

КИЇВСЬКА МІСЬКА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЇ ІНФОРМАТИКИ

На правах рукопису
УДК 681.3

ГРІНЧЕНКО ТАМАРА ОЛЕКСІЇВНА

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РЕПРЕЗЕНТАЦІЇ І ОБРОБКИ
СИМВОЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ
В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Спеціальність 05.13.17 - Теоретичні основи інформатики

*Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора фізико-математичних наук*

Київ 1994



НВ 30.99

Робота виконана в Інституті прикладної інформатики

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

Офіційні опоненти: чл.-кор. АН України д.ф.-м.н., професор
Редько Володимир Никифорович,
доктор техн. наук, професор
Гладун Віктор Полікарпович,
доктор фіз.-мат. наук, професор
Лаврищева Катерина Михайлівна

Провідна організація - Державний університет
"Львівська політехніка"

Захист відбудеться "25" жовтня 1994 р. о 11 год.
на засіданні Спеціалізованої Вченої 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 (ІПРІн) за адресою:
252004, м. Київ, вул. Червоноармійська, 23-б.

Автореферат розісланий "24" вересня 1994 р.

Вчений секретар
Спеціалізованої Вченої Ради

Мелентьєв Г. Б.

4B - 50.293

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Найважливішими факторами, що впливають на подальше розширення сфери застосування обчислювальних систем (ОС), є:

- підвищення продуктивності ОС при розв'язанні складних задач;

- підвищення ефективності праці програмістів, інженерів, наукових працівників;

- забезпечення комфортності роботи у програмному середовищі, що особливо важливо для масових користувачів - не професіоналів у програмуванні.

Вирішення зазначених проблем в значній мірі залежить від інтелектуалізації засобів обчислювальної техніки та застосування нових технологій при розв'язанні задач. Значний досвід, накопичений в теорії та практиці проектування ЕОМ, досягнення у галузі мікроелектроніки, а також перегляд принципів організації структури і програмного забезпечення традиційних ЕОМ неймановського типу дозволяють перейти до нових методів побудови ОС, які забезпечують їх високий інтелектуальний рівень.

У загальному комплексі проблем, пов'язаних з інтелектуалізацією ОС, важливе місце посідають питання орієнтації ЕОМ на подання та обробку символічних (нечислових) об'єктів складної структури. До них відносяться інформаційні об'єкти, що динамічно змінюються, структуру яких при розв'язанні задач важко передбачити зазделегідь. Це, зокрема, довільні математичні і символічні вирази, тексти, гіпертексти, реляційні таблиці. Створення методів та засобів для роботи з такими

об'єктами в інтелектуальних обчислювальних системах (ІОС) є важливою та актуальною задачею.

Розвитку засобів обробки нечислової інформації приділяється велика увага в усьому світі. Відомо популярні системи в галузі обробки математичних формул MACSVMA, FORMAC, REDUCE, MAPLE та мови сімейства АНАЛІТИК. Розробку останніх було почато ще у 60-і роки під керівництвом академіка В.М.Глушкова, що була реалізована у ЕОМ серії МИР (Машини для Инженерных Расчетов) за допомогою спеціально створеної оригінальної системи мікропрограмної інтерпретації мов високого рівня (МВР). В цій дисертаційній роботі набула розвиток ідея створення мов репрезентації символної інформації більш складної структури та методів їх обробки з урахуванням сучасних вимог ІОС до людинно-машинної взаємодії. Для реалізації цієї ідеї розроблено нові методи обробки складно-організованої символної інформації, в основі яких лежить інтеграція потужних засобів обробки символної інформації та гіпертехнологій. Виходячи з даного підходу інформація подається у зручній та зрозумілій формі, а обробка складних об'єктів прихована від користувача та є внутрішньою частиною системи.

Таким чином актуальність обраного напрямку робіт визначається як внутрішніми потребами розробки ІОС, так і необхідністю подальшого розширення сфери їх застосування.

МЕТА РОБОТИ І ОСНОВНІ ЗАДАЧІ. Метою дисертації є розробка, теоретичне обґрунтування та реалізація методів і засобів репрезентації та обробки символної інформації для забезпечення людинно-машинного розв'язання задач в ІОС на основі нових інформаційних технологій.

Для досягнення цієї мети в роботі вирішуються такі основні задачі:

- розробка методів побудови проблемно-орієнтованих на інженерні та науково-дослідні задачі мов програмування високого рівня, що застосовуються при математичних перетвореннях (моделювання фізичних процесів, робота з текстами, побудова компіляторів та навчальних систем), що спрямовані на істотне розширення сфер застосування ЕОМ за рахунок охоплення нових класів задач, підвищення продуктивності праці користувачів, створення комфортності їх роботи за рахунок забезпечення дружнього та ефективного програмного середовища;

- розробка машинних методів виконання аналітичних та символічних перетворень, а також теоретично обґрунтованих технологічних засобів їх структурної реалізації;

- обґрунтування та реалізація принципів побудови інтелектуальних гіпертекстових систем, що підтримують мови програмування високого рівня, орієнтовані на обробку складно-структурованої символічної інформації з метою розширення сфер вирішення задач з області автоматизації наукових досліджень;

- створення і реалізація концепцій використання гіпертекстової технології для підтримки інтелектуальної діяльності людини, зокрема авторської діяльності, виконання аналітичних та символічних перетворень, побудови гіпермедіа інформаційно-консультативних систем з метою подальшої інформатизації суспільства;

- апробація і практична реалізація в ІОС результатів теоретичних досліджень.

НАУКОВА НОВИЗНА. Вперше проведено комплексні дослідження і виконано побудову орієнтованих на людинно-машинне вирішення задач дослідницького плану мов програмування високого рівня, а також методи та засоби їх апаратно-програмної реалізації в інтелектуальних обчислювальних системах.

Одержано такі нові результати.

1. На основі аналізу класу науково-дослідних та інженерних задач, а також технології їх вирішення на ЕОМ сформульовано і реалізовано вимоги до мов високого рівня, орієнтованих на обробку складно-організованої символічної інформації.

Реалізація вимог забезпечила створення високоефективних мовних засобів, адекватних до предметної області, легкість навчання і взаємодії з машиною на всіх етапах розв'язання задачі. Наведені вимоги заснували фундації для побудови мов сімейства АНАЛІТИК.

2. Запропоновано і теоретично обґрунтовано систему аналітичних та символічних перетворень, а також розроблено методи та засоби її мікропрограмної реалізації, що базується на застосуванні переписуючих правил (співвідношень) та розвинутої системи розпізнавання властивостей складних об'єктів.

Комплексна розробка мови символічних і аналітичних перетворень та методів її реалізації заснувала фундації нового напрямку створення високоінтелектуальних професійних процесорів для вирішення інженерних та науково-дослідних задач.

Розроблена система аналітичних та символічних перетворень реалізована як частина структурної інтерпретації ЕОМ серії МІР.

3. Здійснено розвиток мови АНАЛІТИК засобами подання і

обробки реляційних таблиць (АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ) та гіпертекстових структур (АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ), направлений на розширення сфер використання мови і підсилення семантичних можливостей перетворюючих засобів.

4. Запропоновано та обгрунтовано концепцію побудови інтелектуальних гіпертекстових систем, що полягає у підтримці МВР у вигляді символного процесора як складової частини гіпертекстової системи. Вперше на базі запропонованої концепції реалізовано інтелектуальну гіпертекстову систему ГІПСІ, яка підтримує мову АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ, що дозволило ефективно виконувати такі види інтелектуальної діяльності людини, як виконання аналітичних та символних перетворень, авторська діяльність, побудова інформаційно-консультативних гіпермедіа систем.

5. Визначено підхід для створення мови АНАЛІТИК-Х, що інтегрує запропоновані модифікації мови АНАЛІТИК на базі уніфікованого подання символної інформації у вигляді багатоступеневих структур. Сформульовано принципи реалізації мови в інтелектуальних обчислювальних системах.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ базується на теоретичних і прикладних результатах, яких досягнуто в галузі створення сучасних обчислювальних систем, математичного і програмного забезпечення, комп'ютерної алгебри, штучного інтелекту, сучасних інформаційних технологій. Залучався апарат теорії мов програмування і методів їх реалізації, теорії графів, теорії автоматів. Як основні методи дослідження використовуються математичне моделювання та машинний експеримент.

ПРАКТИЧНА ЗНАЧИМІСТЬ І ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ. Практична значимість роботи зумовлена її прикладною спрямованістю і має два аспекти. В першому аспекті вона визначається вирішенням важливої науково-технічної проблеми підвищення продуктивності праці програмістів при виконанні інженерних і наукових розрахунків, скороченням термінів розробки прикладних програм шляхом створення і впровадження у народне господарство ЕОМ серії МИР: МИР-2 (1969 р.), МИР-3 (1974 р.), спеціалізованого мовного процесора СМ 2410 (1980 р.), керуючого обчислювального комплексу СМ 1410 (1981р.), проблемно-орієнтованого процесора ЕС 2680 (1984 р.), розробленого в межах робіт по ЕС ЕОМ "Ряд-3".

Розробки виконувалися у відповідності з постановами ДКНТ, ДКОТІ СРСР, Президій АН СРСР і України.

Автор є відповідальним виконавцем наведених проектів і безпосереднім учасником їх розробки і впровадження.

Другий аспект пов'язаний з реалізацією першої в Україні інструментальної гіпретекстової системи ГІПСІ і створеної на її основі технологічної лінії по виробництву інформаційно-консультативних гіпермедіа систем (ГІКС) у різних галузях науки, культури, освіти, бізнесу та ін. Розроблено такі ГІКС:

"Пам'ятки Києва, зруйновані в ХХ сторіччі";

"Пам'ятки Переяслав-Хмельницького";

"Ділові листи";

"Кадри";

"Закон про соціальний захист громадян, що постраждали від аварії на Чорнобильській ЧАЕС";

"Все про людину";

"Підручник англійської мови";

"HYPERGRID" та ін.

Вказані роботи виконані в межах тематики ДКОТІ СРСР та ДКНТ України.

Автор є керівником та безпосереднім розробником перелічених систем.

ОСОБИСТИЙ ВНЕСОК АВТОРА. Наукові результати дисертації є узагальненням науково-виробничої діяльності автора і виконані у відповідності з планами фундаментальних і прикладних досліджень Інституту кібернетики АН України ім. В.М.Глушкова (1959 - 1986) та Інституту інформатики (1986 - 1994).

Робота виконана автором у два етапи. Перший етап пов'язаний із створенням наукових основ проектування ЕОМ з апаратно-мікропрограмною реалізацією мов високого рівня. Результатом цього етапу стали фундаментальні концепції, реалізовані у мовах сімейства АНАЛІТИК і в машинах серії МИР. На другому етапі ці концепції були розвинуті автором стосовно нових інформаційних технологій і постали основою для створення інтелектуальної обчислювальної системи, що інтегрує гіпертекстову технологію і мову програмування високого рівня.

Виконана автором робота на першому етапі була частиною колективного дослідження, яке проводилося під керівництвом В.М.Глушкова в Інституті кібернетики АН УРСР.

Велику роль у становленні автора як дослідника зіграли також А.О.Стогній, К.Л.Ющенко, В.Г.Бондарчук, С.Б.Погребинський, З.Л.Рабінович, Ю.В.Капітонова, О.А.Летічевський, за що автор висловлює їм свою щирю вдячність. Автор також

глибоко вдячний В. П. Клименку, А. О. Дородніциній, М. П. Царюку та ін., які також внесли свій вклад у цей напрямок роботи.

За роки роботи над зазначеною проблемою особисто автором одержані такі результати:

Визначені вимоги і розроблені принципи побудови мов програмування високого рівня, орієнтованих на виконання аналітичних і символічних перетворень, створено сімейство мов АНАЛІТИК у відповідності до цих принципів.

Розроблено і теоретично обгрунтовано методи та засоби подання і маніпулювання аналітичними та символічними виразами.

Розроблено внутрішню мову малих ЕОМ із структурною підтримкою МВР, виконана мікропрограмна реалізація аналітичних і символічних перетворень у ЕОМ серії МІР.

Теоретичні результати по другому етапу досліджень стосовно постановки проблем, створення і обгрунтування нових методів та засобів обробки складно-структурованих символічних об'єктів на базі нових інформаційних технологій, належать автору. Результати прикладного характеру отримані під науковим керівництвом автора спільно з співробітниками відділу гіпертекстових систем.

Автор вдячний М. В. Оленіну та всім співробітникам відділу, які також зробили свій внесок у цей напрямок робіт.

АПРОБАЦІЯ РОБОТИ. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на ряді міжнародних, все-союзних, республіканських, міжгалузевих семінарів і конференцій, в т. ч. на Всесоюзній конференції по методам трансляції (м. Новосибірськ, 1981 р.), на Міжнародній нараді по

системам і методам аналітичних обчислень на ЕОМ та їх застосуванню у теоретичній фізиці (м. Дубна, 1982 р.), на Міжнародному симпозиумі по символічним і аналітичним перетворенням (НДР, м. Лейпціг, 1987 р.), на Міжнародній конференції по інтелектуальним системам адміністративного управління (Болгарія, м. Варна, 1989 р.), на Всесоюзній конференції "Системи баз даних і знань" (м. Калинин, 1989 р.), на Всесоюзній конференції "Штучний інтелект-90" (м. Мінськ, 1990 р.), на Міжнародному семінарі "ЗНАННЯ-ДІАЛОГ-РІШЕННЯ" (м. Батумі, 1990,91 рр., м. Прага, 1992 р.), на Всесоюзній конференції "Система баз даних і знань" (Україна, м. Львів, 1991 р.), на 2-й Міжнародній конференції по українізації комп'ютерів (Україна, м. Львів, 1992 р.), на Міжнародному семінарі "Інтелектуалізація систем баз даних" (Росія, м. Калининград, 1992 р.), на Міжнародній конференції "Інформаційні технології і програмування" (Болгарія, м. Санданськ, 1993 р.), на Міжнародному семінарі "ЗНАННЯ-ДІАЛОГ-РІШЕННЯ" (Україна, м. Київ, 1993 р.), на Міжнародній конференції по людинно-машинній взаємодії (США, м. Орlando, 1993 р.), на Міжнародній конференції, присвяченій пам'яті В.М.Глушкова" (Київ, 1993 р.), на Міжнародній конференції по інформатизації в освіті (Крим, 1994 р.), на 12-й Міжнародній Ергономічній Асоціації (Канада, Торонто, 1994 р.).

СТРУКТУРА І ОБ'ЄМ РОБОТИ. Матеріали, що відбивають основний зміст дисертації, викладені у 45 опублікованих роботах, у тому складі у 3 монографіях.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, додатків, списку літератури із ____ джерел. Основний текст роботи викладено на ____ стор.

ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У вступі стисло визначені проблеми, пов'язані з побудовою інтелектуальних обчислювальних систем (ІОС), орієнтованих на обробку символічних об'єктів складної структури. Визначені задачі створення нових технологій обробки таких об'єктів та їх реалізації в ІОС.

Обґрунтовано актуальність напрямків досліджень, сформульовано цілі і задачі досліджень та розробок. Подано характеристику основних положень роботи по розділах та одержаних в них результатів, обґрунтовується їх новизна та практична значимість.

У першому розділі "Аналіз концепцій створення малих ЕОМ із структурною реалізацією мов програмування високого рівня" викладено концепцію машинного інтелекту (МІ). З точки зору властивостей МІ подано аналіз принципів та засобів побудови малих інтелектуальних машин (МІМ) з мікропрограмною інтерпретацією мов високого рівня. Розглянуто напрямки підвищення МІ, які базуються на нових інформаційних технологіях - базах даних і знань та гіпертексті.

Концепцію МІ було висунуто В.М.Глушковым та З.Л.Рабіновичем ще у 60-і роки в ІК АН України в зв'язку з напрямком робіт по створенню інтелектуальних ЕОМ. Під керівництвом В.М.Глушкова цю концепцію було реалізовано при розробці МІМ з мікропрограмною інтерпретацією мов високого рівня.

У 1.1. дається визначення МІ. Поняття "машинний інте-

лект" відноситься до схемного обладнання (hardware) і визначає досконалість його структури.

На сьогодні для оцінки рівня МІ відсутні формальні критерії, однак це поняття допомагає виділити суттєво важливі якості машин, не торкаючись конкретних технічних характеристик її елементарних компонентів. Розвинутий МІ впливає на ефективність всього процесу експлуатації машини: від попередньої підготовки задачі на машині до підготовки контингенту користувачів.

Рівень інтелекту машини у значній мірі визначається ступенем розвитку таких властивостей: 1) сприйнятливостю до МВР; 2) багатством відомостей (знань), зафіксованих структурно та вмінням оперувати ними; 3) здатністю до організації обчислювального процесу при взаємодії з користувачем; 4) ефективністю засобів апаратно-мікропрограмної обробки інформації.

У 1.2. досліджується сприйнятливостю машин до МВР, що означає реалізацію цих мов у машині одним з двох способів:

- безпосередньою інтерпретацією МВР, тобто "повне" розуміння мови;

- інтерпретацією спеціальної, подібної до МВР, внутрішньої мови (ВМ) машини, в якій збережені всі основні конструкції вхідної мови. При другому способі потрібна попередня трансляція з МВР на ВМ машини. Ступінь складності такої трансляції залежить від близькості МВР та ВМ машини.

Проведений аналіз показав, що у МІМ передбачений другий спосіб розуміння МВР. Цей спосіб при високому рівні ВМ є більш гнучким і дозволяє машині "розуміти" ряд близьких мов шляхом трансляції на єдине внутрішнє подання.

У 1.3 наведено результати досліджень знань МІМ. Під знаннями машини розуміється набір відомостей, структурно зафіксованих у машині. вміння оперувати ними і поповнювати їх за допомогою стандартних та вбудованих процедур.

До знань, структурно зафіксованих у МІМ, зокрема, відносяться: системи правил диференціювання та інтегрування, системи рівностей, що задають еквівалентні перетворення математичного аналізу (тотожні співвідношення). До знань-вмінь відносяться вміння: диференціювати та інтегрувати функцію у аналітичному вигляді; приводити вирази до канонічних форм, використовувати системи співвідношень (продукцій); перетворювати довільні вирази за заданими системами співвідношень та ін. Показано, що знання МІМ є унікальними для машин цього класу, що забезпечило їм високий рівень МІ.

У 1.4 аналізується здатність машин до організації обчислювального процесу при взаємодії з користувачем, що визначається насамперед набором функцій та мов операційної системи (ОС) і способами виконання програм.

Показано, що у МІМ забезпечується структурна підтримка всіх функцій ОС. Діалогу приділяється особлива увага, оскільки цей клас машини орієнтується на непрофесіонального програміста. Мова діалогу є складовою частиною вхідної мови.

У 1.5 досліджується ефективність способів обробки символічної інформації в МІМ. Ця властивість залежить від ступеня ефективності апаратно-мікропрограмної реалізації всіх попередніх властивостей.

Основною особливістю структури МІМ є її орієнтація на обробку складно-структурованих об'єктів, за допомогою трьохрівневої системи динамічного мікропрограмування.

Перший рівень - це інтерпретатор вхідної мови, записаний на програмному рівні ЕМ. Другим рівнем системи є мікропрограмно реалізована мова мікрооператорів, орієнтована на ефективну обробку рядків, списків, стеків, черг, таблиць. Третій рівень - набір автоматів, схемно реалізуючих мікрооперації.

Концепція створення МІМ була реалізована в ЕОМ серії МІР, що мікропрограмно інтерпретує мови високого рівня сімейства АНАЛІТИК, орієнтовані на виконання символічних та аналітичних перетворень.

Проведений аналіз дозволив зробити висновок про високий МІ машин серії МІР і ефективність їх використання при вирішенні широкого кола задач. Реалізована система мікропрограмування забезпечила високу продуктивність ЕОМ серії МІР, порівняну з швидкістю виконання аналітичних перетворень в машинах, що перевершують їх за номінальною швидкістю у десятки разів. Спеціально розроблена клавіатура друкарки, що містить математичні символи, пульт з клавішами, кодованими діями операційної системи на російській мові, екран із світловим олівцем, магнітні карти, вивід графіків - все це сприяло створенню комфортного середовища для користувача. Можливості та параметри машин серії МІР (орієнтація на користувача-непрофесіонала у програмуванні, дружній та розвинутий людинно-машинний інтерфейс, широке коло розв'язуваних задач, вхідна мова високого рівня і легкість її вивчення та ін.) дають підстави твердити, що ці машини являли собою по суті перші персональні професіональні ЕОМ.

Концепції, що заснували фундації для створення малих ЕОМ з високим машинним інтелектом та реалізовані в ЕОМ МІР, в наш час не тільки не втратили свого значення, але й набули

подальшого розвитку. Наступні розділи цієї роботи присвячені розвитку цих концепцій, що полягає в інтелектуалізації нових інформаційних технологій.

У 1.6. запропоновано такі напрямки підвищення рівня МІ.

1. Розвиток вхідних мов більш досконалих структур та ускладнення інформації, яка відбиває сучасні потреби широкого кола користувачів. Показано, що природними напрямками для розвитку мови АНАЛІТИК є бази даних та знань, а також гіпертекст. Результатом розробок в цьому напрямку є мови АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ та АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ (розд. 3 і розд. 4).

2. Розвиток структурних можливостей сприйняття знань та оперування ними шляхом ефективної реалізації процедури зіставлення із зразком, створення семантичної сітки у спеціальній асоціативній пам'яті і удосконалення апарату роботи з сітками. Ці можливості збільшують продуктивність системи за рахунок распаралелювання процесів обробки інформації. Важливим аспектом цього розвитку є засоби розпізнавання і побудови систем співставлення, здатних видавати (крім відповіді "так", "ні") деяку оцінку характеру подібності. В роботі показано можливості нової гіпертекстової технології для проведення аналітичних та символічних перетворень (розд. 5).

3. Удосконалення апаратних та мікропрограмних засобів реалізації ОС для підвищення рівня організації обчислювального процесу за рахунок нової гіпертекстової технології (розд. 4).

4. Розвиток апаратно-мікропрограмних методів і способів обробки інформації складної структури за рахунок нових архітектур машин, що дозволяють здійснити адаптацію до задачі і елементно-технологічної бази. Важливим фактором в цьому нап-

рямку є створення функціонально-спеціалізованих засобів обробки інформації (матричний і символічні процесори, процесори реляційної алгебри, процесори співставлення із зразком).

Шляхи та засоби підвищення рівня інтелектуалізації ОС, розроблені у дисертації, знайшли відбиття у гіпертекстовій системі ГІПСІ (розд.4).

У другому розділі "Методи та засоби обробки аналітичних виразів" проведено аналіз систем для розв'язування задач чисельно-аналітичними методами; розроблено принципи побудови мов високого рівня, орієнтованих на обробку аналітичних виразів; запропоновано концепцію побудови систем аналітичних перетворень, а також методи і засоби їх мікропрограмної реалізації. Намічено шляхи подальшого удосконалення систем аналітичних перетворень.

У 2.1. проведено аналіз сучасного стану систем аналітичних перетворень, дано визначення і сформульовано ключові проблеми в цій області, а також шляхи їх вирішення.

Аналітичні (формульні) перетворення (викладки) на ЕОМ - це машинні перетворення інформації для виконання конкретних дій над математичними виразами (формулами), результатом яких є звичайний математичний вираз (числовий результат розглядається як окремий випадок). До таких дій, зокрема, відносяться приведення подібних членів в елементарній алгебрі, символічне диференціювання та інтегрування функцій та ін.

Починаючи з 60-х років почалося створення спеціальних мов програмування та відповідних систем проведення аналітичних перетворень. Вхідна мова таких систем є розвинутою проблемно-орієнтованою мовою, яка включає алгоритмічну мову,

орієнтовану на обчислювальні задачі. В наш час функціонує ряд систем такого виду (ALTRAN, SAMAL, MACSYMA, REDUCE, SCRATCHPAD, SYMBAL, TRIGMAN, muMATH-79, SAC-1, MAPLE и др.), а також система АНАЛІТИК.

Розробку системи АНАЛІТИК було почато у 60-і роки під керівництвом В.М.Глушкова в ІК АН України в руслі робіт по створенню високоінтелектуальних малих ЕОМ, орієнтованих на розв'язування задач чисельно-аналітичними методами. В цьому комплексному дослідженні автором було розроблено, теоретично обгрунтовано та реалізовано систему аналітичних та символічних перетворень, опису якої присвячені наступні підрозділи.

У 2.2. сформульовано вимоги до мов аналітичних та символічних перетворень. Основні з них:

1. Близькість мови до термінології та лексики предметної області. Це дозволяє користувачеві писати програми, використовуючи спеціальні конструкції російської мови і термінологію тієї предметної області, в якій він працює.

2. Репрезентація виразу чи сукупності взаємопов'язаних виразів у вигляді багатоступеневої структури, в якій кожна змінна, яка входить до виразу, у свою чергу може іменувати вираз. Значенням виразу знов може бути вираз, а константа (число, рядок, логічне значення) розглядається як окремий випадок.

3. Розвинута система розпізнавання функціональних властивостей об'єктів мови шляхом співставлення зі зразком.

4. Широкий набір операцій для обробки виразів, що включає звичайні алгебраїчні операції, приведення до канонічних форм, символічне диференціювання та інтегрування, перетворення виразів за допомогою співвідношень.

5. Діалогова орієнтація мови. Істотна орієнтація мови на апаратну інтерпретацію дозволяє оснастити її засобами оперування з програмами та елементами програм, отримуючи доступ до всіх проміжних видів подання програми в процесі її виконання.

6. Введення до мови операторів, що реалізують функції операційної системи, що дозволяє працювати з системою у звичному мовному оточенні.

7. Відсутність у мові ряду формалізмів (зняття обмежень на довжину ідентифікаторів, діапазон чисел, розміри та розмірності структур даних). Тип даних визначається та змінюється в ході інтерпретації програм.

Наведені вимоги реалізовані у мовах сімейства АНАЛІТИК.

У 2.3. визначено концепцію розпізнавання властивостей об'єктів та їх перетворення. Основним для проведення аналітичних перетворень є принцип розвинутої системи розпізнавання функціональних властивостей об'єктів. Для реалізації цього принципу розроблено систему репрезентацій та маніпулювання знаннями у мові. Це, насамперед, подання співвідношень (продукцій) та механізми їх застосування. Застосування співвідношень базується на розпізнаванні формульних образів (співставлення зі зразком).

Під розпізнаванням формульних образів будемо розуміти перевірку належності досліджуваного виразу E множині виразів, які породжуються формою (зразком) F . Форма - це вираз, в якому деякі змінні об'являються параметрами. Підставляючи до форми F замість параметрів довільний вираз, одержуємо множину виразів, що породжені цією формою.

Будемо казати, що вираз E належить до множини виразів,

породжених формою F , з параметрами t_1, \dots, t_n або що вираз E подібний з формою F , якщо знайдуться такі вирази (образи) Q_1, \dots, Q_n , що після заміни кожного входження t_i до F на Q_i , форма F перетвориться на вираз E або на вираз, еквівалентний E .

Розпізнавання належності деякого виразу E до множини, породженої заданою формою F , зводиться до пошуку будь-якого розв'язку рівняння

$F(X_1, X_2, \dots, X_n) = E$, де X_1, X_2, \dots, X_n - змінні форми. Розв'язання такого рівняння не завжди алгоритмічно вирішувана задача, однак у дисертації для широкого класу виразів та форм при розгляданні подібності їх структур побудовані ефективно діючі розпізнавачі, які базуються на такому визначенні зрівняності форми і виразу.

Той факт, що форма F зіставлена (подібна) з виразом E , позначимо через $F \rightsquigarrow E$. Визначимо поняття подібності рекурсивно в залежності від виду синтаксичної структури форми.

1. Нехай F - вираз з головною операцією O_f та операндами F_1, \dots, F_n : $O_f(F_1, \dots, F_n)$, $n > 1$; O_f - некомутативна операція. Тоді $F \rightsquigarrow E$, якщо E має вигляд $O_e(E_1, \dots, E_n)$ і $O_f = O_e$, $F_1 \rightsquigarrow E_1, \dots, F_n \rightsquigarrow E_n$, тобто повинні співпадати головні операції форми та виразу, а відповідні операнди повинні бути зіставленими.

2. Нехай F як і раніше можна подати у вигляді $O_f(F_1, \dots, F_n)$, але O_f - комутативна операція, $n \geq 2$. Тоді $F \rightsquigarrow E$, якщо E має вигляд $O_e(E_1, \dots, E_m)$ і, крім того, виконуються наступні умови, що пов'язані з асоціативністю операцій O_f та O_e .

Позначимо множину індексів $\{1, 2, \dots, m\}$ через I .

Будь-якій її підмножині $I' = \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$ поставимо у відповідність вираз $0_e(E_{i_1}, \dots, E_{i_k})$, який символічно позначимо через $\varphi(I')$. Якщо $I = \emptyset$, де \emptyset - порожня множина, то покладемо, що

$$\varphi(I') = \begin{cases} 1, & \text{якщо } 0_{I'} = x, \\ 0, & \text{якщо } 0_{I'} = +. \end{cases}$$

Тоді повинні існувати такі множини I_1, \dots, I_n , що

$$I_j \in I (j=1, \dots, n), \quad I_k \cap I_1 = \emptyset \text{ при } k \neq 1.$$

$$\bigcup_{j=1}^n I_j = I \text{ та } F_j \rightsquigarrow \varphi(I_j) \text{ для } j=1, \dots, n.$$

3. Нехай F - змінна або число. Тоді $F \rightsquigarrow E$ при $F = E$.

4. Нехай F - параметр. Тоді $F \rightsquigarrow E$, де E - довільний вираз.

Для виконання зрівняності необхідно, щоб значення одних і тих же параметрів, одержані на різних етапах порівняння, також були зрівняні між собою (рівні з урахуванням комутативності) та задовільняли умовам, вказаним в опису форми.

Запропоновано для реалізації перегляду усіх варіантів співставлення комутативно-асоціативних операцій використовувати поняття розбиття, яке визначається слідуочим чином.

Будь-яке n -розрядне m -річне число $a = a_1 \dots a_n$ однозначно визначає розбиття: наявність у i -му розряді цифри 1 відповідає тому, що $i \in M_1$. Якщо задано деяке число a^j , що визначає j -е розбиття, то, додаючи до нього одиницю у m -річній системі числення, одержуємо таке число a^{j+1} , яке визна-

час $(j + 1)$ -е розбиття. Як перше число оберемо послідовність a_1, a_2, \dots, a_n таку, що $a_i = 1$, якщо $i < m-1$ і $a_i = m-1$, якщо $i = m-1$.

Якщо через N позначити множину номерів операндів співставленого елемента виразу, а через M - те ж саме для форми, то кожне розбиття N на M буде однозначно визначати співставлення операндів. При цьому, якщо M_i виявилось порожнім, то i -му операнду елемента форми ставиться у відповідність 0 або 1 в залежності від операції елемента додавання або множення. В цьому випадку кількість варіантів для співставлення операндів - M^N . Однак, враховуючи, що для операндів, які не являються параметрами, у відповідність може ставитися лише один операнд підвиразу, кількість варіантів, які переглядаються, зводиться до $1/2 K (2N-K+1) + P^{N-K}$, де P - кількість параметрів; K - кількість непараметрів ($P+K=N$).

Для реалізації співставлення зі зразком побудовано систему розпізнавання, яка складається з таких основних процедур: генерації підвиразів; механізму руху по формі та виразу; перевірки еквівалентності виразів; співставлення з урахуванням комутативності і асоціативності операцій додавання і множення; співставлення з урахуванням нейтральних елементів 0 і 1 для операцій додавання, множення, піднесення до степеня та ділення; механізму запам'ятовування відмов та зворотнього руху по формі і виразу; перевірки умов, що накладаються на образи параметрів.

Система розпізнавання використовується під час виконання широкого спектру дослідження виразів: розпізнавання з метою одержання образів параметрів для подальшого їх використання; перевірки еквівалентності виразів; дослідження функ-

ціональних властивостей виразів за складом операцій, а також за входженням типових підвиразів, що визначають належність до деякого класу.

На базі процедури розпізнавання побудовано основний засіб перетворення об'єктів - застосування систем співвідношень. Застосувати співвідношення $F_1 \rightsquigarrow F_2$ до E у загальному випадку означає: розпізнати, чи E вміщує вираз, подібний до F_1 , та замінити його на значення F_2 , обчислене з урахуванням одержаних в процесі розпізнавання образів параметрів. Розроблено ряд модифікацій застосування, що забезпечує широкий спектр можливостей перетворення об'єктів.

Проаналізовано та перелічено переваги даної системи перетворень порівняно до аналогічних засобів найпоширенішої у нашій країні мови аналітичних перетворень REDUCE: відсутність обмежень на вид зразка, зразок - довільний аналітичний вираз; відсутність обмежень на кількість параметрів у співвідношенні; можливість застосовувати співвідношення як до всього виразу, так і до його підвиразів; наявність особливих випадків порівняння, пов'язаних з нейтральними елементами 0 та 1; можливість відстежувати результат перетворення після кожного застосування співвідношення; наявність різноманітних стратегій застосування співвідношень, серед яких явне зазначення порядку їх застосування; наявність "нейтральних" значень логічних змінних (реалізація трьохзначної логіки), що дозволяє описувати обмеження параметрів для всієї системи співвідношень; можливість під час застосування співвідношення застосовувати обчислення, як зовнішні до співвідношення, так і внутрішні, що визначаються його правою частиною.

Система розпізнавання і застосування є основою інших

перетворюючих засобів мови, серед яких приведення виразів до канонічних форм; аналітичне інтегрування та диференціювання виразів.

У 2.4. розроблено теоретично обгрунтовані засоби та технологічні прийоми мікропрограмної реалізації системи аналітичних перетворень.

Розроблено внутрішню мову символного процесора, яка орієнтована на обробку сіткових структур даних. Основною його конструкцією є нескінченна стрічка з множиною посилань та вказівників на ній, що дозволяє моделювати сітку. При цьому пам'ять для користувача є віртуальною. Виконання операцій над сіткою включає перетворення її вузлів та зміну внутрішнього стану (зміну розташування вказівників та посилань). Для структурної підтримки аналітичних та символних перетворень розроблені спеціальні мікрооператори обробки дерев як внутрішнього подання виразів.

Розроблена система мікропрограмної реалізації аналітичних та символних перетворень реалізована в ЕОМ серії МІР.

Запропоновано напрямки подальшого удосконалення системи розпізнавання структур об'єктів, серед яких створення системи співвідношення з деякою шкалою степеню подібності; реалізації паралельного алгоритму співставлення; використання механізмів гіпертекстової технології для реалізації людинно-машинного визначення подібності.

У третьому розділі "АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ" г. оведено аналіз мов реляційних баз даних, викладено принципи розширення мови символних і аналітичних перетворень засобами обробки реляційних таблиць. Показано використання мови на прикладі

аналізу сіток Петрі. Запропоновано шляхи реалізації мови.

У 3.1. дано стислий огляд мов реляційних БД у відповідності до принципів їх побудови - на основі реляційної алгебри або реляційного зчислення.

Реляційні БД відрізняються своєю природністю у поданні даних і маніпулюванні ними, гнучкістю у перетворенні структур даних. Вони базуються на математичній теорії - реляційному зчисленні, що забезпечує коректність при проектуванні та веденні БД. Разом з цим більшість реляційних систем не має зручної спеціальної підтримки, орієнтованої на наукові БД.

На сьогодні для створення такої підтримки намітився ряд підходів: впровадження абстрактних типів даних до мов БД, з одного боку, і розширення мов програмування реляційною обробкою, з іншого. При цьому відбувається природне заглиблення програм на реляційній мові у програми на базовій мові. Перспективною є розробка мов, які об'єднують функції мов програмування та мов маніпулювання даними.

У 3.2. запропоновано підхід до створення мови символічних і аналітичних перетворень з можливостями репрезентації і обробки відношень. Підхід оснований на розширенні мови АНАЛІТИК засобами реляційної алгебри. Можливості адаптації АНАЛІТИКА до нових предметних областей, а також концепція масиву, що припускає елементи різних типів, змінюваність розмірності та неповний опис масиву робить розширення легким і природним. З цією метою до мови вводиться новий інформаційний об'єкт - множина та відповідні засоби його обробки. При цьому реляційна репрезентація даних - двомірні таблиці - розглядається як множина кортежів, а мова запитів, яка осно-

вана на реляційній алгебрі, природнім чином репрезентується у вигляді реляційного виразу - нового типу виразів розширеної мови.

Розроблена мова АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ дозволяє розглядати відношення як один з допустимих типів даних і використовувати реляційні функції у виразах основної програми, а також, що особливо важливо, використовувати у запитах до БД довільні вирази, які містять як реляційні змінні, так і змінні основної програми. Таким чином, АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ стає одночасно базовою мовою, мовою описів та мовою маніпулювання даними з розвинутим апаратом символічних і аналітичних перетворень, що суттєво підвищує комфортність та ефективність роботи користувача.

Для репрезентації відношень реляційних БД до мови вводяться спеціальні множини - відношення, які інтерпретуються як множини кортежів і задаються таким чином:

$M(A_1, A_2, \dots, A_n): \{ \langle \text{кортеж } 1 \rangle, \dots, \langle \text{кортеж } m \rangle \}$,
де M - ім'я відношення, а A_1, A_2, \dots, A_n - імена атрибутів.

Допускається неповний опис відношення $M(A_1, A_2, \dots, A_n)$, яке фактично є описом схеми відношення. Надалі це відношення може довізначатися, наповнюватися конкретними значеннями. Таке подання є семантичним довізначенням способів подання масиву в АНАЛІТИКУ.

Вводяться такі спеціальні ОПЕРАЦІЇ НАД ВІДНОШЕННЯМИ.

1. ВИБІР ($0, P$), де 0 - ім'я відношення, P - предикат. Операція вибору, або селекції призначена для побудови горизонтальної підмножини кортежів відношення 0 , вказанні атрибути якого задовільняють предикату P .

2. ПРОЕКТ ($0, A_1, \dots, A_n$), де 0 - ім'я відношення, $A_1,$

A_2, \dots, A_n - імена атрибутів. Допускається еквівалентний запис $0 (A_1, A_2, \dots, A_n)$. Операція проектування дає вертикальну підмножину відношення 0 , яка складається з атрибутів (стовбців) A_1, A_2, \dots, A_n . Суперпозиція функцій ЕЛЕМ, ВИБІР та ПРОЕКТ дозволяє ідентифікувати довільний елемент відношення, який може бути значенням змінної прикладної програми.

3. ПОЄД ($0_1, 0_2, P$), де 0_1 та 0_2 - імена відношень, P - предикат. Результатом операції буде множина кортежів t таких, що t є приєднанням фрагментів (конкатенація) кортежа t_1 , що належить 0_1 , і кортежа t_2 , що належить 0_2 , якщо виконується умова P . Найпростішим видом умови може бути умова $A \theta B$, де A - атрибут з 0_1 , B - атрибут з 0_2 , а θ - операції $=, \neq, <, >, \leq, \geq$.

4. ДІЛ ($0_1, 0_2$), де $0_1, 0_2$ - імена відношень. Ділення визначається як операція між бінарним (ділене) та унарним (дільник) відношеннями. Результат - унарне відношення (частка). Якщо 0_1 має атрибути x та y , а 0_2 - z , то частка складається з тих x компонентів дільника, де відповідні y компоненти діленого включають кожний компонент дільника.

5. ГРУП ($0, A$), де 0 - ім'я відношення, A - ім'я атрибута. Групування кортежів за значенням деякого атрибута розбиває множину всіх кортежів відношення 0 на групи з рівними значеннями атрибута A .

6. Вводяться стандартні функції $MAX (0, A)$, $MIN (0, A)$, $AVR (0, A)$ для визначення відповідно максимального, мінімального та середньоарифметичного значення по атрибуту A у відношенні 0 ; а також набір операцій над атрибутами, як над векторами - додавання, віднімання, множення на скаляр, ска-

лярний добуток та ін.

ОПЕРАЦІЇ ВИБІРКИ.

Вибірка або звертання до БД є **реляційний вираз**, побудований за допомогою відношень, введених операцій та функцій, а також всього набору наявних у АНАЛІТИКУ засобів у відповідності до синтаксису мови. Слід зауважити, що використання багатьох функцій АНАЛІТИКА (формування, підстановка, заміна та ін.), до визначених для реляційних виразів, дозволяє зробити операції вибірки більш гнучкими та лаконічними, а також відкриває нові можливості обробки елементів БД.

ОПЕРАЦІЇ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ виражаються за допомогою оператора присвоєння, відповідних теоретико-множинних операцій та спеціальних функцій: операція ВКЛЮЧЕННЯ кортежу K у відношення O виражається через операцію об'єднання $O = O \cup K$; операція ВИЛУЧЕННЯ аналогічно записується через операцію віднімання $O = O - K$; операція ПОНОВЛЕННЯ атрибуту K_1 у відношенні K можна виразити функцією заміни $O = \text{ЗАМ}(K, K_1, K_2)$, де K, K_1, K_2 - реляційні вирази.

Запропоновано два підходи до реалізації мови АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ. По-перше, безпосередня інтерпретація введених засобів як природної частини АНАЛІТИКА. Практично при такому підході необхідно реалізувати процесор реляційної алгебри. Другий шлях полягає у використанні конкретної СУБД реляційного типу, а для введених конструкцій мови АНАЛІТИК - створення відповідного препроцесору.

У 3.3. наведено приклади використання мови АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ для аналізу сіток Петрі при верифікації протоколів. В роботі запропоновано оригінальний підхід, оснований на освідомленні того, що машину Петрі (множину вхідних позицій

переходів, множину вихідних позицій переходів і маркіровку) можна задати у вигляді відношень реляційної БД. В цьому випадку аналіз СП зводиться до одержання деяких відомостей з БД за допомогою мови запитів.

В роботі виконано аналіз протокола на двох мовах - SQL та АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ. Показано простоту і лаконічність запитів на мові АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ.

У четвертому розділі "Методи та засоби обробки текстів і гіпертекстів" наведено основні поняття, визначено задачі та перспективи розвитку гіпертекстової технології; проведено аналіз існуючих гіпертекстових систем; сформовано принципи створення мови для обробки текстів і гіпертекстів; розглянуто основи побудови мовної гіпертекстової системи; запропоновано підхід до реалізації інтелектуальної обчислювальної системи, спрямованої на обробку об'єктів складної структури, серед яких математичні та символні вирази, реляційні таблиці, тексти та гіпертексти.

У 4.1. наведено основні поняття та аналіз існуючого стану в області гіпертекстової технології. Термін "гіпертекст" (ГТ) використовується як для позначення об'єкту дослідження, так і для технології досліджень. Як об'єкт ГТ є сітка, в якій зв'язки між вузлами - фрагментами ГТ - представляє сам користувач, найчастіше за семантичною близькістю фрагментів. Фрагментами можуть бути тексти, формули, графічна інформація, звуко- та відеозапис, тобто довільні модулі знань. В ГТ знято обмеження на структуру об'єктів та зв'язки між ними. Кожний модуль знань може бути поданим у своїй формі. Доступ до них здійснюється шляхом навігації в ГТ базі

знань (БЗ). ГТ відкритий для поповнення та зміни. Це спосіб подання заделегідь не структурованих, вільно нарощуваних знань. Користувач сам формує своє інформаційне середовище. Для цього ГТ технологія надає йому дружній інтерфейс.

Аналіз літературних джерел показав, що розвиток ГТ систем іде у двох напрямках: посилення семантичної обробки інформації у гіперсітці та інтеграції різнотипової інформації. Перший напрямок пов'язаний з інтелектуалізацією ГТ систем, з гібридними системами. Другий - вбачає розвиток систем гіпермедія (ГМ). За кордоном ГТ і ГМ - це звична, широко використовувана технологія в найрізноманітніших областях. Наша країна лише на початку шляху.

Подолання відставання в області створення та впровадження ГТ систем автор вбачає не стільки в аспекті вирішення чисто інженерних, технологічних задач, скільки в інтелектуалізації ГТ систем.

В даній роботі обрано шлях інтелектуалізації ГТ-технології, що полягає у створенні системи, яка інтегрує можливості ГТ-технології та МВР, орієнтованої на обробку складно організованих даних, в тому складі текстів і гіпертекстів.

У 4.2. подано підхід до побудови такої мови. Підхід базується на розширенні і переосвідомленні текстові підмножини мови АНАЛІТИК. Розширення виявилось природнім, оскільки вже у мові АНАЛІТИК-ТЕКСТ, а потім у АНАЛІТИК-74 та АНАЛІТИК-79 текстова інформація записується у вигляді набору текстових виразів з функціональними зв'язками на довільну глибину, тобто деяким видом ГТ. У розширеній мові АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ структура даних типу ТЕКСТ є органічною частиною мови, тісно переплітається з іншими типами даних і на неї поширю-

ються основні засоби обробки, визначені у мові для всіх типів об'єктів. Це дозволяє досліджувати текст за допомогою багатого арсеналу засобів мови. Здійснено розробку мови АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ.

Основним об'єктом мови є текстовий (рядковий) вираз. Текстові вирази допускають довільну глибину функціональних залежностей. Змінні у текстовому виразі можуть іменувати інші типи виразів мови (аналітичні, логічні) та оброблятися відповідними засобами мови АНАЛІТИК.

Таким чином, вираз на верхньому рівні є деяким ГТ (ієрархічною структурою), лінійні ділянки (рядки) якого поіменовано змінними та пов'язано до єдиної сітки ланцюжками функціональних залежностей. Зв'язки також можуть бути складними і будуватися з простих, що дозволяє описувати ієрархічні залежності між об'єктами. Введення операції для визначення множини зв'язків, існуючих між двома об'єктами дозволяє формувати всі можливі шляхи у ГТ;

Над текстовим виразом визначено операції формування обчислення (композиції текстів), членування (декомпозиції текстів). Результатом обчислення виразу у простішому випадку є текст, в загальному - знов вираз, тобто деякий ГТ. Формування та обчислення виразів дозволяють отримувати функціональні срізи ГТ. Широкий діапазон логічних виразів, співставлення зі зразком, застосування систем продукції і можливість звернення до процедур при перевірці умов, що накладаються на параметри зразка, забезпечують потужну систему фільтрації знань у гіпербазі.

З кожним фрагментом тексту - об'єктом (вузлом) ГТ можна пов'язувати кортеж реляційного відношення, атрибутами якого

є властивості об'єкта: анотація, ключові слова, особливі відмітки та ін. Ця інформація може оброблюватися засобами мови АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ.

Таким чином, АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ інтегрував засоби обробки аналітичних виразів, реляційних таблиць, текстів і гіпертекстів. Принципи його побудови являються розвитком принципів створення мов для аналітичних та символічних перетворень, які викладено у розділі 2. Інтеграція усіх модифікацій мови базується на уніфікованому поданні всіх розглянутих типів даних у вигляді ієрархічної структури, тобто деякого виду ГТ.

Завдяки своїй гіпертекстовій спрямованості мова має можливість природньої інтеграції до середовища ГТ, зокрема, до ГТ системи ГІПСІ.

В дисертації розглянуто лише принципи побудови АНАЛІТИКА-ГІПЕРТЕКСТОВОГО. Надалі для завершення мови має відбутися проробка таких питань, як вираз та версії вузлів; вираз та множинні зв'язки у вузлі; сумісне використання вузлів у виразі; колективний доступ до елементів мови та ін.

У 4.3. сформовано та реалізовано концепції побудови інтелектуальної гіпертекстової системи ГІПСІ. Це перша в Україні гіпертекстова система. Згідно до класифікації Конкліна ГІПСІ - система загального призначення, однак від систем цього класу вона відрізняється своєю інтелектуальною спрямованістю: підтримкою інтелектуального браузеринга, який реалізує фільтрацію знань, та підтримкою МВР АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ. У ГІПСІ реалізовано інтеграцію різних типів інформації - тексту, графіки, звуку. Основними областями застосування є: аналіз слабо структурованої текстової інформації; підтримка

авторської діяльності; підготовка різного виду документів; навчання; консультації; сфера управлінської діяльності.

ГІПСІ реалізує функції та процедури, що дозволяють:

1) змінювати структуру та зміст ГТ на будь-якій стадії роботи: створювати та вилучати фрагменти ГТ; встановлювати і ліквідувати зв'язки між ними; редагувати фрагменти, імпортувати та експортувати дані;

2) постачати фрагментам додаткову інформацію ("нотатки на берегах"); це, зокрема, ключові слова, і відбирати фрагменти у відповідності з цією інформацією;

3) створювати та обробляти віртуальні структури у ГТ, тобто: формувати за деякими критеріями користувача список фрагментів - контекст у ГТ; упорядковувати перегляд фрагментів ГТ у відповідності до контексту; формувати новий об'єкт за заданим контекстом.

Реалізація у ГІПСІ мови програмування АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ надає цій системі якісно нові можливості аналітичної обробки інформації. Процесор мови АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ можна розглядати як "змістовий" процесор для підтримки інтелектуальної обробки інформації самого широкого профілю.

У 4.4. розглянуто шляхи реалізації мови АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ. Опрацьовано два шляхи. Перший шлях полягає в інтеграції гіпертекстової системи з мовним процесором, тобто реалізації мовного процесора як частини ГТ-системи. Такий підхід було випробувано в рамках НДР "Дослідження та розробка процедур варіативного подання вузлів і лінгвістичного редагування розгортки гіпертексту", виконаної на замовлення ВНДІ ПВТІ м. Москви. З метою апаратної підтримки такої системи запропоновано гіпертекстову машину загального призна-

чення та мовний процесор з мікропрограмною реалізацією МВ:

Другий шлях, враховуючи тенденції розвитку архітектур сучасних ЕОМ, передбачає для ефективної реалізації мови АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ доцільним використовувати клас машин, названих авторами (Палагін О.В., Коваль В.М., Рабінович З.Л. та ін.) інтелектуальними розв'язуючими машинами (ІРМ). ІРМ інтегрує окремі аспекти інтелектуалізації в єдиній архітектурі. Основне призначення ІРМ - ефективна підтримка систем, основаних на знаннях.

У дисертації показано, що ІРМ може розглядатися як зручний і ефективний засіб для реалізації розглядуваної мовної ГТ системи ГІПСІ. Дійсно, характерні риси ІРМ охоплюють принципи побудови машин для мікропрограмної інтерпретації МВР, орієнтованих на обробку складно-структурованої інформації, і подають їх на новому витку комп'ютерних знань. Графова репрезентація інформації та засоби обробки графів, сполучення централізованого і децентралізованого управліннь - основа для роботи з ГТ. Графи дозволяють в явній формі представити природній паралелізм, властивий аналітичним та символічним перетворенням, особливо при розпізнаванні формульних образів та застосуванні систем продукцій. Високий рівень МВ ІРМ забезпечує ефективну інтерпретацію мови АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ.

Таким чином, мовна ГТ система, яка базується на ІРМ та втілила в собі розглянуті шляхи розвитку машинного інтелекту, природньо інтегрується в нові напрямки розвитку обчислювальної техніки, і її можна розглядати як один з варіантів інтелектуальної обчислювальної системи для обробки символічних об'єктів складної структури.

У п'ятому розділі "Застосування мовної гіпертекстової системи" розглядається ряд напрямків використання гіпертекстових систем для підтримки інтелектуальної діяльності людини.

Визначено гіпертекстові механізми, корисні при виконанні аналітичних та символічних перетворень; запропоновано концепцію використання мовної гіпертекстової системи для підтримки авторської діяльності, серед якої проведення аналітичних та символічних перетворень, написання текстів з фіксованою композицією; побудова гіпертекстових інформаційно-консультативних систем.

У 5.1. проаналізовано різні аспекти виконання аналітичних та символічних перетворень. Показано, що багато з них, завдяки властивій їм природі, доцільно виконувати з використанням гіпертекстової технології. Це, в першу чергу стосується таких напрямків:

- **заглиблення у предметну область.** Інтегроване подання інформації, можливість цілеспрямованого вибору шляху у гіпертексті дозволяє тому, хто навчається, легко і швидко переглядати велику кількість документів, вивчати механізми утворення асоціативних зв'язків, що допомагає процесу сприйняття та засвоєння матеріалу;

- **репрезентація виразів великого об'єму.** Одною з основних проблем при роботі з громіздкими виразами є їх погана обзримість, недостатня структуризація прийнятої форми репрезентації. Репрезентуючи вираз у вигляді ГТ, можна одержати не тільки зручну форму для виконання перетворень, але й спосіб візуалізації та перегляду виразів;

- **формування виразів.** Можливість оперувати іменами вузлів ГТ та будувати віртуальні структури - контексти, є хорошим базисом для побудови (формування) виразів. Редагування контекстів дозволяє здійснювати перетворення виразів (вставки, заміни, викреслювання);

- **перегляд виразів.** За допомогою візуалізації гіперсітки можна "бачити" вирази на певну глибину. Рух по зв'язкам дозволяє переглядати частини виразів, дописувати до них додаткову інформацію, робити "нотатки на берегах", тобто приписувати їм деякі характеристики, які використовуються при подальшому пошуку (фільтрації) підвиразів;

- **фільтрація виразів.** Як фільтруючий механізм можна використовувати процедуру, приєднану до вузла. Процедура може бути, зокрема, співставленням зі зразком, або системою продукцій. Зауважимо, що алгоритм застосування продукцій може використовувати механізми, властиві ГТ технології. Так, вибір обходу при генерації підвиразів - це контексти у ГТ. Обхід та бектрекінг - перехід посилаччим зв'язкам і запам'ятовування слідів шляху. Перегляд паралельних версій - це реалізація паралельного ГТ процесора.

У 5.2. запропоновано концепцію підтримки авторської діяльності на базі мовної гіпертекстової системи, що використовує композицію вузлів гіпертексту. Під композицією вузлів розуміється операція, за допомогою якої множина вузлів ГТ може об'єднуватися разом та оброблюватися як єдине ціле. Використовуючи композицію, ГТ системи забезпечують фундаментальну технологію для підтримки колективного авторства.

Для опису композиції в роботі використовується мова АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ. Модель композиції при цьому репре-

зентується як текстовий вираз (розд. 4), і обчислюється процесором мови.

У 5.3. описано технологію підтримки породження текстів фіксованої структури.

Ще у 13 с. здійснювалися численні спроби сформулювати принципи штучного породження зв'язних текстів. Починаючи з 1953 р. проводились роботи по генерації зв'язних текстів, залучаючи ЕОМ.

Найбільш дослідженою тематичною областю, яка допускає найбільше структурування текстів є множина ЧАРІВНИХ КАЗОК. Це пов'язано з тим, що лексика казок достатньо бідна, а конструкції мови є, як правило, усталеними штампами, які допускають формалізоване заповнення.

В роботі Гаазе-Рапопорта, Поспелова Д.А., Семенової Е.Т. "Порождение структур волшебных сказок" викладено формальні принципи, які дозволяють генерувати чарівну казку. Ці принципи базуються на структурі казки, описаної В.Я.Проппом.

Запропонований у дисертації підхід суттєво використовує структуру казки, однак для формування цієї структури та її наповнення реалізує не формальні методи, а людинно-машинну методологію, основу на ГТ технології.

Ідея підходу полягає в тому, що структура створюваного тексту задається композицією вузлів гіпертексту. Розроблено принципи побудови системи "АРМ казкаря". Система являє собою гіпертекстовий інструмент, що дозволяє зберігати, нарощувати та швидко переглядати заготовки автора, здійснювати їх фільтрацію у відповідності до основного задуму казкаря, описувати структуру або композицію казки, наповнювати її конкретним змістом, потім редагувати і одержувати суцільний текст нової

казки.

Людинно-машинний підхід до вирішення даної задачі дозволяє творцю, з одного боку, слідувати звичному творчому процесу - накопичувати текстові заготовки, відбирати їх, систематизувати, формувати сюжетну лінію. З іншого боку, запропонована технологія допускає автоматизацію тих елементів процесу написання, які набули стійких рис, перетворилися з творчих на рутинні. Наведені принципи універсальні і можуть бути використані при побудові інших літературних творів, наприклад, детективних сюжетів.

Сформульовано такі задачі стосовно проблеми подальшої автоматизації процесу написання казок.

1. Реальним бачиться автоматичний або людинно-машинний розбір казки згідно її структури, тобто перетворення лінійних текстів казок на гіпертекстове подання.

2. Природним та доцільним є введення метазмінних до фрагментів казок, що передусім стосується імен діючих осіб. Ряд ситуацій також можна подати формалізовано, наприклад, вчинки.

Казку-результат можна бачити як композицію вузлів ГТ, тобто композицію текстових фрагментів, або інших композицій більш низького рівня (фреймів вчинків, які можна репрезентувати як композицію). Для опису композиції доцільно використовувати мову АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ та відповідний процесор його підтримки.

3. Удосконалення апарату фільтрації фрагментів, тобто більш складні та точні способи задання умов семантичної характеристики об'єктів, наприклад, пошук фрагментів, які містять деякі типи вчинків. Цей напрямок бачиться у подальшому

розвитку апарату розпізнаючих засобів мови АНАЛІТИК-ГІПЕР-ТЕКСТОВИЙ, зокрема, співставлення зі зразком. Тут, можливо, доцільно сполучення з експертними системами.

4. Одним з цікавих та перспективних напрямків є написання гіперпрози, зокрема, гіперказок з використанням гіперсередовища казок. Створення гіперказок передбачає свого "гіперчитача", який був би співавтором творчого процесу, обираючи за власним розсудом один з можливих напрямків розвитку сюжетної лінії. Для підтримки такого руху передбачається використовувати інтелектуальний браузінг. Інтелектуальний браузінг - це спроба включити логіку переходів між вузлами, коли шлях чи фрагмент сюжетної лінії (в ГІПСІ - контекст) формується у динаміці в залежності від вводимих читачем даних-побажань. Для моделювання процесів інтелектуального браузінга може бути корисним апарат сіток Петрі. Реалізація машини Петрі у вигляді спецпроцесора стало б суттєвою підтримкою автоматизації написання гіперлітератури.

У 5.4. розроблено методологію побудови гіпертекстових інформаційно-консультативних систем (ГІКС).

Метою розробки є інформаційне забезпечення широких шарів користувачів на основі дружніх сучасних інформаційних технологій.

На відміну від класичної моделі ІПС, де інформація шукається у відповідності до пошукового образу, сформульованого користувачем, у ГІКС пошук інформації проходить шляхом навігації по ГТ-сітці з урахуванням інформаційних потреб користувача. Для реалізації такої моделі визначено такі вимоги до ГІКС: дружній інтерфейс, інтегроване подання інформації, доступ до інформації шляхом її перегляду по різноманітним

меню; забезпечення пошуку інформації за деякими "натяками" користувачей; аналіз та нарощування інформаційних потреб користувачів; одержання консультацій у вигляді твердої копії; можливість повернення по пройденому шляху у гіпертексті; підтримка розуміння предметної області.

Реалізація цих вимог підтримується в ГІПСІ такими механізмами: перегляд по зв'язкам; можливість інтеграції інформації різних типів, піктограмні меню, всі можливі способи "підкреслювання"; віртуальні структури (контексти), які дозволяють запам'ятовувати шляхи в ГТ і відповідають часто вживаним потребам користувачів; механізми фільтрації та "історії"; словник термінів даної предметної області, який також подано у вигляді гіпертексту.

Розроблену методологію використано при побудові ряду ГІКС в області науки, освіти, медицини, діловодства. Серед них:

"Пам'ятки Києва зруйновані в ХХ сторіччі";

"Пам'ятки Переяслав-Хмельницького";

"Ділові листи";

"Кадри";

"Закон про соціальний захист громадян, що постраждали від аварії на Чорнобильській ЧАЕС";

"Все про людину";

"Підручник англійської мови";

"HYPERGRID"

"Гіпермедія - синтез трьох стихій" та ін.

Для ефективної роботи в цьому напрямку необхідним є створення добре оснащеної технологічної лінії для виробництва ГІКС.

ВИСНОВКИ

Підсумком дисертаційної роботи є розробка теоретичних основ та інструментально-технологічних засобів обробки об'єктів складної структури в інтелектуальних обчислювальних системах.

У цьому напрямку здобуті такі конкретні наукові результати автора роботи, які виносяться на захист.

1. Проведено аналіз фундаментальних концепцій побудови ЕОМ з апаратно-мікропрограмною реалізацією МВР. Показано, що для ефективної реалізації МВР, орієнтованих на розв'язання дослідницьких задач людинно-машинними методами, ЕОМ повинні володіти високим машинним інтелектом, зокрема, розвинутим апаратом обробки символічних об'єктів складної структури. Запропоновано шляхи розвитку машинного інтелекту, направлені на інтелектуалізацію нових інформаційних технологій.

2. На основі аналізу методів і засобів роботи з символічною інформацією в різних предметних сферах визначено вимоги до мов, орієнтованих на обробку складно-організованих об'єктів.

Основними вимогами є:

- близькість до предметної області. Мови є відкритими для природнього доповнення набором термінів і процедур маніпулюванні даними у вибраній предметній сфері;

- багатоступенева репрезентація основного об'єкту - вразу або сукупності виразів;

- розвинута система розпізнавання функціональних властивостей об'єктів, що базується на принципах зіставлення зі

зразком;

- ефективні засоби обробки складно-структурованих символних об'єктів, які використовують застосування систем співвідношень;

- дружність до користувача (мови включають засоби діалогу і операційної системи, позбавлені необов'язкових семантичних та синтаксичних обмежень, широко використовують принципи замовчування та толерантності щодо помилок користувача).

Реалізація цих вимог забезпечує створення потужних мовних засобів, адекватних предметним областям, а також дружній інтерфейс користувача при його взаємодії з інтелектуальною обчислювальною системою на всіх етапах вирішення задачі. Перечислені вимоги лягли в основу побудови мов сімейства АНАЛІТИК.

3. Досліджено особливості машинного виконання аналітичних та символних перетворень, запропоновано і теоретично обгрунтовано засоби їх структурної реалізації. Серед них:

- алгоритм розпізнавання властивостей об'єктів складної структури, який використовує зіставлення зі зразком (зразком може виступати довільний вираз мови);

- апарат аналітичних і символних перетворень, що базується на застосуванні систем співвідношень і допускає сумісне використання співвідношень і процедур, що визначають стратегію їх використання;

- внутрішня мова символного процесора, орієнтована на обробку сіткових структур даних.

4. На основі розвинутих концептуальних положень побудови МЕР створено сімейство мов АНАЛІТИК, орієнтованих на ана-

літичні та символні перетворення. Розроблено теоретичний базис розширення цих мов засобами роботи з реляційними таблицями і гіпертекстом. На його основі створені мови АНАЛІТИК-РЕЛЯЦІЙНИЙ і АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ.

Запропоновано концепцію інтеграції всіх модифікацій мови АНАЛІТИК в єдиній мові АНАЛІТИК-Х на базі ієрархічної репрезентації символних об'єктів складної структури. Визначено шляхи реалізації інтегрованої мови.

5. Розроблено новий підхід до побудови інтелектуальних гіпертекстових систем, що полягає у підтримці МВР у вигляді символного процесора як складової частини гіпертекстової системи. Розроблено і реалізовано гіпертекстову систему ГІПСІ, яка підтримує мову АНАЛІТИК-ГІПЕРТЕКСТОВИЙ.

6. Розвинуто технологію застосування мовної гіпертекстової системи для підтримки таких видів інтелектуальної діяльності людини, як:

- виконання аналітичних та символних перетворень;
- авторської діяльності (вперше на базі гіпертекстової системи ГІПСІ побудовано АРМ казкаря та згенеровано нову казку);

- побудови інформаційно-консультативних гіпермедіа систем (створено більше ніж 10 таких систем);

7. Основні наукові результати реалізовано в таких практичних розробках:

- ЕОМ серії МІР, що мікропрограмно реалізують мови сімейства АНАЛІТИК;

- інструментальній гіпертекстовій системі ГІПСІ;

- ряді прикладних гіпермедіа систем, які знайшли застосування в різних галузях культури, освіти та бізнесу.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1. Гринченко Т. А., Стогний А. А. Машинный интеллект и новые информационные технологии. - Киев, -1993. - 165с.
2. Глушков В. М., Гринченко Т. А. и др. Программное обеспечение ЭВМ МИР-1 и МИР-2. - т.3, - Киев, -1976. -223с.
3. Ющенко Е. Л., Гринченко Т. А. Программирующая программа с входным адресным языком для машины УРАЛ-1. -Киев: Наук. думка, 1964: -107с.
4. Гринченко Т. А., Стогний А. А. В. М. Глушков и интеллектуализация ЭВМ. //Кибернетика и системный анализ. -1993. -N 3. -С 13-20.
5. Гринченко Т. А., Оленин М. В. Использование гипертекстовой технологии для написания текстов с фиксированной композицией (на примере сказок). //International Journal Information theories and applications. 1993, volume 1, number 1. P. 38-46.
6. Гринченко Т. А. Гипертекст - новая информационная технология// Кибернетика и системный анализ. -1992. -N5. -С. 116-135.
7. Гринченко Т. А. Использование гипертекста для проведения символьных и аналитических преобразований// Кибернетика и системный анализ. -1992. -N 1. -С. 155-161.
8. Grinchenco T., Olenin M. Hypertext support of author activity// Упр. системы и машины. -1992. -N 5/6. -С. 70-74.
9. Гринченко Т. А., Оленин М. В., Андрущенко А. Г. Композиция узлов гипертекста как инструмент поддержки авторской деятельности// Упр. , системы и машины. -1991. -N7.

-С. 132-137.

10. Гринченко Т.А., Оленин М.В., Седляр В.М. ГИПСИ - гипер-текстовая система// Новинтех. -1991. -№1. -С. 14-16.
11. Гринченко Т.А., Оленин М.В., Седляр В.М. Принципы построения документальной гипертекстовой системы // Проблемы информатики города. -Киев: Наук. думка, 1991. -С. 203-217.
12. Гринченко Т.А., Оленин М.В., Чемерис О.В. Реляционный подход к анализу сетей Петри при верификации протоколов //Базы данных и знаний в автоматизированных региональных системах. - Киев: Наук.думка, 1991. -С. 101-106.
13. Гринченко Т.А. Язык для обработки текстов и гипертекстов. Отчет Рабочей группы № 26 КНВВТ "Автоматизация информационного обеспечения систем. принятия решений" - 1990. -С. 326-338.
14. Стогний А.А., Гринченко Т.А., Оленин М.В. Язык символьных преобразований в аспекте гипертекста // Кибернетика. -1990. -№ 4. -С. 1-8.
15. Гринченко Т.А., Оленин М.В. Языковые аспекты гипертекста. //В кн. II Всесоюзная конференция "Искусственный интеллект-90" 21-24 октября 1990 года, Секционные и стендовые доклады, том 2, -Минск, - 1990. -С. 51-56.
16. Гринченко Т.А., Оленин М.В. АНАЛИТИК-РЕЛЯЦИОННЫЙ //Упр. системы и машины. -1989. -№2. -С. 83-87.
17. Гринченко Т.А., Оленин М.В., Чемерис О.В. Реляционный подход к анализу сетей Петри при верификации протоколов. //В сб. Проблемы и инструментарию интеграции информационных систем. том 1. - 1989. -С. 25-34.
18. Гринченко Т.А. Расширение языка АНАЛИТИК средствами реляционной алгебры. //Сб. Базы данных в автоматизированных

региональных системах. -1988. - С. 204-208.

19. Гринченко Т. А., Соловьев В. А. Развитие средств обработки текстов в языке АНАЛИТИК. //Сб. трудов Института кибернетики ГССР, -1988. -С. 43-49
20. Гринченко Т. А. Реализация преобразований над строками в системе АНАЛИТИК 79// Программное обеспечение и применение малых ЭВМ. -Киев, 1985. -С.19-24.
21. Глушков В. М., Боднарчук В. Г., Гринченко Т. А. и др. АНАЛИТИК (алгоритмический язык для описания вычислительных процессов с использованием аналитических преобразований)//Кибернетика. - 1981. -N 3. -С.102-143.
22. Гринченко Т. А., Царюк Н. П. Распознавание формульных образов в системе аналитических преобразований//Там же. -1979. -N 3. - С.100-102.
23. Глушков В. М., Гринченко Т. А., Дородницына А. А. и др. АНАЛИТИК-74// Кибернетика. -1978. -N 5. -С.114-147.
24. Гринченко Т. А. Диалоговый язык для обработки текстов //Упр. системы и машины. -1974. -N 1. -С.103-106.
25. Гринченко Т. А., Царюк Н. П. Выполнение аналитических преобразований на ЭВМ МИР-2//Кибернетика. -1973. -N 2. -С.59-65.
26. Гринченко Т. А., Царюк Н. П. Аналитическое дифференцирование на машине МИР-2// Математическое обеспечение ЦВМ. -1970. -Вып. 2. -С.25-34.
27. Гринченко Т. А. Принципы реализации аналитических преобразований на машине//Кибернетика. -1968. -N 1. -С.97-98.
28. Гринченко Т. А. Машинное представление и обработка аналитических выражений//Теория автоматов. -1968. -Вып. 2. -С.50-71.

29. Гринченко Т. А. Принципы построения и машинная реализация оператора ПРИМЕНИТЬ// Там же. -С. 72-93.
30. Глушков В. М., Гринченко Т. А., Дороднищина А. А. и др. АНАЛИТИК-79. - Киев, 1983. - 72 с. - (Препр./ АН УССР. Ин-т кибернетики; N 83-12).
31. Глушков В. М., Гринченко Т. А. и др. Алгоритмический язык АНАЛИТИК-74 (Информационная часть). - Препринт 77-27, ИК АН УССР, -Киев, -1977. - 48 с.
32. Глушков В. М., Гринченко Т. А. и др. Алгоритмический язык АНАЛИТИК-74 (Операторная часть). - Препринт 77-27, ИК АН УССР, -Киев, -1977. - 48 с.
33. Глушков В. М., Гринченко Т. А. и др. Алгоритмический язык МИР-74. - Препринт 77-58, ИК АН УССР, - Киев, -1977. - 48с.
34. Гринченко Т. А., Клименко В. П., Погребинский С. Б. Язык программирования ФОРТРАН-МИР. -Киев, 1977. -38с. - (Препр./ АН УССР. Ин-т кибернетики; N 77-55):
35. Bondarovskaya V., Grinchenko T., Poviakel N., Stogniy A. Information and Consultation System Hypermedia for Support of Security and State of the Health of Computer Users, Living under Specific Economic and Ecological Conditions. //Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association. Vol.2, 1994. P. 357-358.
36. Grinchenko T., Bondarovskaya V., Chemeris O., Shevchenko V. Hypertext Information and Consultation System 'Kiev Monuments Destroyed in the XX-th Century'. //HCI International'93, Orlando, Florida U.S.A. 8-13 August 1993. -P. 55.

37. Grinchenko T., Olenin M. Composition of hypertext nodes as men of supporting authorship //HCI International'93, Orlando, Florida U.S.A. 8-13 August 1993. -P.205.
38. Грінченко Т.О. та ін. Двомовна інформаційна система з понятійно-термінологічною підтримкою на основі гіпертекстової технології. //36. Проблеми українізації комп'ютерів (матеріали 2-ї міжнародної конференції, Львів, 29 вересня - 1 жовтня 1992р.), - Київ, -1992. -С. 39-42.
39. Гринченко Т.А., Дороднищина А.А., Драг А.М. и др. Особенности системы интерпретации языков программирования, ориентированных на аналитические преобразования// Тез. докл. Всесоюз. конф. "Методы трансляции".- Новосибирск, 1981. -С.154-156.
40. Глушков В.М., Гринченко Т.А., Клименко В.П. Перспективы развития входных языков серии МИР. //Сб. Теория и практика программирования на ЭВМ серии МИР. -Владивосток, -1977. -С.3-5

Гринченко Т. А. Методы и средства представления и обработки символической информации в интеллектуальных вычислительных системах.

Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.17 - теоретические основы информатики, Институт прикладной информатики, Киев, 1994.

Диссертационная работа содержит теоретические исследования и разработку интеллектуальных вычислительных систем для обработки символической информации. Разработаны проблемно-ориентированные символические языки программирования высокого уровня для решения научно-исследовательских и инженерных задач, а также предложены методы и средства их реализации. Разработана гипертекстовая система, поддерживающая символический язык программирования и обеспечивающая развитие средства для интеллектуальной деятельности человека. Теоретические результаты реализованы в семействе языков АНАЛИТИК, машинах серии МИР, инструментальной гипертекстовой системе ГИПСИ и ряде прикладных гипертекстовых систем для науки, образования и бизнеса.

Grinchenko T.A. Methods and tools for representation and processing of symbol information at intelligence computer systems.

The doctor's thesis on physics and mathematics in 05.13.17 - Theoretical foundation of informatics, Institute of applied informatics, Kiev, 1994.

The thesis contains theoretical research and development of intelligence computer systems for processing of symbol information. The problem-oriented programming symbol languages of high level to solve scientific and engineering problems are developed. The methods and tools of implementation of the languages in computer systems are proposed. Hypertext system with supporting of high level symbol programming language, which provides powerful means for intellectual human activity, have been researched and developed. The theoretical results have been formed the basis for design of ANALITIC languages family, computers MIR sequence, instrumental hypertext system HYPHY and a number of applied hypertext systems for science, education and business.

Ключові слова: мови програмування, репрезентація знань, символні перетворення, машинний інтелект, система продукцій, реляційні бази даних, гіпертекстова технологія.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата філософських наук у галузі філософії науки та техніки. Автор: [Ім'я автора].

Мета роботи: дослідити філософські основи науки та техніки, з'ясувати зв'язок між наукою та технікою, а також вплив філософії на розвиток науки та техніки.

Об'єкт дослідження: філософія науки та техніки.

Предмет дослідження: філософські основи науки та техніки.

Методи дослідження: аналітичний, історичний, порівняльний.

Наукова новизна роботи: розкрито філософські основи науки та техніки, з'ясувано зв'язок між наукою та технікою, а також вплив філософії на розвиток науки та техніки.

Практичне значення роботи: результати дослідження можуть бути використані для розуміння зв'язку між наукою та технікою, а також впливу філософії на розвиток науки та техніки.

Висновки: наука та техніка є взаємопов'язаними процесами, які впливають один на одного. Філософія має велике значення для розвитку науки та техніки.

The author's thesis is devoted to the philosophical foundations of science and technology. The main objective of the work is to study the philosophical foundations of science and technology, to clarify the connection between science and technology, and also the influence of philosophy on the development of science and technology.

The object of the study is the philosophy of science and technology. The subject of the study is the philosophical foundations of science and technology.

The methods of the study are analytical, historical, and comparative.

The scientific novelty of the work consists in the clarification of the philosophical foundations of science and technology, the clarification of the connection between science and technology, and also the influence of philosophy on the development of science and technology.

The practical significance of the work is that the results of the study can be used for the understanding of the connection between science and technology, and also the influence of philosophy on the development of science and technology.

Conclusions: science and technology are interconnected processes that influence each other. Philosophy has a great significance for the development of science and technology.

Підписано до друку: 23.09.94г. Формат 60x84/16.
 Об'єм 1,15 л-а. Зал. №4001. Тираж 100 примірників.

Державне комунальне поліграфічне підприємство "Тираж"
 м.Київ

AB 30.993

AB 30.993