

УДК 004.825

О.В. Шевченко<sup>1</sup>, О.В. Перепелиця<sup>1</sup>, М.А. Павленко<sup>2</sup>, П.Г. Бердник<sup>3</sup><sup>1</sup>Об'єднаний науково-дослідний інститут ЗС України, Харків<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба<sup>3</sup>Харківський національний університет ім. В.М. Каразіна

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР МЕТОДІВ ПОБУДОВИ БАЗ ДАНИХ ТА БАЗ ЗНАТЬ В ПЕРСПЕКТИВНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

*В статті обґрунтована необхідність використання об'єктно-орієнтованої моделі даних при розробці баз даних та баз знань в перспективних автоматизованих системах управління повітряним рухом.*

*база даних, об'єктно-орієнтовна база даних, дані, розробка баз даних*

### Вступ

**Постановка проблеми.** На теперішній час перед особами, що приймають рішення (ОПР) на пунктах управління повітряним рухом (ПР) постає необхідність вирішення значної кількості задач управління. Серед цих задач можна виділити наступні [12]: контроль перельотів літаків по заявках, контроль використання повітряного простору, забезпечення рятувальних операцій, дії в випадку захоплення літака терористами і т.і. Ефективне вирішення цих задач не можливо без використання автоматизованих систем управління (АСУ). Але існують обмеження по типам задач, що вирішуються в існуючих АСУ, та кількості інформації, яка може бути в них оброблена за обмежений проміжок часу. Необхідність вирішення задач планування, аналізу та прогнозування розвитку повітряної та наземної обстановки приводить до необхідності обробки зростаючого об'єму інформації, яка зберігається в базах даних, та використовується ОПР на всіх рівнях управління, та використання інтелектуальних методів при її обробці, що потребує організації збереження та маніпулювання знаннями. Збереження та ефективне використання знань можливо забезпечити коли вони зберігаються в базах даних (БД) [11]. Це в свою чергу висуває підвищені вимоги до способів обробки, збереження та маніпулювання знаннями та даними в АСУ. Таким чином, існує протиріччя між можливостями існуючих систем управління базами даних (СУБД) по можливостям забезпечення даними процесів управління повітряним рухом, та потребами в даних при автоматизованому вирішенні задач управління повітряним рухом з використанням інтелектуальних методів обробки даних в системах управління реального часу.

**Аналіз літератури.** В роботах [1, 2, 3] розглянуті питання присвячені розробці методів формалізації знань про процеси вирішення задач управління в АСУ. Але в цих роботах не наведені методи збереження баз знань те методи їх ефективного маніпулювання.

Існуючи СУБД побудовані з використанням ре-

ляційної моделі даних (МД) [4, 5, 8, 9] мають наступні недоліки:

1. Неприродне представлення даних зі складною структурою. Реляційна модель даних допускає представлення даних тільки за допомогою таблиць (плоских відношень). Так як усі відношення належать до одного рівню ієрархії багато значних зв'язків між даними або втрачаються, або їх підтримку необхідно робити в рамках конкретної прикладної програми.

2. Неможливо змоделювати та представити властивості даних. Для представлення властивостей деякої складної структури даних, необхідне визначення нових типів даних, замість використання типів даних визначених в СУБД.

3. Реляційна модель даних не дозволяє визначити набір операцій, пов'язаних з даними, що найчастіше є вимогою при моделюванні даних зі складною структурою. Тому виникає необхідність розробки таких операцій та їх збереження окремо від даних, що обробляються, що зменшує гнучкість БД, та програмних засобів, які використовують таку БД.

4. Реляційна модель не дозволяє розглядати дані на різних рівнях абстракції. Всі таблиці у реляційній моделі належать одного рівня абстракції (найнижчого), а тому немає можливості організації наслідування та інкапсуляції тобто організації об'єктно-орієнтованої структури. У [10] обґрунтовано використання об'єктно-орієнтованої структури для розробки складних систем, до яких належить і система управління повітряним рухом.

5. Ускладнений доступ до бази даних. Інтерфейс між мовою програмування та мовою БД ускладнений, оскільки кожна з мов має свої особливості по представленню даних та способах їх обробки. Так наприклад, при зверненні до БД з прикладної програми написаної на мові програмування С++, необхідно застосовувати структурну трансформацію даних передаючи їх з/до бази даних.

6. Використання складної структури БД призводить до експоненціального зростання часу виконання операцій з базою даних [6].

В АСУ які використовувались у 60 – 90 роки минулого століття не використовували бази даних у явному вигляді. В АСУ які були розроблені після 90 року в якості технології побудови бази даних використовується реляційна технологія. Але така технологія має зазначені вище недоліки. Також АСУ управління повітряним рухом має наступні особливості: постійне збільшення кількості факторів для забезпечення необхідного рівня достовірності та обґрунтованості прийнятих рішень, збільшення об'єму БД, використання технології баз знань (БЗ), об'єктивне зниження оперативності прийняття рішень в наслідок збільшення кількості знань, що обробляються, використання при автоматизації прийняття рішень як результатів логічного виводу так і результатів вирішення розрахункових задач, ускладнення моделі предметної області, урахування нових видів знань (в тому числі й модальних). Ці особливості призводять до необхідності їх урахування при виборі технології побудови БД та БЗ, які будуть використовуватися при розробці перспективних АСУ.

**Мега статті.** Стаття присвячена обґрунтуванню вибору технологій для побудови системи управління, збереження та маніпулювання даними та знаннями для систем інформаційного забезпечення процесів підтримки прийняття рішень в АСУ повітряним рухом.

### Основна частина

Виходячи з аналізу особливостей задач, що вирішуються в АСУ повітряним рухом (ПР) та вимог до БД, які в них використовуються, пропонується використання об'єктно-орієнтовану технологію побудови баз даних (ОО БД).

Для формалізованого представлення структури БД АСУ ПР пропонується використовувати методіку інформаційного моделювання предметної області. Для цього можна використати мову візуального моделювання (Unified Modeling Language) UML [4], що базується на побудові діаграм класів, діаграм взаємодій та інших. Ці діаграми були запропоновані як засіб опису інформаційної моделі предметної області, що не прив'язана до конкретних інструментів реалізації структур зберігання даних у комп'ютерній системі. Елементи діаграми класів – представляють, відповідно, типи об'єктів предметної області та їх відношення. Таке представлення інформації про об'єкти та взаємини між ними дозволяє говорити про дані в термінах сутностей предметної області, у яких поведінка та стани об'єктів предметної області об'єднані в єдину структуру, що у свою чергу призводить до підвищення коректності даних, появи нових можливостей моделювання структури об'єктів предметної області та підвищення швидкодії СУБД у цілому.

Конструкції таких діаграм відповідають конструкціям об'єктно-орієнтованої моделі даних, яка використовується при розробки програмного забезпечення АСУ ПР. Наявність єдиного формалізму для опису як сутностей предметної області, компонентів

об'єктно-орієнтованих БД, компонентів програмного забезпечення робить UML зручним засобом для опису даних, що зберігаються в програмній системі. Простота перетворення такого опису в структуру БД (генерація об'єктного коду) та, навпаки, (генерація діаграми класів із сигнатурами методів та властивості) робить UML корисними в процесі супроводження та розвитку об'єктно-орієнтованої БД.

Об'єктно-орієнтована МД найбільш підходить для зберігання знань (даних та правил їх використання) та для синтезу нових знань, оскільки використовуючи цю МД можливо побудувати БЗ з різними апаратами формалізації знань.

Запропонована технологія побудови бази даних та баз знань забезпечує: необхідну оперативність прийняття рішень; інтеграцію структур, які забезпечують формалізацію логіко-аналітичних задач із процедурами вирішення інформаційно-розрахункових задач; необхідний рівень обґрунтованості прийнятих рішень.

Однією з найбільш вимогливої до часу який витрачається на виконання операцій з БД є задача документування інформації про повітряну обстановку.

Для вирішення задачі документування інформації про повітряну обстановку та послідууючої побудови звітних документів необхідно мати дані типи повітряних об'єктів, аеропорти приписки, заявки, погодні умови, технічний стан об'єктів, інфраструктуру тощо. Ці типи даних відносяться до таких, що відносно рідко змінюються в часі. Обсяг інформації, який необхідно розташовувати для рішення зазначених вище задач залежить від рівня ієрархії й може становити від 100 до декількох сотень тисяч. Крім того, взаємозв'язок між об'єктами носять складний характер і характеризуються різними типами відносин.

Характер задач, які вирішуються під час документування, припускає як простий перегляд даних, так і виконання складних модифікацій даних і структур. Разом з тим необхідно враховувати необхідність введення обмежень по доступу до даних. Всі ці фактори спричиняють введення до складу БД, СУБД якою буде виконувати функції зберігання, модифікації, підтримки коректності й несуперечності даних. На даний момент існує ряд моделей даних (МД), які використовуються в СУБД:

- реляційна;
- мережна;
- ієрархічна;
- об'єктно-орієнтована.

Реляційна МД є на даний момент найпоширенішою, у силу наявності на ринку програмного забезпечення великої кількості комерційних рішень використання, що мають багаторічний досвід.

Ієрархічна і мережна МД є попередниками реляційної МД і на даний момент часу майже не використовуються.

Об'єктно-орієнтована МД з'явилася не дуже давно, внаслідок чого готових рішень СУБД, які використовують цю МД на ринку програмних продуктів

не так багато, як з використанням реляційної МД.

При виборі МД враховуються особливості структур даних та зв'язків між ними, обсяг збережених даних і обмеження часу, який може витратитися на вибірку й модифікацію даних. Аналіз існуючих моделей даних і проведення дослідження часових показників по модифікації даних дозволяють зробити висновок на користь ОО МД [6].

Одна з основних вимог до моделі даних яка використовується в СУБД є оперативність виконання коректних та цілісних модифікацій (транзакцій) у БД (БЗ). Час виконання транзакцій залежить не тільки від МД, але й від логічної моделі даних яка була розроблена для зберігання необхідної інформації. Але на цьому етапі вибору моделі даних такий аналіз завчасний, тому що найважливішим є можливість СУБД по виконанню транзакцій у чистому, тобто не залежно від логічної моделі даних, вигляді. Для порівняльного аналізу реляційної та об'єктно-орієнтованої МД було виконано експеримент у якому були розроблені найпростіші логічні моделі даних та проаналізовано час який потрібен для виконання транзакцій по додаванню, редагуванню та видаленню записів для реляційної МД, або об'єктів для об'єктно-орієнтованої МД.

На рис. 1 показаний час запису у БД інформації про повітряні об'єкти у вигляді простих записів (об'єктів) залежно від їхньої кількості для реляційну й об'єктно-орієнтованої МД. Дослідження проводилося на ПЕОМ середнього класу (процесор Р-III 800 МГц, оперативна пам'ять 256 МБ). Із графіку видно, що при використанні об'єктно-орієнтованої МД зі збільшенням кількості записів час модифікації росте практично лінійно й не перевищує при обсязі БД в 10 000 об'єктів циклу оновлення інформації (10 секунд) навіть на обчислювальній системі середнього класу.



Рис. 1. Залежність часу модифікації (виконання транзакції) простих записів (об'єктів) залежно від їхнього обсягу для реляційної й об'єктно-орієнтованої МД

## ВИСНОВКИ

Використання об'єктно-орієнтованої МД у БД АСУ ПР дозволить:

- зменшити час обробки інформації;
- зберігати дані та методи їх обробки у єдиній структурі БД, що приведе до підвищення живучості системи в цілому в наслідок зберігання правил обробки даних та даних в одній структурі;
- провести швидку модифікацію бази даних за умов морального старіння програмного забезпечення КСА без перебудови її структури в наслідок використання об'єктно-орієнтованої технології проектування;
- розробити БД з необхідною структурою у її природному вигляді, це дозволить використовувати для проектування програмного забезпечення та проектування логічної моделі даних одну технологію проектування (наприклад, UML).

## Список літератури

1. Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.А. Человеческо-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – К.: Наук. думка, 1993. – 184 с.
2. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.Ю. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. – Севастополь: МО Украины, НАН Украины, НИЦ ВС Украины «Государственный океанариум», 2004. – 318 с.
3. Павленко М.А. Разработка процедуры многоэтапной формализации знаний для экспертных систем реального времени // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 9 (37). – С. 124-133.
4. Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. Язык UML. Руководство пользователя: Пер. с англ. – М.: ДМК, 2000. – 432 с.
5. Джордан Дэвид. Обработка объектных баз данных в C++. Программирование по стандарту ODMG.: Пер. с англ.: Уч. пос. – М.: Вильямс, 2001. – 384 с.
6. Павленко М.А., Перепелица А.В. Адаптивное управление информационными моделями в экспертных системах реального времени // Материалы V НМК «Экспертные оценки элементов УП». – Х.: НУА. – 2003. – С. 62-64.
7. Курстен В., Ирингер М., Рёриг Б., Шульте П. СУБД Cache: объектно-ориентированная разработка приложений. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
8. The Object-Oriented Database System Manifesto / M. Atkinson and so on // 1<sup>st</sup> Int. Conf. Deductive and Object-Oriented Databases, Kyoto, Japan, Dec. 4-6, 1989.
9. Won Kim. Object-Oriented Databases: Definition and Research Directions // IEEE Trans. Data and Knowledge Eng. – 1990. – 2, N 3. – С. 327-341.
10. Гради Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. – М.: Бином; СПб.: Невский диалект, 2001. – 560 с.
11. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 1120 с.
12. Моделирование боевых действий войск (сил) противотанковой обороны та інформаційне забезпечення процесів управління ними / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, С.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 409 с.

Надійшла до редакції 8.07.2006

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Б.Н. Судаков, Націо-

