-электронной аппаратуры", Зеленоград, 1983.: Тез. докл. - Зеленоград, 1983. - С.102-106.
6. Лукашук Л.А., Обельовська К.М., Пасичник В.В. Исследование методов повышения качества передачи информации в АСУ // Тр. I Всесоюз. конф. "Системные исследования проблемы управления качеством и автоматизации процессов управления", 21-23 сент. 1977 г. - К., 1977. - С.87-89.
7. Пасичник В.В., Лукашук Л.А., Обельовська К.М. Дослідження методів підвищення достовірності передачі інформації в АСУ // Вісн. Львів. політехн. ін-ту. - 1979. - # 135 : Автоматичні та інформаційно-обчислювальні пристрої. - С.65-78.
8. Стогний А.А., Броня И.И., Пасичник В.В. Средства и методы автоматизированного проектирования реляционных баз данных // Материалы III Всесоюз. конф. "Банки данных". - Таллин, 1985. - С.103-116.
9. Броня И.И., Стогний А.А., Пасичник В.В. Использование персональных ЭВМ для развития инструментальных средств проектирования реляционных баз данных // Конф. КНВТ по автоматизации информационных процессов на персональных ЭВМ, ВНР, Будапешт, 1986 г. - Будапешт, 1986. - С.12-14.

10. Стогний А.А., Пасичник В.В. Реляционные модели без данных. - М.: ЦНТИ "Атоминформ", 1983. - 296 с.
11. Пасичник В.В., Проданник Н.М. База знаний экспертной системы проектирования реляционных баз данных // Распределенная обработка данных и локальные сети ЭВМ: (Материалы семинара), Москва 1987 г. - М.: МДИП, 1987. - С.136-142.
12. Пасичник В.В., Проданник Н.М. Синтез концептуальных схем распределенных реляционных баз данных // Тез. докл. II Всесоюз. конф. "Проблемы создания ВЦКП в распределенных автоматизируемых банках данных в городском хозяйстве", 26-28 мая 1987 г. - М., 1987. - С.117-118.
13. Стогний А.А., Броня И.И., Пасичник В.В. Моделирование временного параметра в процессах проектирования реляционных баз данных // Материалы VI Всесоюз. школы-семинара "Распараллеливание обработки информации", 18-23 мая 1987 г. - Львов, 1987. - Ч. I. - С.187-189.
14. Пасичник В.В., Кудрявцев А.Т. Аппаратура сортировки отношений в реляционных базах данных // Материалы VI Всесоюз. школы-семинара "Распараллеливание обработки информации", 18-23 мая 1987 г. - Львов, 1987. - Ч. I. - С.150.
15. Пасичник В.В., Проданник Н.М. Анализ структуры экспертных систем // Вестн. Львов. политех. ин-та. - 1986. - # 219: Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями. - С.7-10.
16. Пасичник В.В., Проданник Н.М. Подсистема базы знаний экспертной системы проектирования реляционных баз данных // Контроль-измерительная техника. - Львов, 1987. - Вып.43. - С.61-69.
17. Пасичник В.В. Средства и методы анализа реляционных моделей баз данных: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук / АН УССР. Ин-т кибернетики им. В.М.Глушкова. - К., 1984. - 26с.
18. Пасичник В.В., Копчак О.И., Проданник Н.М. Диалоговая подсистема нормализации схем реляционных баз данных - Львов, 1987. - 141с. - (Информ. листок / Львов. ЦНТИ; # 225/87).

19. Броня И.И., Пасичник В.В., Колчак О.И., Диалоговые процедуры логического проектирования реляционных баз данных/званий // Тр. II Респ. конф. "Проблемно-ориентированные диалоговые системы", Ватулин, 6-8 окт.1987 г. - Томск,1987. - С.252-261.
20. Пасичник В.В., Кризый О.А. База знаний по идентификации и распознаванию реперных точек в рефлексотерапии // Тр. II Всесоюз. конф. "Математические методы распознавания образов", 10-12 ноября 1987 г. - Львов,1987. - С.222-224.
21. Пасичник В.В., Колчак О.И. Распознавание информационных инвариантов проблемной области в процессах проектирования баз данных // Тр. III Всесоюз. конф. "Математические методы распознавания образов", 10-12 ноября 1987 г. - Львов,1987. - С.217-220.
22. Пасичник В.В., Грица О.М., Колчак О.И., Конструирование схем реляционных баз данных средствами языка ПРОЛОГ // Материалы I межресп. студ. науч.-техн. конф. "Разработка автоматизированных систем управления". - К.,1987. - С.89-91. - Деп. в УкрНИНТИ 04.04.89, # 998-Ук89.
23. Пасичник В.В., Колчак О.И. Технология проектирования и создания промышленных баз данных ориентированных на иерархическую модель // Тез. докл. Всесоюз. семинара "Актуальные проблемы развития перспективных информационных технологий", 27-28 окт. 1987 г. - М.,1987. - С.65-68.
24. Пасичник В.В., Проданик Н.М. Информационная система для автоматизированного анализа экспертных систем // Тез. докл. Всесоюз. семинара "Актуальные проблемы развития перспективных информационных технологий", 27-28 окт. 1987 г. - М.,1987. - С.25-28.
25. Пасичник В.В., Верес В.В., Колчак О.И. Реализация процессов проектирования реляционных баз данных средствами языка ПРОЛОГ // Контрольно-измерительная техника. - Львов,1988. - Вып.44. - С.88-92.
26. Стогний А.А., Броня И.И., Пасичник В.В. Электронный журнал. Аналитический обзор // Вестн. АН УССР. - К.,1988. - #2. - С.41-52.

27. Пасичник В.В., Проданник Н.М. Инструментальные средства проектирования баз данных // Тез. докл. I Всесоюз. науч. конф. "Информатика и науковедение". - Тамбов, 1983. - С.165-168.
28. Малюта Т.А., Пасичник В.В. Реализация диалогового проектирования реляционных баз данных с использованием реляционной БД // Материалы респ. конф. "Проблемно-ориентированные диалоговые системы", 25-28 окт. 1988 г. - Батуми, 1988. - С.140-145.
29. Пасичник В.В., Фелеса С.М. Графическое проектирование реляционных баз данных // Контрольно-измерительная техника. - Львов, 1988. - Вып.46. - С.43-50.
30. Пасичник В.В., Верес О.М., Копчак О.И. Реализация процессов проектирования реляционных баз данных средствами языка ПРОЛОГ // Контрольно-измерительная техника. - Львов, 1988. - Вып.45. - С.24-30.
31. Кушнеренко В.А., Пасичник В.В. Специализированный транслятор с языка обработки реляционных баз данных и знаний // Вестн. Львов. политехн. ин-та. - 1988. - # 229 : Технические средства автоматизации измерений и управления научными исследованиями. - С.78-81.
32. Пасичник В.В., Фелеса С.М. Процедура графического проектирования реляционных баз данных // Материалы III Всесоюз. конф. "Методы средства обработки сложной графической информации", 6-8 сент. 1988 г. - Горький, 1988. - С.242-245.
33. Брона И.И., Пасичник В.В., Проданник Н.М. Представление знаний в экспертной системе проектирования реляционных баз данных // Тез. докл. Всесоюз. конф. по искусственному интеллекту, Переславль-Задеский, 21-25 ноября 1988 г. - М., 1988. - С.251-256.
34. Малюта Т.А., Пасичник В.В. Расширение средств реляционной СУБД для обработки размытых значений данных // Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. школы-семинара "Программное обеспечение ЭВМ: индивидуальная технология, интеллектуализация разработки и применение", 5-10 дек. 1988 г. - Ростов-на-Дону, 1988. - С.74-76.

35. Экспертные системы - эффективный инструмент современным информационным технологиям / Стогний А.А., Брова И.И., Пасичник В.В., Проданки Н.М. // Вестн. АН УССР. - 1989. - #5. - С.17-26.
36. Брова И.И., Малыца Т.А., Пасичник В.В. Реляционные базы данных с нечеткими значениями // Реляционные базы данных с нечеткими значениями. - Новосибирск, 1989. - С.1-53. - (Препр./ АН СССР. ВЦ СО ;846).
37. Stogniy A.A., Malyuta T.A., Pasitschnik V.V. Means for management of relation fuzzy data bases-way to merging of systems of data bases and knowledge bases// Lecture Notes in Computer science. - Berlin;Tokyo: Springer:Verlag,1989. - # 364. - P.337-347.
38. Малыца Т.А., Пасичник В.В. Интеллектуализация реляционных баз данных путем введения в них возможностей работы с неопределенной и неточной информацией // Conference on intelligent management systems / Bulgarian academy of science. - Varna,1989. - P.36-103.
39. Пасичник В.В., Берко А.Ю. Применение знаний в проектировании реляционных баз данных // Conference on intelligent management systems / Bulgarian academy of science. - Varna,1989. - P.362-368.
40. Pasitschnik V.V., Malyuta T.A. Use of abstract data types to manipulate the incomplete and imprecise information in relational databases // 12-th International Seminar on Database Management System. - Suzdal,1989. - Books 2.- P.132-135.
41. Пасичник В.В., Тавлаш Г.А. Компактное представление отношений в базах данных // Материалы междунар. конф. молодых ученых, апрель 1989 г. - К.,1989. - С.122-123.
42. Пасичник В.В., Тавлаш Ю.А. Программные средства поддержки целостности г. реляционных баз данных // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. "Проблемы управления большим городом", Москва, апр. 1989 г. - М.,1989. - С.109-110.
43. Пасичник В.В., Тавлаш Ю.А. Распознавание типов зависимостей в реляционных базах данных // Тез. докл. Всесоюз. конф. "Математические методы распознавания образов", Рига, окт.1989 г. - К.,1989. - С.114-116.

43. Пасичник В.В., Кушнеренко В.А. Интеллектуализированный АРМ мглсрелфлексотерапевта на базе ПЭВМ профессионального класса // Тез. докл. Всесоюз. конф. "Применение АРМ на базе ПЭВМ в не-промышленной сфере", Москва, окт 1989 г. - М., 1989. - С.62-63.
44. Брона И.И., Пасичник В.В., Малюта Т.А. Неопределенные и неполные значения в реляционных базах данных // Материалы IV Всесоюз. конф. "Банки данных и знаний", Калинин, нояб.1989 г. - Калинин, 1989. - С.7-18.
45. Информационная система научного исследования по проблеме "Экспертные системы и БЗ" / Стогний А.А., Брона И.И., Пасичник В.В., Проданик Н.М. // Сб. тр. / ван мта SZTAKI. - Будапешт, 1988. - # 214. - С.7-37.
46. Анализ ЭС по сферам применения / Стогний А.А., Брона И.И., Пасичник В.В., Проданик // Сб. тр. / ван мта SZTAKI. - Будапешт, 1988. - # 214. - С.39-79.
47. Терминологический словарь проблемной области ЭС и БЗ знаний / Стогний А.А., Брона И.И., Пасичник В.В., Проданик Н.М. // Сб. тр. / ван мта SZTAKI. - Будапешт, 1988. - # 214. - С.103-121.
48. Англо-русский словарь по экспертным системам / Стогний А.А., Брона И.И., Пасичник В.В., Проданик Н.М. // Сб. тр. / ван мта SZTAKI. - Будапешт, 1988. - # 214. - С.123-138.

#### СПИСОК ОПУБЛИКОВАНИЙ МЕТОДИЧНИХ РОЗРОБОК.

50. Пасичник В.В. Исследование структуры информационных массивов в АСУ : Инструкция к лабораторной работе по ОПАСУ / ЛПИ. - Львов, 1983. - 17 с.
51. Пасичник В.В. Методические указания к выполнению курсовой работы с элементами НИРС по "Исследованию операций" : Методические указания по курсовой работе "Исследование операций" / ЛПИ. - Львов, 1986. - 12 с.
52. Пасичник В.В., Проданик Н.М. Исследование структуры СУБД "РИБД" и процессов создания реляционных баз данных : Инструкция к лабораторной работе по курсу "Базы и банки данных и знаний" / ЛПИ. - Львов, 1988. - 21 с.

53. Пасичник В.В., Проданюк Н.М. Исследование процедур формирования запросов и генерация отчетов с помощью реляционной СУБД "Рибд" : Инструкция к лабораторной работе по курсу "Базы и банки данных и знаний" / ЛПИ. - Львов, 1988. - 19 с.
54. Пасичник В.В., Проданюк Н.М. Исследование процессов проектирования реляционных схем : Инструкция к лабораторной работе №3 по курсу "Базы и банки данных и знаний" / ЛПИ. - Львов, 1988. - 26 с.
55. Пасичник В.В., Проданюк Н.М. Методические указания для самостоятельной работы по изучению отдельных глав курса "Базы и банки данных и знаний" / ЛПИ. - Львов, 1988. - 47 с.
56. Пасичник В.В., Малюта Т.А. Методические указания по самостоятельной работе студентов при изучении отдельных глав курса "Базы и банки данных и знаний (экспертные системы)" / ЛПИ. - Львов, 1988. - 50 с.
57. Пасичник В.В., Проданюк Н.М. Исследование программно-технических средств для автоматизации процессов проектирования : Инструкция к лабораторной работе №1 по курсу "Автоматизация процессов проектирования" / ЛПИ. - Львов, 1988. - 31 с.
58. Пасичник В.В., Проданюк Н.М. Исследование процессов создания базы знаний экспертной системы проектирования баз данных : Инструкция к лабораторной работе №2 по курсу "Автоматизация процессов проектирования" / ЛПИ. - Львов, 1988. - 36 с.
59. Пасичник В.В., Проданюк Н.М. Язык логического программирования М-ПРОЛОГ : Учеб. пособие по курсу "Автоматизация процессов проектирования". - К.: УМКВО, 1989. - 110 с.
60. Пасичник В.В., Грабовецкий Ю.В. Методичні вказівки до вивчення теми "Ненормалізовані реляційні моделі даних" курсу "Базы та банки даних і знань" / ЛПИ.-Львів, 1990.- Ч.1.- 43 с.
61. Пасичник В.В., Грабовецкий Ю.В. Методичні вказівки до самостійного вивчення окремих розділів курсу "Базы і банки даних та знань" з теми "Ненормалізовані реляційні моделі даних" / ЛПИ. - Львів, 1990. - Ч.2. - 43 с.
62. Пасичник В.В., Тавшан Ю.А. Методичні вказівки до вивчення окремих розділів курсу "Базы і банки даних та знань" з теми "к-значні логіки в аналізі реляційних даних" / ЛПИ. - Львів, 1991. - 28 с.

63. Пасічник В.В., Малета Т.О. Методичні вказівки по вивченню окремих розділів курсу "Бази та банки даних і знань" (розмітї та пустї значення в реляційних базах даних ) / ЛПІ. - Львів, 1990. - 43. с.

#### СПИСОК ЗВІТІВ ПО ЗАВЕРШЕНИХ НДР.

64. Дослідження та розробка окремих компонентів експортної системи автоматизованого проектування реляційних баз даних : Звіт про НДР (заверш.) / ЛПІ ; Керівник Пасічник В.В., Лукашук Л.О. - # 01870001864. - Львів, 1988. - 320 с. - Відп. викон.: Проданек М.М.

65. Розробка та дослідження модулів експортної системи проектування реляційних баз даних та знань: Звіт про НДР (заверш.) / ЛПІ ; Керівник Пасічник В.В. - # 01860053898. - Львів, 1987. - 245 с. - Відп. викон.: Копчак О.І.

66. Розробка елементів автоматизованої системи обробки баз даних та знань реляційного типу на основі персональних ЕОМ професійного класу : Звіт про НДР (заверш.) / ЛПІ ; Керівник Пасічник В.В. - # 01890057488. - Львів, 1991. - 320 с. - Відп. викон.: Гребовецький П.В., Тавпаш Ю.А., Берко А.П.

67. Дослідження та розробка елементів системи обробки даних на базі ПЕОМ професійного класу з орієнтацією на СУБД реляційного типу : Звіт про НДР (заверш.) / ЛПІ ; Керівник Пасічник В.В. - # 01890040141. - Львів, 1992. - 262 с. - Відп. викон.: Малета Т.О., Копчак О.І.

68. Розробка комплексу АРМів на базі ПЕОМ для автоматизації процесів організаційно-економічного управління ЛВО "Пластмасфурнітура" : Звіт про НДР (заверш.) / ЛПІ ; Керівник Пасічник В.В. - # 01910052951. - Львів, 1991. - 258 с. - Відп. викон.: Кравець П.С., Андреева Л.І., Буров Е.В.

69. Розробка автоматизованої інформаційної системи для наукового напрямку "Однорідні обчислювальні середовища та системні структури" : Звіт про НДР (заверш.) / ЛПІ ; Керівник Пасічник В.В. - # 01890009052. - Львів, 1989. - 185 с. - Відп. викон.: Копчак О.І., Малета Т.О.

70. Реляційні моделі без даних : Звіт про НДР (заверш.) / ЛПІ; Керівник Пасічник В.В. - # 01880057829. - Львів, 1990. - 327 с. - Відп. викон.: Берко А.Д., Грабовецький Д.В., Тавцаш Д.А.

71. Створення програмно-метематичного комплексу розширення функціональних можливостей систем без даних і знань реляційного типу на основі апарату нетрадиційних логік: Звіт про НДР (заверш.) / ЛПІ Керівник Пасічник В.В. - # 01910041765. - Львів, 1991. - 257 с. - Відп. викон.: Грабовецький Д.В., Лхвінець Я.В., Тавцаш Д.А.

Підп. до друку 7. XII. 92. Формат 60x84<sup>1</sup>/16  
Папір друк. № 2. Офс. друк. Умовн. друк. арк. 3,95  
Умовн. фарб.-відб. 3,75 Умовн. видав. арк. 3,62.  
Тираж 100 прим. Зам. 247. Безплатно

ДУЛП 290646 Львів-13. Ст. Бандери. 12

Дільниця оперативного друку ДУЛП  
Львів, вул. Гордєцька, 286





463069

AB 28.548

**AB 28.548**