

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

БУРБЕЛО СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 004.652.4

**ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ІЗ ЗМІННИМИ СТРУКТУРОЮ ТА ПАРАМЕТРАМИ**

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Вінниця – 2013

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Вінницькому національному технічному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Мокін Віталій Борисович,
Вінницький національний технічний університет,
завідувач кафедри комп'ютерного
еколого-економічного моніторингу
та інженерної графіки.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Жежнич Павло Іванович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
професор кафедри інформаційних систем та мереж

доктор технічних наук, професор
Хаїмзон Ігор Ізєвич,
Вінницький національний медичний університет,
завідувач кафедри біофізики, інформатики
та медапаратури.

Захист відбудеться 26 жовтня 2013 р. о 12⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.052.01 у Вінницькому національному технічному університеті за адресою: 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ауд. 210 ГНК.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Вінницького національного технічного університету за адресою: 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ГНК.

Автореферат розісланий 24 вересня 2013 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

С. М. Захарченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Автоматизована обробка даних (АОД) інформаційних систем є однією з важливих умов забезпечення ефективності технологічних процесів у різних предметних галузях.

Існує клас задач створення автоматизованих систем обробки часово-залежних даних, наприклад, параметрів технологічного процесу, енергозбутової звітності, системи управління навчальним процесом, медичного діагностування, екологічного моніторингу тощо. Для цих задач є характерними періодичні кардинальні зміни характеру технологічного процесу (зміна виду продукції, що виробляється; зміна тарифів на електроенергію та методики їх обчислення; зміна навчальних планів спеціальностей тощо). Такі зміни, по-перше, вимагають змін та швидкої адаптації структури автоматизованих систем обробки даних, а по-друге, ускладнюють систему звітності, якщо необхідно, наприклад, порівнювати результати поточного року з попереднім, у разі, якщо в поточному році мінялась структура та параметри інформаційної системи. Розв'язання таких задач складно піддається автоматизації. У той же час, тривала адаптація та впровадження систем АОД спричиняє як економічні, так і соціальні та інші збитки. Отже, є необхідним створення та розвиток технології обробки часово-залежних даних в інформаційних системах із змінними структурою та параметрами (ІСЗСП).

Особливу увагу, при цьому, слід приділяти розробці інформаційної технології (ІТ) як комплексу моделей, методів, алгоритмів, програмних засобів та технічних процесів, що реалізують ефективне виконання інформаційних процесів, забезпечуючи їх надійність, економічність і оперативність, а також оптимальний розподіл інформаційного ресурсу.

Використання баз даних (БД) в ІСЗСП забезпечує підвищення ефективності та достовірності процесів опрацювання інформаційних ресурсів за рахунок оптимізації структури даних та впровадження засобів автоматизації.

Специфіка інформаційних систем (ІС) полягає у властивій їм зміні структури та параметрів у часі, що відображається в БД зрізом інформації, який формується засобами автоматизації після надходження запиту користувача як суб'єкта організації людино-машинної взаємодії.

Питаннями розробки та впровадження інформаційних технологій, пов'язаних з автоматизованою обробкою часово-залежних даних у різних предметних галузях, займаються такі відомі вчені України та країн СНД як: Агальцов В. П., Алгулієв Р. М., Беніамінов Е. М., Гулієв Я. І., Дубовой В. М., Жежнич П. І., Злепко С. М., Кветний Р. Н., Кожем'яко В. П., Кулик А. Я., Мокін В. Б., Пасічник В. В., Петух А. М., Резніченко В. А., Хаїмзон І. І., Хомоненко А. Д., Шахгельдян К. Й., Штовба С. Д. та ін. Серед найвідоміших праць науковців далекого зарубіжжя слід відзначити праці таких вчених як: Ахо А. В., Буч Грейді, Готлоб Г., Джекобсон Айвар, Дейт К. Дж., Лодон Дж., Мейер Д., Райордан Ребекка М., Рамбо Джеймс, Стивенс Р., Танка Л., Ульман Дж. Д., Хопкрофт Д. Э., Чері С. та ін.

Проте, в існуючих роботах вітчизняних і зарубіжних вчених повною мірою не розв'язана задача забезпечення контролю та аналізу часово-залежних даних (ЧЗД) з урахуванням часової ретроспективи алгоритмів обробки даних за умови змінної структури та параметрів інформаційної системи, що пов'язана з аналізом показників у часі за умови зміни функціональних алгоритмів та відповідного програмного забезпечення. Розв'язання даної задачі можна здійснити шляхом розробки та впровадження новітньої інформаційної технології на основі комплексного підходу до автоматизації процесів обробки даних для визначеного класу ІСЗСП.

Розробка інформаційної технології дозволить оптимізувати трудомісткий процес опрацювання інформації шляхом використання узагальнених моделей даних і алгоритмів, що відображають зміну структури та вхідних параметрів. Таким чином, актуальною задачею є розробка методів, засобів та технології обробки ЧЗД в інформаційних системах з урахуванням змін структури та параметрів у них для різних предметних галузей: технічній, природничій, медичній, навчальній тощо.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Вибраний напрямок досліджень збігається з напрямком досліджень за такими науково-дослідними роботами Вінницького національного технічного університету (ВНТУ), де здобувач брав участь як виконавець:

- "Розробка та впровадження єдиної автоматизованої системи Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди України з отриманням результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів, їх накопичення, оброблення та аналізування" (№ державної реєстрації 0105U008854);

- "Розробка автоматизованої системи документообігу, моніторингу та управління навчальним процесом магістерської підготовки" (№ державної реєстрації 0109U004168).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційного дослідження є підвищення швидкості автоматизованої обробки даних інформаційних систем із змінними структурою та параметрами.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі дослідження:

– провести аналіз засобів та підходів, пов'язаних з автоматизованою обробкою даних в інформаційних системах із змінними структурою та параметрами;

– вдосконалити метод збереження часово-залежних даних в інформаційних системах із змінними структурою та параметрами;

– розробити метод автоматизованої швидкої обробки даних інформаційних систем із змінними структурою та параметрами;

– розробити метод формування інформаційної моделі підмножин даних для реляційних відношень предметної галузі та їх атрибутів на основі узагальненої моделі реляційної бази даних;

– розробити метод планування процесів в інформаційній системі з урахуванням часово-залежних даних;

– створити нову інформаційну технологію обробки даних інформаційних систем із змінними структурою та параметрами;

– впровадити і апробувати інформаційну технологію на практиці в інформаційних системах моніторингу та управління процесами у різних галузях.

Об'єкт дослідження – процес автоматизованої обробки даних інформаційних систем із змінними структурою та параметрами.

Предмет дослідження – моделі та методи автоматизованої обробки даних інформаційних систем із змінними структурою та параметрами із використанням часово-залежних даних.

Методи дослідження. У дослідженнях використовувались методи теорії реляційних БД для формалізації моделей та операцій над даними інформаційних систем із змінними структурою та параметрами; методи системного аналізу та математичного моделювання процесів автоматизованої обробки часово-залежних даних, методи об'єктно-орієнтованого програмування для розробки програмних складових інформаційної технології.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Вперше розроблено метод формування інформаційної моделі підмножин даних на основі узагальненої моделі реляційної бази даних, який, на відміну від існуючих, використовує запропонований спосіб екстрагування за критерієм розподілу екстрагентів, що дозволяє модифікувати структуру взаємозв'язків між відношеннями та зміст вибраних кортежів даних.

2. Вперше розроблено метод планування процесів в інформаційній системі з урахуванням часово-залежних даних, пріоритетів і функціональних обмежень на характеристики елементів системи, що дозволяє перепланувати графік виконання завдань в процесі його реалізації.

3. Удосконалено метод збереження часово-залежних даних у реляційних базах даних з фіксацією усіх змін параметрів, функцій та інтерфейсу і взаємозв'язків між даними та їх відношеннями, який відрізняється від існуючих більшим обсягом збереження параметрів

подій щодо усіх змін інформації і, в той же час, дозволяє скоротити обсяг часу, що необхідний для автоматизованої обробки та аналізу залежних від часу даних.

4. Вперше розроблено метод автоматизованої обробки даних інформаційних систем із змінними структурою та параметрами, який відрізняється від існуючих новими інформаційними моделями керування даними, що враховують зміну в часі параметрів і алгоритмічної структури, та дозволяє автоматизувати процес розвитку інформаційної системи в напрямку розширення функціональності і дає можливість підвищити швидкість обробки даних.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання запропонованої інформаційної технології для обробки даних інформаційних систем за умови зміни їх структури та параметрів, що забезпечує її застосування для широкого кола автоматизованих систем.

Найбільшу практичну цінність мають такі одержані результати:

1. Розроблено нову інформаційну технологію обробки даних як комплекс алгоритмів, баз даних та програмного забезпечення на основі розроблених моделей, методів та засобів.

2. Розроблено алгоритм, який формує та аналізує фазовий простір інформаційної системи при зміні структури та параметрів часово-залежних даних, що дозволив підвищити оперативність обробки даних.

3. Створено комплекс засобів, що здійснюють структурування опису реляційних відношень і процесів обробки, систематизують методики обробки, збереження та аналізу даних в інформаційних системах із змінними структурою і параметрами.

4. Розроблено програмні модулі реалізації інформаційної технології, що здійснюють збирання, пошук, оброблення і пересилання часово-залежних інформаційних ресурсів і дозволяють збільшити швидкість автоматизованої обробки даних інформаційних систем із змінними структурою та параметрами.

Працездатність та ефективність розроблених у дисертаційній роботі теоретичних і практичних результатів перевірена шляхом їх програмної реалізації та впровадження на підприємствах і установах, що підтверджується відповідними актами про впровадження:

1) при розв'язанні низки задач з організації якісного подання і зберігання інформації, автоматизованої обробки даних звітності енергозбутової та технічної дирекції (акт про впровадження результатів дисертаційної роботи від 14 жовтня 2011 року), що підтверджує впровадження інформаційної моделі автоматизованої обробки даних і аналізу характеристик інформаційної системи; методу екстрагування даних та, в цілому, інформаційної технології обробки характеристик динамічної системи опрацювання енергозбутової звітності;

2) при використанні в автоматизованій системі відділу інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції у Вінницькій області з отриманням результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів, їх накопичення, оброблення та аналізування (акт впровадження від 4 квітня 2013 р.), що підтверджує впровадження типової моделі зберігання динамічних даних екологічного моніторингу та екоінспекційного контролю, методу формування підмножин даних з використанням узагальненої моделі реляційної бази даних та методу автоматизованої обробки даних системи при формуванні звітності за заданий період, з урахуванням змін у структурі та параметрів цієї системи;

3) при використанні в організації навчального процесу Інституту магістратури, аспірантури та докторантури Вінницького національного технічного університету (акт впровадження від 18 жовтня 2011 р.), що підтверджує впровадження типової моделі зберігання даних динамічних систем із змінними структурою та параметрами; моделі оптимізації планування подій зміни стану динамічної системи; методу формування підмножин даних з використанням узагальненої моделі реляційної бази даних та, в цілому, інформаційної технології обробки даних моніторингу та управління навчальним процесом.

Розроблено нові інформаційні і програмні модулі автоматизованої системи моніторингу параметрів навчального процесу, які встановлюють взаємозв'язки між

елементами системи, систематизують методіку розробки нових структурних модулів, а головне, дозволяють чітко формалізувати та структурувати процес ведення часово-залежних даних з урахуванням особливостей і шляхів змін структури та параметрів цих даних у навчальному процесі вищого навчального закладу.

Перевірка ІТ на практиці довела, що в результаті її впровадження більше ніж у 6 разів підвищено швидкість обробки та аналізу даних у процесі підготовки та опрацювання звітної документації.

Дістала подальший розвиток методологія формування розкладу заліково-екзаменаційних сесій з урахуванням специфіки навчального процесу магістерської підготовки наукового напрямку у Вінницькому національному технічному університеті (ВНТУ), яка враховує індивідуалізацію навчального процесу, його орієнтацію на продовження навчання в аспірантурі відповідно до методології забезпечення неперервності підготовки наукових кадрів у ВНТУ, та вільний вибір блоків навчальних дисциплін магістрантами, що може бути використано в інших інститутах та університетах, а також в аспірантурі.

Розроблено методіку обробки даних, структуру бази даних, алгоритми та програмні модулі підсистеми обробки результатів виконання вимірювань стану забруднення води Єдиної автоматизованої системи Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди України («Автоматизована система управління «ЕкоІнспектор»).

Особистий внесок здобувача

У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, автору належать: інформаційна технологія автоматизованої обробки інформаційних систем із змінною структурою та параметрами [2, 5, 17, 23-25, 27, 28,]; метод оптимізації планування процесів [3-6, 13, 26, 32]; метод формування інформаційної моделі підмножин даних [5]; інформаційні моделі і методи автоматизації аналітичної обробки інформації [9, 11, 21, 31]; моделі зберігання даних і структура бази даних [16, 18, 22, 29, 30]; метод оцінювання якості програмного забезпечення інформаційних систем на основі варіантного аналізу [4, 8]; моделі побудови інтерфейсу користувача [1, 12, 15, 19].

Апробація результатів дисертації. Основні результати наукових досліджень доповідалися на 24 науково-технічних конференціях різного рівня, зокрема, на таких: ІХ Міжнародній Сибірській конференції «Международная IEEE Сибирская конференция по управлению и связи СибКон – 2011» (Томськ, Росія, 2011 р.); Х, ХІ Міжнародних конференціях "Контроль і управління в складних системах" (Вінниця, 2010, 2012 рр.); ІV, VI-VIII Міжнародних конференціях "Інтернет-Освіта-Наука" (Вінниця, 2004, 2008, 2010, 2012 рр.); Міжнародній науково-технічній Інтернет-конференції "Інформаційні технології та безпека інформаційно-комунікаційних систем" (Вінниця, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та засоби навчання» (м. Київ, 2011 р.); І Міжнародній науково-технічній конференції «Оптимальне керування електроустановками» (Вінниця, 2010 р., 2011 р.); І Міжнародній науковій конференції пам'яті професора Володимира Поджаренка «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС – 2011)» (Вінниця, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції "Електронні ресурси: створення, використання, доступ" (Вінниця, 2011 р.); І Міжнародній Інтернет-конференції «Проблеми та технології підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації в умовах інноваційного розвитку суспільства» (Вінниця, 2013 р.); Республіканській науково-практичній Інтернет-конференції "Електронні ресурси: створення, використання, доступ" (Вінниця, 2010 р.); ІV, V Міжнародних конференціях "Оптоелектронні інформаційні технології "Photonics-ODS" (Вінниця, 2008, 2010 рр.); XXXVII-XL Регіональних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (Вінниця, 2008, 2009, 2010, 2011 рр.); VI Міжнародній науковій конференції

ім. М. Кравчука (Київ, 1997); I Міжнародному молодіжному форумі «Електроніка і молодь в ХХІ столітті» (Харків, 1997); Міжнародному симпозиумі «Наука і підприємництво» (Львів, 1997).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження опубліковано в 50 наукових працях. Опубліковано 15 статей у наукових фахових виданнях, з них – 4 статті в електронному науковому фаховому журналі "Наукові праці Вінницького національного технічного університету" та 4 статті у науковому фаховому журналі "Вісник Вінницького політехнічного інституту", які входять до міжнародної наукометричної бази даних РІНЦ; 2 статті у виданнях із міжнародної наукометричної бази даних Scopus; 17 статей у збірниках матеріалів конференцій, Інтернет-конференцій та у журналах, 8 тез доповідей на наукових конференціях. Отримано 8 свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір. Перелік основних 32 публікацій наведено в авторефераті.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 274 найменування, 3 додатків. Загальний обсяг роботи становить 197 сторінок, з яких основний зміст викладено на 148 сторінках друкованого тексту (на 8 сторінках розміщено рисунки та таблиці, які повністю займають площу сторінки). Робота містить 49 рисунків і 8 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми досліджень, встановлено мету й задачі дисертаційної роботи, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, сформульовано наукову новизну та практичну цінність результатів досліджень, подано інформацію про апробацію та впровадження результатів роботи.

У **першому розділі** проведено критичний аналіз сучасного стану та напрямків розвитку ІТ, засобів, підходів та проблем, пов'язаних з автоматизованою обробкою даних в інформаційних системах технічного, екологічного, медичного та навчального спрямування. У розділі наведено основні характеристики сучасних ІС, проведена їх класифікація та визначено місце досліджуваних у даній роботі систем.

Приділено увагу особливостям та проблемам обробки даних у технічних, природничих, медичних і навчальних ІСЗСП, які здійснюють аналіз та опрацювання великих масивів інформації та часто зазнають структурних змін, що потребує активного використання засобів автоматизації їх обробки та застосування новітніх ІТ організації БД. Встановлено, що існуючі засоби ІТ не дозволяють забезпечити відповідний рівень автоматизації обробки ЧЗД. Доведена необхідність розробки інформаційних моделей та методів обробки даних ІСЗСП.

Проведено аналіз інформаційних моделей існуючих систем побудови ІС та розробки структури даних і виявлено можливість застосування логіко-математичного апарату для формалізації, дослідження і встановлення взаємозв'язків об'єктів та параметрів ІС, оскільки він забезпечує комплексний опис функцій агрегації і розширення опису моделей на низку задач з використанням функціональних параметрів та вкладених SQL-запитів.

Виконано дослідження специфіки організаційних форм і функціонування ІС моніторингу, планування та управління навчальним процесом, який показав, що ці системи оперують ЧЗД та мають змінну структуру і параметри, що потребує розробки нових моделей та методів аналізу й опрацювання даних, які формуються з урахуванням ретроспективи змін не тільки параметрів, а й структури. Проведений аналіз моделей даних дозволив формалізувати підходи до розробки ІСЗСП. На основі проведеного огляду та аналізу засобів сучасних інформаційних технологій сформульовані задачі дослідження.

У **другому розділі** дисертаційної роботи, відповідно до поставлених задач дослідження, розроблено нові моделі та методи автоматизованої обробки залежних від часу даних. Запропоновано інформаційну модель множини даних (рис. 1), яка ілюструє реляційні відношення ІСЗСП. Блок 1 відображає зміст реляційних відношень та взаємозв'язки між ними для збереження інформації про предметну область інформаційної системи з

урахуванням ЧЗД та алгоритмів, що закладені в функціях програмного забезпечення (ПЗ). Блок 2 містить метадані усього набору даних верхнього блоку, які дозволяють створювати інформаційну систему та керувати її даними.

Формалізований опис процесу обробки параметрів ІС подано структурно-функціональною моделлю на рис. 2.

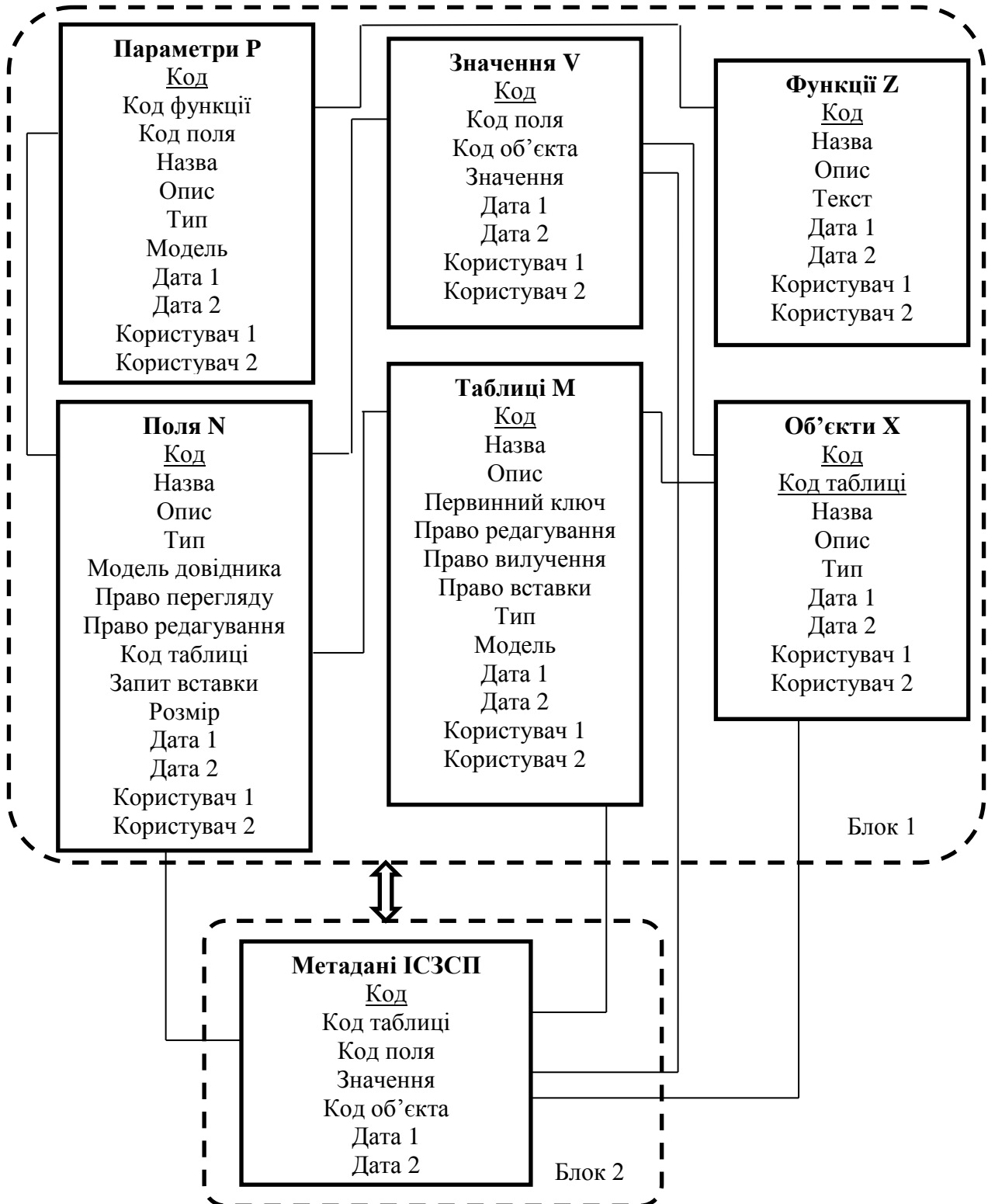


Рисунок 1 – Інформаційна модель множини даних

Загальна модель стану ІС описується множиною функцій графічного інтерфейсу I та множиною розрахунково-аналітичних функцій R . Стан ІС подається у вигляді кортежу: $S = \langle G, P, X, V, F, Z, R \rangle$, який містить реляційні відношення такої інформації: G – групи об'єктів; P – параметри; X – об'єкти; V – значення параметрів; F – функції; Z – змінні; R – взаємозв'язки. Перехід системи з одного стану в інший $S_1 \rightarrow S_2$ характеризується можливою зміною кожної складової кортежу:

$$S_1 = \langle G_1, P_1, X_1, V_1, F_1, Z_1, R_1 \rangle \rightarrow S_2 = \langle G_2, P_2, X_2, V_2, F_2, Z_2, R_2 \rangle. \quad (1)$$

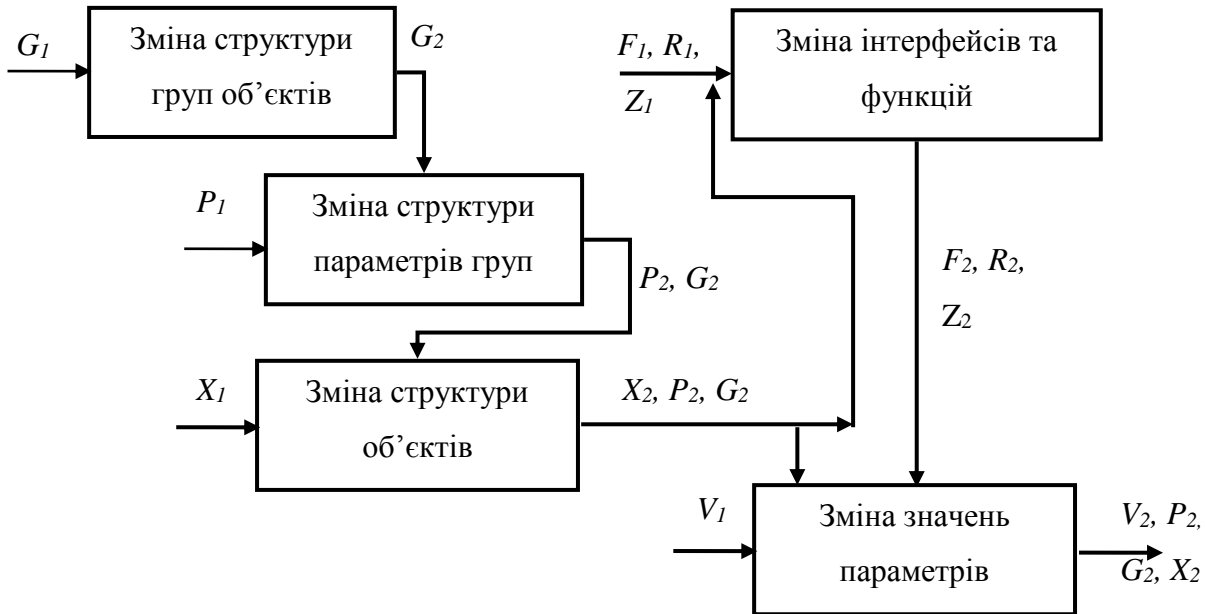


Рисунок 2 – Інформаційна модель обробки параметрів

Формалізація основних операцій з кортежами ІС: $arc(V, (V_i = q_i, i = \overline{1, p}))$ – додавання нового кортежу в реляційне відношення V із значеннями параметрів q_i ; $drc(V, h(V))$ – вилучення кортежів за умовою $h(V)$; $crc(V, (V_i = q_i, i = \overline{1, p}), h(V))$ – зміна значень атрибутів V_i на q_i у кортежах відношення V , відбір яких задовольняє умову $h(V)$; $art(V, t, (V_i = q_i, i = \overline{1, p})) = arc(V, (V_n = t, V_k = 0, V_i = q_i, i = \overline{1, p}))$ – функція додавання нового значення з реєстрацією часу в атрибуті початкової дати V_n та присвоєння нульового значення атрибуту кінцевої дати V_k ; $drt(V, h(V)) = crc(V, (V_k = t), (h(V)))$ – функція вилучення, що реалізує зміну значення атрибуту кінцевої дати V_k , яка ілюструє час припинення функціонування кортежу за умовою $h(V)$.

Функція опису процесу створення нового кортежу базується на описаних вище функціях crc та arc :

$$crt(V, t, (V_i = q_i, i = \overline{1, p}), h(V)) = \begin{cases} crc(V, (V_k = t), (h(V))); \\ arc(V, (V_n = t, V_k = 0, V_i = q_i, i = \overline{1, p})). \end{cases} \quad (2)$$

Об'єднання об'єктів інформаційної сутності подається у вигляді:

$$ox = \begin{cases} crt(V, t, (V_i = q_i, i = \overline{1, p}), (h(V))); \\ drt(V, t, V_k = v_{k2}). \end{cases} \quad (3)$$

Створення двох об'єктів на основі одного здійснюється з використанням зміни значень атрибутів кортежів та функцій додавання нових кортежів у реляційні відношення:

$$px = \begin{cases} crt(V, t, (V_i = q_i, i = \overline{1, p}), (h(V))); \\ art(V, t, (V_i = q_i, i = \overline{1, p})). \end{cases} \quad (4)$$

Модифікація значення j -го параметра i -го об'єкта x_i реалізує введення нового значення w_{ij} в момент часу t :

$$CH' \|i, j, w_{ij}, t\| = \begin{cases} v \|j, i, t\| = V((V_k \text{ in } (\{A \|t\|(X_{id} = i)[V_{id}]\})) \wedge (P_{id} = j)); \\ crc(v, (v_z = w_{ij})), \end{cases} \quad (5)$$

де $v \|j, i, t\|$ – вибірка значень j -го параметра i -го об'єкта для зміни його значення; $crc(v, (v_z = w_{ij}))$ – присвоєння нового значення w_{ij} атрибуту v_z , отриманого на попередньому етапі вибірки даних; $A \text{ in } B$ – оператор порівняння, який визначає елементи множини A , інкапсульовані множиною B .

Модель розширених можливостей модифікації значень параметрів об'єктів передбачає збереження ретроспективи:

$$CH'' \|i, j, w_{ij}, t\| = \begin{cases} v \|j, i, t\| = V((V_k \text{ in } (\{A \|t\|(X_{id} = i)[V_{id}]\})) \wedge (P_{id} = j)); \\ crc(v, (v_k = t)); \\ arc(V, r, (V_p = j; V_x = i; V_n = t; V_k = 0; V_z = w_{ij})), \end{cases} \quad (6)$$

де $crc(v, (v_k = t))$ – функція зміни значень атрибуту множини v ; $arc(V, r, (V_p = j; V_x = i; V_n = t; V_k = 0; V_z = w_{ij}))$ – функція додавання нових значень у множину V для запису зміни параметрів.

Інформаційні моделі (1)-(6) складають основу методу збереження ЧЗД, який дозволяє зберегти параметри подій щодо всіх змін інформації. Використання інформаційної моделі надає можливість прискорити процес автоматизованої обробки та аналізу ЧЗД для їх подальшого збереження. Для будь-якого елемента структури БД, наприклад для відношення взаємозв'язку параметрів R , запишемо у загальному вигляді функцію $\lambda(R, t)$ відбору ретроспективних значень RT на момент часу t , враховуючи атрибути дати внесення R_n і дати вилучення R_k інформації про взаємозв'язки параметрів:

$$RT = \lambda(R, t) = R(R_n = \theta_{max}), \theta_{max} = R((R_n < t) \wedge ((R_k = 0) \vee (R_k > t)))[x(R_n)], \quad (7)$$

де θ_{max} – дата реєстрації актуальної події для відтворення об'єктів та їх параметрів при визначенні ретроспективи з використанням функції визначення максимального значення $x(R_n)$ атрибуту R_n .

Проведемо відбір взаємопов'язаних параметрів RP j -го об'єкта за виразом:

$$RP \|j\| = R(R_1 = j)[R_2] \cup R(R_2 = j)[R_1] \rightarrow \|RP_1\| \quad (8)$$

або з урахуванням часу

$$\lambda(RP \|j\|, t) = \{\lambda(R, t)\}(R_1 = j)[R_2] \cup \{\lambda(R, t)\}(R_2 = j)[R_1] \rightarrow \|RPT_1\|. \quad (9)$$

Сформуємо підсистеми фазового простору. Перша з них $A \|t\|$ відображає значення параметрів усіх елементів фазового простору. Її інформаційна модель може бути записана у вигляді:

$$A \|t\| = \{\lambda(P, t)\}\langle P_{id} = V_p \rangle \{\lambda(V, t)\}\langle X_{id} = V_x \rangle \{\lambda(X, t)\}\langle P_g = X_g \rangle. \quad (10)$$

Друга підсистема $B \|t\|$ містить змінні параметри функцій за такою інформаційною моделлю:

$$B\|t\| = \{\lambda(P, t)\} \langle P_{id} = Z_p \rangle \{\lambda(Z, t)\} \langle Z_f = F_{id} \rangle \{\lambda(F, t)\}. \quad (11)$$

Загальна інформаційна модель системи формується на основі (13), (14):

$$C\|t\| = \{B\|t\|\} \langle\langle B_{id} = A_{id} \rangle\rangle \{A\|t\|\}, \quad (12)$$

де атрибути A_{id}, B_{id} – атрибути ключового поля параметрів для кожної із трьох підмножин.

Отже, запропонована модель є узагальненою моделлю даних для автоматизованої обробки даних інформаційної системи із змінними параметрами та змінною структурою.

Для реалізації архітектури автоматизованої обробки даних (АОД) подано інформаційні моделі функції створення та вилучення об'єктів ІС, що використовують основи логіко-математичного апарату, забезпечуючи системний підхід у розробці ІТ у вигляді функцій зміни структури ІСЗСП.

Перелік таблиць БД із параметрами, визначеними відповідно до певної прикладної області, подано в реляційному відношенні M : $M = \{M_1, \dots, M_7\}$. Атрибути цього відношення є код M_1 , назва M_2 , опис таблиці M_3 , назва первинного ключа M_4 та текстові умови надання права на редагування M_5 , вилучення M_6 і вставку M_7 в таблиці.

Запит до БД, з урахуванням умови w для отримання масиву інформаційних даних, формується на основі SQL:

$$\begin{aligned} \tau(k, w) &= SQL(select * from \{\theta(k)\} where \{w\}) \\ &\text{або } \tau(k, w) = \{\theta(k)\}(\{w\}), \end{aligned} \quad (13)$$

де $\theta(k) = M(M_1 = k)[M_2]$ – функція отримання назви таблиці з кодом k .

Посторінкове відображення даних здійснюється на основі аналізу кількості записів $\sigma(k, w)$, які задовольняють умові w :

$$\begin{aligned} C(k, w) &= SQL(select count(*) from \{\theta(k)\} where \{w\}) \\ &\text{або } \sigma(k, w) = t(\{\tau(k, w)\}). \end{aligned} \quad (14)$$

Опис атрибутів реляційних відношень задається множиною:

$$N = \{N_1, \dots, N_8\}.$$

Атрибути цього відношення є код N_1 , назва N_2 , опис атрибуту N_3 , SQL-запит для використання довідника N_4 , параметри перегляду N_5 і редагування N_6 атрибуту, код таблиці N_7 для взаємозв'язку з відношенням M , SQL-запит для введення нового значення до атрибуту N_8 .

Таким чином, можна сформулювати перелік атрибутів для перегляду, що задаються умовою $N_5 = I$: $\varphi_1(k) = N((N_5 = I) \wedge (N_7 = k))$. Заголовки таблиць для перегляду формуються з виразу: $h_1(k) = \{\varphi_1(k)\}[\{w\}N_3]$. Інформаційні дані таблиці перегляду отримуються з виразу: $d_v(k, w) = \{\tau(k, w)\}[\{\varphi_1(k)\}N_2]$. Атрибути для редагування визначаються аналогічно за умовою $N_6 = I$.

Для заповнення полів таблиці може використовуватися довідник. Для зберігання запиту вибору поля з довідника зручним є застосування атрибуту N_4 , що містить текст запиту, в якому перше поле – код значення, а друге – назва значення з довідника:

$$d'_v(k, w)[N_2] = \begin{cases} d_v(k, w)[N_2] & | \text{Isset}(N_4) = \text{False}; \\ SQL(N[N_4][W_2][W_1] = d_v(k, w)[N_2]) & | \text{Isset}(N_4) = \text{True}, \end{cases} \quad (15)$$

де $\text{Isset}(N_4)$ – функція перевірки наповненості поля запиту для відповідного атрибуту з назвою N_2 ; W_1, W_2 – атрибути коду та назви значення з довідника, який можна застосовувати при необхідності редагування запису атрибутів.

Для запису даних у таблицю використовується параметризована модель

$SQL(EVAL(N[N_8]))$. Запропонована форма SQL-запиту орієнтована на використання параметрів системи та значень атрибутів з урахуванням даних:

$$g'_e(k, m)[N_2] = \begin{cases} g_e(k, m)[N_2] & | \text{Isset}(N_8) = \text{False}; \\ SQL(EVAL(N[N_8]))[I] & | \text{Isset}(N_8) = \text{True}, \end{cases}$$

де $g_e(k, m)[N_2]$ – значення атрибуту, що внесене користувачем для m -го запису таблиці даних.

Для внесення даних в таблицю генерується запит SQL за єдиною методологією для усіх таблиць даних із змінною структурою та параметрами:

$$i(k, w) = SQL(\text{insert into } \{\theta(k)\} (\{\{\varphi_e(k)\}[N_2]\}) \text{ values } \{g'_e(k, m)\})$$

або $i(k, w) = arc(\{\theta(k)\}, \{\{\varphi_e(k)\}[N_2]\}, \{g'_e(k, m)\})$.

Для редагування інформації в таблиці генерується запит на проведення зміни запису:

$$u(k, w) = SQL\left(\begin{array}{l} \text{update } \{\theta(k)\} \text{ set } \{\{\varphi_e(k)\}[N_2]\} = \{g'_e(k, m)\} \\ \text{where } k = M(M_1 = k)[M_4] \end{array}\right)$$

$$u(k, w) = crc(\{\theta(k)\}, \{\{\varphi_e(k)\}[N_2]\}, \{g'_e(k, m)\}, \text{set} = k = M(M_1 = k)[M_4]).$$

Такий підхід до організації побудови ІС дозволяє створити ІТ для роботи із змінною структурою та параметрами інформаційних систем.

Для автоматизованого поділу інформаційної бази даних у дисертаційному дослідженні розроблено метод формування інформаційної моделі підмножин даних (ФІМПД) бази даних, оснований на використанні екстрагентів. Екстрагент – це набір елементів параметрів умови пошуку. На основі аналізу структури з використанням екстрагента формується модель підмножини даних, яка є базовим ресурсом для використання у складі компонента генерації структури. Це дозволяє виділити чутливу до екстрагента частину структури БД, що характеризується реляційними відношеннями опису таблиць та їх полів, які вміщують пошукові слова екстрагента. Запропонований метод формує та виконує запит на створення нової структури даних за рахунок введення екстрагенту до компонента аналізу структури. Схему процесу ФІМПД подано на рис. 3.

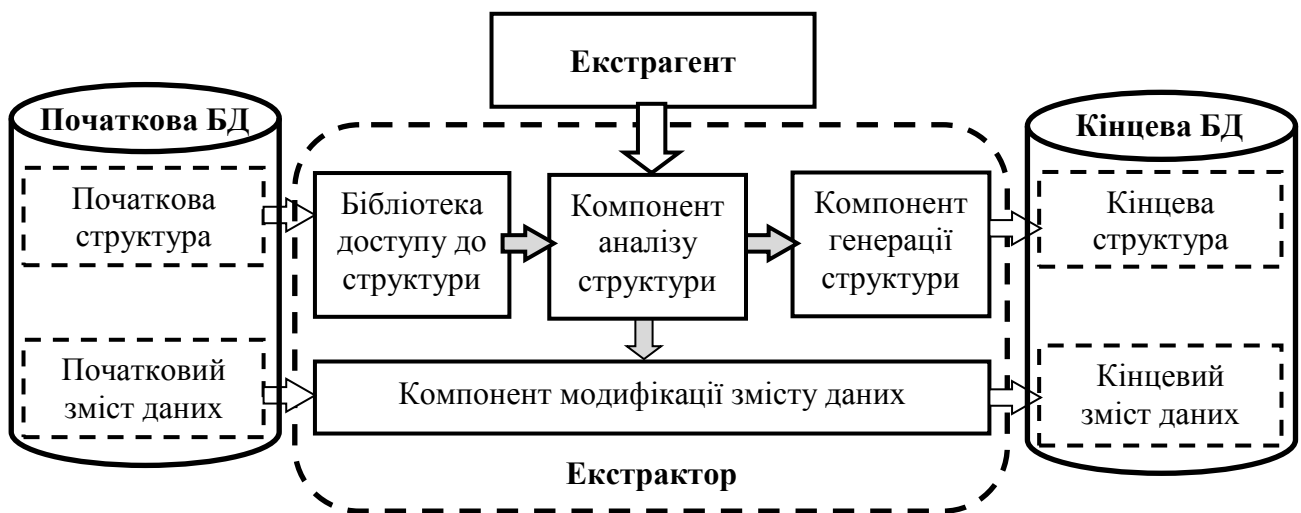


Рисунок 3 – Загальна схема ФІМПД

Запропонована ІТ орієнтована на використання методу ФІМПД бази даних за такими етапами: відбір множини відношень і атрибутів БД в ієрархічне дворівневе дерево структури БД; введення набору екстрагентів користувачем; пошук оптимальних екстрагентів і доповнення набору екстрагентів; пошук потенціальних екстрагентів для кожного інформаційного елемента шляхом відбору множини відношень і атрибутів для розрахунку

коефіцієнта розподілу для кожного з екстрагентів; вибір множини потенціальних екстрагентів; вибір екстрагентів з множини інформаційних елементів; розрахунок критерію розподілу екстрагентів.

Для підвищення ефективності методу пропонується набір додаткових екстрагентів, які мають високу міру впливу на процес вибору даних, що дозволяє зменшити витрати часу на пошук необхідної інформації та формування інформаційної моделі підмножини даних, а також використовувати граничні коефіцієнти межі екстрагування. Наступні етапи реалізують підтримку процесу прийняття рішень користувача щодо залучення обраних інформаційних елементів: додавання можливості вибору відношень, які містять шукані атрибути; вилучення відношень із сформованого масиву за рішенням користувача на основі системи автоматичних підказок; автоматизована побудова орієнтованого графу відношень з урахуванням множини взаємозв'язків між відношеннями; додавання користувачеві можливості вибору відношень, які перебувають на шляху орієнтованого графа між вибраними відношеннями та поряд з основними відношеннями; додавання користувачеві можливості об'єднання відношень з подальшим визначенням ключових атрибутів; масовий вибір атрибутів з обраних відношень; забезпечення можливості перенесення атрибутів з одних відношень в інші. На кожному з етапів визначається критерій розподілу екстрагентів, проводиться аналіз оптимальності вибору на основі комплексного критерію розподілу екстрагентів.

У роботі розроблені інформаційні моделі та метод планування процесів, які дозволяють оптимізувати графік процесів на основі пріоритетів. Основними елементами бази даних інформаційної системи, що виконує планування, є інформаційні таблиці з характеристиками елементів планування, як-от: об'єкти O , суб'єкти S , ресурси R і процеси P .

Побудовано інформаційні моделі задачі планування процесів. Інформація про суб'єкти планування містить код S_1 , назву S_2 , опис S_3 та пріоритет суб'єкта S_4 : $S = \{S_1, S_2, S_3, S_4\}$. Пріоритет суб'єкта S_4 пропонується визначати в межах від 0 до 1, залежно від рівня кваліфікації суб'єкта щодо виконання графіку планування. Інформацію про об'єкти, ресурси та процеси планування містять реляційні відношення O, R, P з атрибутами кодів O_1, R_1, P_1 та назв O_2, R_2, P_2 відповідно: $O = \{O_1, O_2\}$, $R = \{R_1, R_2\}$, $P = \{P_1, P_2\}$.

У певній проблемній галузі досліджувана задача планування процесів може мати таку інтерпретацію: при плануванні навчального процесу, суб'єкт – це викладач, об'єкт – група студентів, ресурс – аудиторія, процес – викладання дисциплін; в екологічній сфері, наприклад, при плануванні процесу осушування боліт: суб'єкт – працівник, об'єкт – насос, ресурс – болото, процес – викачування води чи інші меліоративні заходи; при плануванні технічного чи технологічного процесу, наприклад, у галузі електроенергетики: суб'єкт – інспектор енергозбуту, об'єкт – споживач електроенергії, ресурс – транспорт; процес – інспектування виконання вимог енергоспоживання; у медичній сфері, наприклад: об'єкт – лікар, суб'єкт – пацієнт, ресурс – обладнання або медикаменти, процес – плановий огляд та лікування пацієнтів тощо.

Інформація про графіки планування описується атрибутами коду G_1 , назви G_2 , дати початку G_3 та завершення процесу G_4 : $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4\}$. На основі даних про заплановані обсяги навантаження чи робіт у процесі побудови графіку вносяться дані у реляційне відношення завдання графіку, що поєднує код завдання Z_1 , коди суб'єкта $Z_2 \in S[S_1]$, об'єкта $Z_3 \in O[O_1]$, процесу $Z_4 \in P[P_1]$, графіку $Z_5 \in G[G_1]$ із загальною запланованою витратою часу на виконання завдання Z_6 : $Z = \{Z_1, \dots, Z_6\}$. Дані, що містяться в Z , є інформаційним джерелом для планування процесів. Пріоритет використання умов суб'єктів U_5 зберігається

в реляційному відношенні $U = \{U_1, \dots, U_5\}$, де U_1 – код умови, $U_2 \in S[S_1]$ – код суб'єкта, $U_3 \in G[G_1]$ – код графіка, U_4 – логічний вираз умови. Даний пріоритет використання умови визначається суб'єктом у межах від 0 до 1. Результатом планування є заповнення реляційного відношення E елементами графіку процесів: $E = \{E_1, \dots, E_6\}$, що поєднує коди елемента E_1 , графіку $E_2 \in G[G_1]$, завдання $E_3 \in Z[Z_1]$ і ресурсу $E_4 \in R[R_1]$ із часом початку E_5 і завершення процесу E_6 . Код суб'єкта s_q і код графіку планування g_q q -го завдання визначаються з виразів: $s_q = Z[Z_2](Z_1 = q)$; $g_q = Z[Z_5](Z_1 = q)$.

Пріоритет w_q виконання q -го завдання графіку визначається пріоритетом суб'єкта S_4 , який виконує завдання: $w_q = S[S_4](S_1 = \{Z[Z_2](Z_1 = q)\})$.

Кількість m_q умов пріоритету q -го завдання графіка визначається агрегативною функцією $c(U_1)$ розрахунку кількості записів відношення U , що становить: $m_q = U[c(U_1)]((U_2 = s_q) \wedge (U_3 = g_q))$. Тому визначення кількості записів у реляційному відношенні здійснюється за умовою: $((U_2 = s_q) \wedge (U_3 = g_q)) = True$. Ознака виконання v_{qj} і пріоритет виконання π_{qj} j -ої умови q -го завдання графіку визначається з масиву значень відношення:

$$\begin{bmatrix} v_{q1} & \pi_{q1} \\ \dots & \dots \\ v_{qm_q} & \pi_{qm_q} \end{bmatrix} = U[EVAL(U_4), U_5]((U_2 = s_q) \wedge (U_3 = g_q)).$$

Якщо умова U_4 виконується ($U_4 = True$), то $EVAL(U_4) = 1$, в іншому ж випадку – $EVAL(U_4) = 0$. Планування відбувається за жадібним алгоритмом на основі використання цільової функції:

$$\delta = w_q \sum_{j=1}^{m_q} \frac{v_{qj} \pi_{qj}}{\sum_{i=1}^{m_q} \pi_{qi}} \rightarrow max.$$

Для збереження та автоматизованої обробки ЧЗД кожне з реляційних відношень доповнюється атрибутами дати початку і дати завершення врахування кортежу даних у ретроспективній вибірці. Так, відношення суб'єктів доповняється атрибутами S_n, S_k , відповідно, тобто $S = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_n, S_k\}$.

Часово-залежне відношення суб'єктів визначиться за функцією:

$$\lambda(S, t) = S(S_n = \theta_{max}), \text{ де } \theta_{max} = S((S_n < t) \wedge ((S_k = 0) \vee (S_k > t)))[x(S_n)].$$

Операції збереження, автоматизованої обробки та аналізу часово-залежних даних процесу планування виконуються за інформаційними логіко-математичними моделями. З метою динамічного перепланування графіка частина його розпланованих елементів графіка з реляційного відношення E позначається відміткою дати завершення дії елементів графіку E_k . Вибрана інформація ще повторно заноситься у відношення завдання планування процесів Z . Нереалізовані завдання повторно обробляються за алгоритмом здійснення планування процесів відповідно до цільової функції з урахуванням зменшеного часового інтервалу графіку.

У **третьому розділі** дисертації розроблена та охарактеризована нова ІТ АОД систем, яка відрізняється від існуючих інформаційними моделями даних та методом обробки змін у часі параметрів та алгоритмічної структури системи. Крім того, розроблена ІТ дозволяє проводити аналіз даних усіх ретроспективних проміжків часу, навіть у разі зміни структури

та параметрів моделей процесів, що дало можливість підвищити ефективність та швидкість обробки даних. У даному розділі визначено архітектуру (рис. 5) та принципи функціонування ІТ, проведено моделювання процесів обробки даних змінної структури, визначено засоби реалізації інформаційної технології.

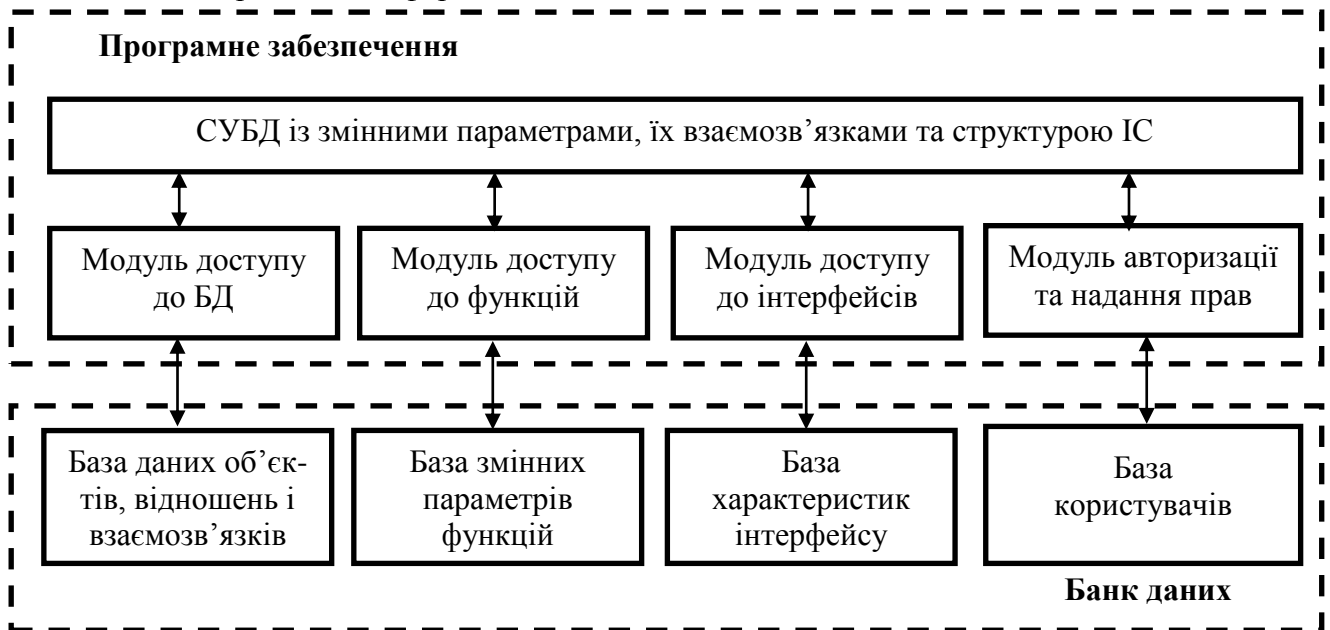


Рисунок 5 – Архітектура інформаційної технології обробки даних

Запропоновано архітектуру та принципи функціонування розробленої ІТ, що містить банк даних, до складу якого входить БД для опису об'єктів, база змінних для опису функціональних залежностей та БД для подання інтерфейсу користувачів й отримання опису ІС для будь-якого моменту часу її функціонування.

В UML-нотації побудовано і описано модель станів і подій інформаційної технології АОД ІСЗСП, які встановлюють можливі стани функціонування інформаційної системи та події з описом їх основних характеристик, що сприяють переходу системи з одного стану в інший. Ця модель репрезентує методику побудови ІС на основі запропонованої ІТ.

Розглянуто засоби реалізації ІТ, побудовано схему взаємозв'язків груп об'єктів бази даних. Охарактеризовано основні етапи алгоритму застосування запропонованої ІТ.

Сформовано принципи традиційної і запропонованої технології АОД з метою автоматизації процесів обміну даними. На відміну від існуючих технологій, запропоновано використовувати кодифікацію файлів форм та структуру зберігання файлів у підкаталогах, імпортування даних із файлів у базу, а також перехресну перевірку достовірності інформації на основі порівняння даних різних файлів. Консолідування даних відбувається як із файлів, так і з бази даних, що значно прискорює процес підготовки консолідованої інформації. Здійснено оцінювання швидкості ідентифікації структури та параметрів ІС на основі запропонованої ІТ для створення бази даних на основі методу ФІМПД і роботи з ІС.

Проведена перевірка швидкості АОД на прикладі БД, що вміщує 45 реляційних відношень із загальним обсягом бази даних близько 10 Мб. Розрахована ефективність ІТ характеризується скороченням часових витрат у середньому більше, ніж у 6 разів, порівняно із традиційними технологіями, що обумовлює перспективність впровадження запропонованої розробки в різних предметних областях. Зокрема, розмір БД промислових енергетичних програм містить понад 100 таблиць із загальним обсягом більше, як 10 Гб. Тому реальне застосування розробленої ІС дозволить отримати значно вищу швидкість автоматизованої обробки ЧЗД, ніж у тестовому завданні.

Розроблено методику оцінювання якості програмного забезпечення інформаційної системи, яка базується на використанні характеристик якості програмного забезпечення за

міжнародним стандартом ISO-9126 та відрізняється від існуючих комплексним урахуванням пріоритету функцій та уніфікованою системою експертного оцінювання для всіх критеріїв, що дозволяє кількісно оцінити якість ІС та визначити напрямки їх оптимізації. Зокрема, методика дає можливість вибору експертного оцінювання за критеріями якості позитивного, негативного чи невизначеного варіанту, що комплексно покращує середньозважену оцінку критерію якості.

У **четвертому розділі** наведені результати застосування запропонованої інформаційної технології в процесі розробки ІСЗСП. ІС опрацювання енергозбутової звітності забезпечує формування уніфікованих моделей на базі кодифікації форм звітності, інформаційної моделі та використання типового програмного забезпечення. ІС містить засоби контролю доступу користувача до ЧЗД, функцій та частин інтерфейсу. Система впроваджена в обласному управлінні та структурних підрозділах ПАТ «Вінницяобленерго», що підтверджується актом впровадження.

ІС контролю якості води враховує технологічні аспекти операцій моніторингу та контролю стану стічних і зворотних вод та природних водних ресурсів та формування звітної документації. Інформаційна технологія впроваджена в автоматизованій системі відділу інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції у Вінницькій області, що підтверджується актом впровадження.

Розроблено ІС моніторингу та управління навчальним процесом магістерської підготовки, яка дозволяє автоматизувати операції планування та ведення супровідної документації за умови часової зміни і оновлення ретроспективної бази даних. Зокрема, розроблена ІС містить підсистему моніторингу і управління навчальним процесом магістерської підготовки, підсистему оцінювання наукового рівня магістерських кваліфікаційних робіт, підсистему формування розкладу заліково-екзаменаційної сесії. Ця ІС впроваджена в Інституті магістратури, аспірантури та докторантури ВНТУ, про що є відповідний акт.

У **додатках** наведено документи про впровадження результатів наукових досліджень та інші матеріали.

ВИСНОВКИ

Розроблена та охарактеризована нова інформаційна технологія обробки характеристик динамічних процесів, яка відрізняється від існуючих інформаційними моделями збереження цих даних та методом обробки змін у часі параметрів та алгоритмічної структури, що, на відміну від існуючих, дозволяє здійснювати аналіз даних усіх ретроспективних проміжків часу, навіть у разі змін структури та параметрів інформаційних систем, що дало можливість підвищити ефективність та швидкодію обробки даних.

1. Проаналізовано існуючі архітектури інформаційних технологій та виявлено сучасні тенденції використання в переважній більшості реляційної моделі. Виявлено, що існуючі засоби інформаційних технологій не дозволяють забезпечити відповідний рівень автоматизації та швидкість обробки часо-залежних даних, у разі змін структури та параметрів інформаційної системи. Встановлено необхідність розробки інформаційних моделей та методів обробки в ІСЗСП.

2. Удосконалено метод збереження часо-залежних даних у реляційних базах з фіксацією усіх змін параметрів, функцій та інтерфейсу і взаємозв'язків між атрибутами в таблицях, який відрізняється від існуючих більшим обсягом збереження параметрів подій усіх змін інформації і, в той же час, дозволяє скоротити обсяг пам'яті та часу, необхідний для такого збереження.

3. Вперше розроблено метод формування інформаційної моделі підмножин даних на основі узагальненої інформаційної реляційної моделі, який, на відміну від існуючих, дозволяє модифікувати структуру взаємозв'язків між відношеннями та зміст вибраних кортежів даних з використанням запропонованого способу екстрагування даних за розрахованим критерієм розподілу екстрагентів.

4. Вперше розроблено метод планування процесів в інформаційних системах, який,

на відміну від існуючих, ураховує часово-залежні параметри, пріоритети і функціональні обмеження на характеристики елементів системи, що дає можливість перепланування графіку в процесі його виконання.

5. Розроблена методика оцінювання якості програмного забезпечення інформаційної системи, яка базується на використанні характеристик якості програмного забезпечення в міжнародному стандарті ISO 9126 та відрізняється від наявних комплексним урахуванням пріоритету функцій і уніфікованою системою експертного оцінювання для всіх критеріїв, що дає змогу кількісно оцінити якість інформаційних систем та визначити напрямки їх оптимізації. Зокрема, методика дає можливість вибору експертного оцінювання за критеріями якості позитивного, негативного або невизначеного варіанту, що комплексно покращує середньозважену оцінку критерію якості.

6. Розроблено комплекс алгоритмів та типового програмного забезпечення на основі запропонованих моделей і методів, які використовують розроблену інформаційну технологію.

7. Проілюстрована практична реалізація розробленої інформаційної технології АОД у технічному (енергетичному), навчальному та природничому динамічних процесах. Побудовано інформаційні моделі автоматизованої системи моніторингу параметрів навчального процесу, які встановлюють взаємозв'язки між елементами системи, систематизують методику розробки нових структурних модулів, а головне, дозволяють чітко формалізувати та структурувати процес ведення ЧЗД з урахуванням особливостей і шляхів змін структури та параметрів цих даних у навчальному процесі університету. Дістав подальший розвиток метод формування розкладу заліково-екзаменаційних сесій з урахуванням специфіки навчального процесу магістерської підготовки на прикладі ВНТУ, який враховує індивідуалізацію навчального процесу та вільний вибір магістрантами блоків навчальних дисциплін. Розроблено модель, яка формує фазовий простір системи та дозволяє відслідковувати його зміни при модифікації структури та параметрів ЧЗД і дає змогу підвищити оперативність опрацювання енергозбутової та аналогічної звітності.

Працездатність та ефективність розроблених у дисертаційній роботі теоретичних і практичних результатів перевірено шляхом їх програмної реалізації та впровадження на підприємствах і установах, що підтверджується відповідними актами: для моніторингу та управління енергозбутом для Публічного акціонерного товариства «Вінницяобленерго» і його структурних підрозділів; для екоінспекційного контролю стану забруднення вод для Державної екологічної інспекції у Вінницькій області; для моніторингу та управління навчальним процесом у магістратурі Інституту магістратури, аспірантури та докторантури Вінницького національного технічного університету.

Розроблена ІТ та її складові можуть бути застосовані і в інших предметних галузях, ефективно ведення і обробка даних у яких неможливі без чіткої формалізації, збереження та обробки динаміки змін параметрів і структури систем моніторингу та управління даними у цих галузях. Результати впровадження та застосування розроблених програмних засобів підтверджують коректність наукових положень та адекватність запропонованих методів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Bevz S. V. Criterion Modeling in the Control Problems / S. V. Bevz, V. V. Voytko, S. M. Burbelo, Inna V. Kruchok / International Siberian Conference on Control and Communications SIBCON. – 2011. – Tomsk. – 2011. – IEEE. – P. 63-66. – ISBN 978-1-4577-1070-4.

2. Romanyuk A. N. Building Automation of the Computer Systems of Management Reporting / A. N. Romanyuk, S. V. Bevz, S. M. Burbelo // International IEEE Siberian Conference on Control and Communications SIBCON. – 2011. – Tomsk. – 978-1-4577-1070-4/11/2011 IEEE. – P. 136-139.

3. Автоматизація процесу формування розкладу сесії / С. В. Бевз,

В. В. Войтко, С. М. Бурбело [та ін.] // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2009. – №2 (18). – С. 5-12. – ISSN: 1681-7893.

4. Автоматизована система багатокритеріального вибору варіантів / С. В. Бевз, В. В. Войтко, С. М. Бурбело [та ін.] // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2008. – №2 (12). – С. 66-69.

5. Бурбело С. М. Інформаційна технологія обробки характеристик інформаційних систем із змінними параметрами та структурою / С. М. Бурбело // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – № 6. – С. 16-23.

6. Бурбело С. М. Оптимізація планування подій в інформаційних системах із змінними параметрами та структурою засобами інформаційної технології збереження і обробки інформації / С. М. Бурбело // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – м. Вінниця. – 2011. – № 6. – С. 224-227. – ISSN 1997-9266.

7. Комп'ютеризована система управління індивідуальними навчальними планами магістратури / С. В. Юхимчук, С. М. Бурбело, С. В. Бевз [та ін.] // Міжнародний науково-технічний журнал Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – Вінниця. – 2008. – №2(16). – С. 5-8. – ISSN: 1681-7893.

8. Метод варіантного аналізу успішності магістрів / Павлюк О. В., С. В. Бевз, В. В. Войтко, С. М. Бурбело та ін. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2007. – № 2 (9). – С. 203-208.

9. Мокін В. Б. Розробка та впровадження систем документообігу і менеджменту навчального процесу магістерської підготовки / В. Б. Мокін, С. В. Бевз, С. М. Бурбело // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – Вінниця. – 2006. – № 2. – С. 5-11. – ISSN: 1681-7893.

10. Розробка локальної автоматизованої системи розподілу навантаження в процесі ведення документообігу / С. В. Юхимчук, С. В. Бевз, С. М. Бурбело [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця. – № 1. – 2009. – С. 107-111. – ISSN: 1997-9266.

11. Розробка та ідентифікація інформаційної моделі наукового рівня магістерських дисертацій / В. Б. Мокін, С. В. Бевз, С. М. Бурбело, О. В. Смирнова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця. – № 5. – 2009. – С. 70-78.

12. Мокін В. Б. Система автоматизованого ведення документообігу рад вищих навчальних закладів [Електронний ресурс] : електронні ресурси в науці, культурі та освіті / В. Б. Мокін, С. М. Бурбело, С. В. Бевз [та ін.] // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – № 3. – С. 1-6. – Режим доступу до журналу: http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2008-3/2008-3.files/uk/08vbmoac_ua.pdf

13. Розробка автоматизованої системи формування розкладу магістратури [Електронний ресурс] : електронні ресурси в науці, культурі та освіті / С. В. Бевз, В. В. Войтко, С. М. Бурбело, А. М. Шоботенко // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – № 4. – С. 1-10. – Режим доступу до журн. : http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2009-4/2009-4.files/uk/09svbptg_ua.pdf

14. Розробка автоматизованої системи формування розподілу навантаження дисциплін магістерської підготовки [Електронний ресурс] : електронні ресурси в науці, культурі та освіті / С. В. Юхимчук, С. В. Бевз, С. М. Бурбело [та ін.] // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – № 4. – Режим доступу до журн. : http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-4/2008-4.files/uk/08svymts_uk.pdf.

15. Інформаційно-комунікаційна технологія автоматизованого моніторингу і управління навчальним процесом магістерської підготовки [Електронний ресурс] / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, С. В. Бевз, С. М. Бурбело та ін. // Інформаційні технології і засоби навчання. – Київ. – Т. 23. – 2011. – № 3. – Режим доступу до журналу : http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/2011_3/11mbipmp.pdf. – ISSN: 2076-8184.

16. Автоматизація процесів розподілу навантаження / С. В. Бевз,

С. М. Бурбело, В. В. Войтко [та ін.] // Матеріали Міжнародної конференції "Інтернет-освіта-наука-2010" / Вінницький національний технічний університет. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – С. 76-77. – ISBN 978-966-641-377-5.

17. Автоматизована обробка даних в комп'ютерних системах підготовки звітності / С. В. Бевз, С. М. Бурбело, А. О. Яровенко [та ін.] // Матеріали VIII міжнародної конференції "Інтернет-освіта-наука-2012" / Вінницький національний технічний університет. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – С. 76-77. – ISBN 978-966-641-491-8.

18. Автоматизована система розподілу навантаження інституту магістратури, аспірантури та докторантури / С. В. Юхимчук, С. В. Бевз, С. М. Бурбело [та ін.] // Збірник матеріалів конференції "Інтернет-освіта-наука-2008". – Том 1. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – С. 91-92. – ISBN 978-966-641-267-9.

19. Бурбело С. М. Розробка автоматизованої системи створення веб-ресурсів // С. М. Бурбело, В. В. Войтко, Б. О. Чухно / Збірник наукових праць міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції "Інформаційні технології та безпека інформаційно-комунікаційних систем" / Вінницький національний технічний університет (12-19 березня 2012 р.) – С. 53-55.

20. Бурбело С. М. Розробка методу планування в навчальному процесі для підготовки наукових кадрів / С. М. Бурбело // Матеріали I Міжнародної конференції «Проблеми та технології підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації в умовах інноваційного розвитку суспільства» / Вінницький національний технічний університет (2-4 квітня 2013 року). – Вінниця : ВНТУ. – 2013. – 3 с.

21. Мокін В. Б. Модель інформаційної підтримки прийняття рішень в процесі реалізації неперервної підготовки наукових кадрів [Електронний ресурс] / В. Б. Мокін, С. В. Бевз, С. М. Бурбело / Матеріали I Міжнародної конференції «Проблеми та технології підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації в умовах інноваційного розвитку суспільства» / Вінницький національний технічний університет (2-4 квітня 2013 року). – Вінниця: ВНТУ. – 2013– Режим доступу до журн. : http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/files/bevzsvitlanavolodimirivna_materials_1363531898.docx

22. Розробка багаторівневої бази даних для автоматизованої інформаційної системи / С. В. Бевз, С. М. Бурбело, В. В. Войтко [та ін.] // Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції "Електронні ресурси: створення, використання, доступ" / Вінницький національний технічний університет (10-17 травня 2011 р.). – К. : Кондор, 2011. – С. 19-21.

23. Романюк А. Н. Автоматизация построения компьютерных систем управления отчетностью [Электронный ресурс] // А. Н. Романюк, С. В. Бевз, С. М. Бурбело // IX Международная Сибирская конференция Международная IEEE Сибирская конференция по управлению и связи СибКон-2011. – Томск, 2011. – 5 с. – Режим доступу до журналу : http://www.conf.sfu-kras.ru/uploads/Komp'yuternye%20modeli_rus6.doc

24. Бевз С. В. Інформаційна технологія опрацювання енергозбутової звітності на основі автоматизованої обробки даних / С. В. Бевз, С. М. Бурбело // Збірник тез доповідей X Міжнародної конференції "Контроль і управління в складних системах". – Вінниця : ВНТУ. – 2010. – С. 202-203.

25. Бевз С. В. Моделювання процесів контролю характеристик динамічних систем зі змінними параметрами та структурою / С. В. Бевз, С. М. Бурбело, О. В. Бурка // Тези доповідей міжнародної наукової конференції пам'яті професора Володимира Поджаренка «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС – 2011)» / Вінницький національний технічний університет (18-20 жовтня 2011 р.). – Вінниця : ВНТУ. – С. 169.

26. Бурбело С. М. Метод оптимізації планування подій в динамічних системах із змінними параметрами та структурою / С. М. Бурбело // Збірник тез доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції «Оптимальне керування електроустановками» / Вінницький національний технічний університет (25-27 жовтня 2011 р.). – С. 35.

27. Войтко В. В. Інформаційна технологія автоматизованої обробки та керування

даними в програмних системах / В. В. Войтко, С. М. Бурбело, І. В. Кручок // Збірник тез доповідей XI Міжнародної конференції "Контроль і управління в складних системах" / Вінницький національний технічний університет (9-11 жовтня 2012р.) – С. 93. – ISBN 966-641-187-3.

28. Мокін В. Б. Новий підхід до ідентифікації структури та параметрів людино-машинних інформаційних систем підтримки прийняття рішень / В. Б. Мокін, С. М. Бурбело // V Міжнародна конференція з оптоелектронних інформаційних технологій "Photonics-ODS 2010". – Вінниця. – 2010. – С. 46.

29. Формування індивідуальних планів магістрантів засобами автоматизованої системи документообігу / С. В. Юхимчук, С. М. Бурбело, С. В. Бевз та ін. // Збірник тез доповідей IV МНТК Оптоелектронні інформаційні технології "Photonics-ODS-2008". – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – С. 87-88. – ISBN 966-641-123-7.

30. Бевз С. В. Комп'ютерна програма "Моніторинг навчального процесу магістерської підготовки" / С. В. Бевз, С. М. Бурбело // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 30992. Дата реєстрації 16.11.09.

31. Бевз С. В. Комп'ютерна програма "Самоаналіз магістерських дисертацій" / С. В. Бевз, С. М. Бурбело, О. В. Смирнова // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 30993. Дата реєстрації 16.11.09.

32. Комп'ютерна програма "Система автоматичного формування розкладу заліково-екзаменаційної сесії" / С. В. Бевз, С. М. Бурбело, О. О. Сухоносів [та ін.] // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 30991. Дата реєстрації 16.11.09.

АНОТАЦІЯ

Бурбело С. М. Технологія обробки даних інформаційних систем із змінними структурою та параметрами. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології. – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2013.

Дисертаційну роботу присвячено актуальним питанням розробки технології обробки характеристик інформаційних систем в умовах зміни їх структури та параметрів. У роботі вперше, за умови зміни структури та параметрів інформаційної системи, запропоновано метод формування підмножин даних у реляційних базах, метод планування процесів і метод автоматизованої обробки даних. Удосконалено метод збереження часово-залежних даних і методику оцінювання якості програмного забезпечення інформаційної системи, що базується на використанні характеристик якості програмного забезпечення за міжнародним стандартом ISO 9126.

Розроблено інформаційну технологію, орієнтовану на обробку характеристик інформаційних систем за умови динамічної зміни їх структури та параметрів, що обумовлює перспективність використання технології для розробки широкого кола автоматизованих подібних систем. Розроблена технологія лягла в основу створених інформаційних систем, які впроваджені на виробництві та у навчальний процес.

Ключові слова: інформаційна технологія, реляційна база даних, інформаційна система із змінними структурою та параметрами, автоматизована обробка даних, часово-залежні дані, оцінювання якості програмного забезпечення інформаційних систем, архітектура та принципи функціонування.

ABSTRACT

Burbelo S. M. Technology Processing of Data Information Systems With Variable Structure And Parameters. – On the manuscript.

Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences specialty 05.13.06 – Information Technology. – Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, 2013.

The thesis is devoted to topical issues of development of information technology processing

of characteristics of information systems in terms of changes in their structure and parameters. For the first time, on condition that the structure and parameters of an information system, the method for forming subsets of data in a relational database, the method of planning processes and automated method of processing data are proposed.

Improved method of maintaining time-dependent data and methodology evaluation of software quality information system based on the use of the characteristics of software quality according to international standard ISO 9126.

The proposed information technology focused on the processing characteristics of information systems subject to dynamic changes in their parameters and structure, which makes use of promising technologies for developing a wide variety of automated systems. The technology was the basis of established information systems with variable structure and parameters that are embedded on production and in the learning process.

Keywords: information technology, relational database, information system with variable structure and parameters, automated data processing, time-dependent data, evaluating the quality of software information systems, architecture and principles of operation.

АННОТАЦИЯ

Бурбело С. М. Технология обработки данных информационных систем с изменяемыми структурой и параметрами. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Информационные технологии. – Винницкий национальный технический университет, Винница, 2013.

Диссертационная работа посвящена актуальным вопросам разработки технологии для автоматизированной обработки данных информационных систем в условиях изменения их структуры и параметров.

В работе предложен метод формирования информационной модели подмножеств данных на основании обобщённой модели реляционной базы данных, который, используя предложенный способ экстрагирования по критерию распределения экстрагентов позволяет модифицировать структуру взаимосвязей между отношениями и содержания выбранных массивов данных.

Разработан метод планирования процессов с учётом временно-зависимых данных, приоритетов и функциональных ограничений на характеристики элементов системы, что позволяет перепланировать график выполнения заданий в процессе его реализации.

Усовершенствован метод сохранения временно-зависимых данных в реляционных базах данных с фиксацией всех изменений параметров, функций и интерфейса, а также взаимосвязи между данными и их отношениями, отличающийся от существующих большим объёмом сохранения параметров событий соответствующих изменений информации и позволяющий сократить время, необходимое для автоматизированной обработки и анализа зависимых от времени данных.

Разработан метод автоматизированной обработки данных информационных систем с изменяемыми структурой и параметрами, отличающийся от существующих новыми информационными моделями управления данными, учитывающий изменение во времени параметров и алгоритмической структуры и позволяющий автоматизировать процесс развития и адаптации информационной системы в направлении расширения ее функциональности.

Усовершенствована методика оценки качества программного обеспечения информационной системы, благодаря использованию характеристик качества программного обеспечения по международному стандарту ISO 9126.

Предложенная технология ориентирована на обработку характеристик информационных систем при динамическом изменении их структуры и параметров, что обуславливает перспективность использования технологии для разработки широкого круга автоматизированных подобных систем.

В работе проиллюстрирована практическая реализация разработанной

информационной технологии автоматизированной обработки данных в техническом (энергетическом), учебном и экологическом динамических процессах. Построены информационные модели автоматизированной системы мониторинга параметров учебного процесса, устанавливающие взаимосвязи между элементами системы, систематизирующие методику разработки новых структурных модулей, а главное, разрешающие чётко сформулировать и структурировать процесс ведения временно-зависимых данных с учётом особенностей и путей изменения структуры и параметров этих данных в учебном процессе университета. Разработанная технология легла в основу созданных информационных систем, внедренных на производстве и в учебном процессе.

Ключевые слова: информационная технология, реляционная база данных, информационная система с изменяемой структурой и параметрами, автоматизированная обработка данных, временно-зависимые данные, оценка качества программного обеспечения информационных систем, архитектура и принципы функционирования.

Підписано до друку 23.09.2013 р. Формат 29,7×42 ¼
Наклад 110 прим. Зам. № 2013-151
Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95. Тел.: 59-81-59
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009р.