

УДК 004.047

Ярцев В. П., Сабадаш В. А. *Державний університет телекомунікацій, Київ***АНАЛІЗ РЕЙТИНГУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ,
ТЕНДЕНЦІЙ ЇХ РОЗВИТКУ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ В
ІТ-ІНФРАСТРУКТУРУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПАНІЙ**

Проведено аналіз використання сучасних систем управління базами даних для збору, аналізу та обробки інформації, яка потрібна для забезпечення поліпшення роботи відділу з експлуатації лінійно-кабельних споруд телекомунікаційної компанії. Запропоновано інформаційно-логічна модель бази даних обліку та розробки технічної документації для автоматизації процесу розробки технічних вимог до комплексу робіт з проектування та побудови телекомунікаційної мережі автоматизованої системи керування технологічними процесами телекомунікаційної компанії.

Ключові слова: система управління, база даних, інформаційно-логічна модель, телекомунікаційна мережа, лінійно-кабельні споруди, автоматизація розробки, автоматизована система керування

Yartsev V. P., Sabadash V. A. *State University of Telecommunications, Kyiv***ANALYSIS RATING DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS, TRENDS
OF THEIR DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION TO
IT-INFRASTRUCTURE OF TELECOMMUNICATION COMPANIES**

The analysis of the use of modern database management systems for the collection of analysis and processing of information needed to ensure the improvement of the department manual linear cable constructions telecommunications company. A logical model information database records and the development of technical documentation to automation the process of developing technical requirements for complex work on the design and construction of telecommunication network of automated process control systems telecommunications company. The main requirements for increasing the efficiency of the IT infrastructure of a telecommunications company in recent years is the possibility of processing an increased amount of data, the need for the introduction of advanced technologies for the accelerated development of new services for customers using the Internet. Productive work with large masses of information requires an effective means of managing, maintaining, ensuring the reliability of the channels of information transmission, so it is impossible without the use of such an important element for the development of modern business as the decision support information system, which is based on the database.

Keywords: management systems, database, information and logical model, telecommunication network, linear cable construction, automation of development, automated control the system.

Ярцев В. П., Сабадаш В. А. *Государственный университет телекоммуникаций, Киев***АНАЛІЗ РЕЙТИНГА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ,
ТЕНДЕНЦИЙ ИХ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ В
ІТ-ІНФРАСТРУКТУРУ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПАНІЙ**

Проведен анализ использования современных систем управления базами данных для сбора, анализа и обработки информации, которая нужна для обеспечения улучшения работы отдела эксплуатации линейно-кабельных сооружений телекоммуникационной компании. Предложена информационно логическая модель базы данных учета и разработки технической документации для автоматизации процесса разработки технических требований к комплексу работ по проектированию и построению телекоммуникационной сети автоматизированной системы управления технологическими процессами телекоммуникационной компании.

Ключевые слова: система управления, база данных, информационно логическая модель, телекоммуникационная сеть, линейно кабельные сооружения, автоматизация разработки.

© Ярцев В. П., Сабадаш В. А., 2017

1. Вступна частина

Основними вимогами щодо зростання ефективності ІТ-інфраструктури телекомунікаційної компанії в останні роки є можливість обробки збільшеного об'єму даних, необхідність впровадження новітніх технологій для прискореного розвитку нових послуг для клієнтів з використанням Internet. Продуктивна робота з великими масивами інформації потребує використання ефективних засобів управління, обслуговування, забезпечення надійності каналів передачі інформації, тому неможлива без застосування такого важливого для розвитку сучасного бізнесу елементу, як інформаційна система підтримки прийняття рішень, основою якої є база даних. База даних – це не тільки набір структурованих та неструктурованих даних, а і сукупність засобів вирішення багатьох інформаційних завдань, які визначають відповідну концептуальну структуру, що описує характеристики цих даних і взаємини між ними. Сучасні методи побудови інформаційних систем використовують різні моделі та архітектури організації збереження та обробки даних. У цьому випадку актуальними є реляційні, об'єктно орієнтовані та NoSQL (Not Only SQL – не тільки SQL) моделі організації збереження даних.

До теперішнього часу в багатьох філіях компанії «Укртелеком» накопичені великі обсяги даних, на основі яких необхідно вирішувати найрізноманітніші аналітичні та управлінські завдання з обслуговування, розвитку та забезпечення працездатності телекомунікаційних мереж. Проблеми зберігання і обробки аналітичної інформації стають все більш актуальними і привертають увагу фахівців, що працюють в області інформаційних технологій.

2. Рейтинг сучасних систем управління базами даних

Для створення та управління базами даних існує велика кількість як корпоративних, так і OpenSources (відкрите програмне забезпечення) – програм систем управління базами даних (СУБД). Корпоративні бази даних відрізняються ергономічністю, безперебійністю роботи, швидкістю обробки даних, широкими можливостями редагування і пошуку відомостей, можливістю відновлення пошкодженої інформації, актуальністю та повнотою. Проте в 2013-2016 роках спостерігалися тенденції зниження попиту на їх використання із 65 до 60 процентів. Дослідження, що проведені аналітичною компанією Gartner, показує, що попит на реляційну СУБД (РСУБД) продовжує зростати і за даними з інших джерел досягає 90% [1].

В табл. 1 приведена аналітика динаміки попиту на основні види СУБД за 2016 та за початок 2017 роки згідно умов ресурсу DB-Engines. Як бачимо у першу десятку рейтингу за лютий 2017 року потрапили до основному СУБД з реляційною моделлю зберігання даних.

Рейтинг продаж програмного забезпечення СУБД

Табл. 1

Місце за датою			СУБД	Вид СУБД	Рейтинг	
Лютий 2017	Січень 2017	Лютий 2016			Січень 2016	Грудень 2015
1	1	1	Oracle	Об'єктно-реляційна	1403,83	-12,89
2	2	2	MySQL	Реляційна	1380,3	14,02
3	3	3	MS SQL Server	Реляційна	1203,45	-17,5
4	5	5	Postgre	Об'єктно-орієнтована	353,68	23,31
5	4	4	Mongo DB	Документно-орієнтована	335,5	3,6
6	6	6	IBM DB2	Реляційна	187,9	5,41
7	7	8	Cassandra	3 розподіленими значеннями	134,38	-2,06

За методикою розрахунку рейтинг СУБД нагадує рейтинг мов програмування ПЮВЕ і враховує популярність запитів в пошукових системах, число результатів в пошуковій видачі, обсяг обговорень на популярних дискусійних майданчиках і соціальних мережах, число вакансій в агентствах з найму персоналу і згадок в профілях користувачів. Позицію лідерів в рейтингу зберігають СУБД Oracle, MySQL і Microsoft SQL Server. Як продукт, найбільш активно нарощує свою популярність, відзначена СУБД MongoDB, яка витіснила СУБД PostgreSQL з 4 місця. Окремо також виділена СУБД Cassandra, яка знаходиться на 8 місці, але демонструє значне зростання популярності. Як видно з аналізу, 7 з 10 представників рейтингу – реляційні СУБД, а також по одному примірнику документо-орієнтованих (MongoDB), з розподіленими значеннями (Cassandra) та СУБД, що використовує підхід "ключ-значення" (Redis).

Як бачимо з табл. 1, серед лідерів продажів СУБД (Oracle, Microsoft, IBM) з'явилися новачки – Cassandra і MongoDB. Це пов'язано з тим, що поряд з традиційними реляційними СУБД все більшої популярності набувають альтернативні рішення організації збереження даних NoSQL, тобто документно-орієнтовані моделі, сервери структур "ключ-значення", які все частіше стали застосовуватися в інтернет-магазинах, соціальних мережах і додатках мобільних засобів. Вони мають властивості, які дозволяють обробляти величезні обсяги даних майже в реальному часі. В цілому, реляційні системи (SQL) використовують 99,5% респондентів, в той час як NoSQL – 29,2% [3]. Таким чином, на сьогоднішній день домінування реляційних баз даних незаперечно. В цілому ж ринок СУБД виріс за останні роки на 17% і досяг позначки 31 млрд. доларів.

Поширення інтернету в усі сфери нашого життя привело до збільшення попиту на СУБД класу NoSQL які необхідні для додатків, що мають справу з дуже великими обсягами квазіструктурованих і неструктурованих даних. За інформацією nosql-database.org, сьогодні на обліку є близько 150 СУБД NoSQL, що відповідають вимогам різних типів користувачів та за прогнозом аналітиків Market Research Media, дохід від NoSQL рішень за період з 2013 по 2018 рік складає 14 млрд доларів [2].

Однак за останній рік максимальне зростання популярності продемонстрували БД на основі часових даних. Це відносно новий підхід, він також вважається NoSQL. Його перевага зводиться до створення структури на основі дат часових діапазонів. На даний момент найбільш популярним представником Time Series БД є InfluxDB. Респондентами також вказувалися різновиди СУБД:

- MySQL: на MyISAM – 74,4%, на InnoDB – 68,5%, інші – 31%;
- MS SQL Server: Standard або Enterprise – 87,4%, Express – 44,1%;
- Oracle Database: Standard або Enterprise – 71,4%, Express – 51,8%.

Так само зростає сфера застосування СУБД з такою технологією управління метаданими як HCatalog (Yahoo/Hortonworks) та in-memory-технології (механізми зберігання по одному стовпчику, по рядках або подвійно; з ексклюзивним зберіганням в основній пам'яті або в гібридних конфігураціях з дисковими накопичувачами). Яскравим прикладом використання та удосконалення in-memory-технологій є флагманській продукт Microsoft-SQL Server 2014. Він перетворив цю СУБД в повноцінну платформу для відповідальних додатків корпоративного класу, яка надала можливість обробляти всю інформацію в оперативній пам'яті в реальному часі.

У вересні 2013 року компанії Oracle також вдалося зробити прорив у справі створення систем управління базами даних, представивши систему Oracle Database 12c, яка здатна була обробляти запити в 100 разів швидше, в порівнянні з традиційними методиками, завдяки тому, що дані обробляються безпосередньо в ОЗП.

На рис. 1 представлений рейтинг популярності серед розробників інформаційних систем сучасних засобів управління БД. Як бачимо лідером є OpenSources реляційна система MySQL, яку визнали найкращою 86% опитаних респондентів [3].

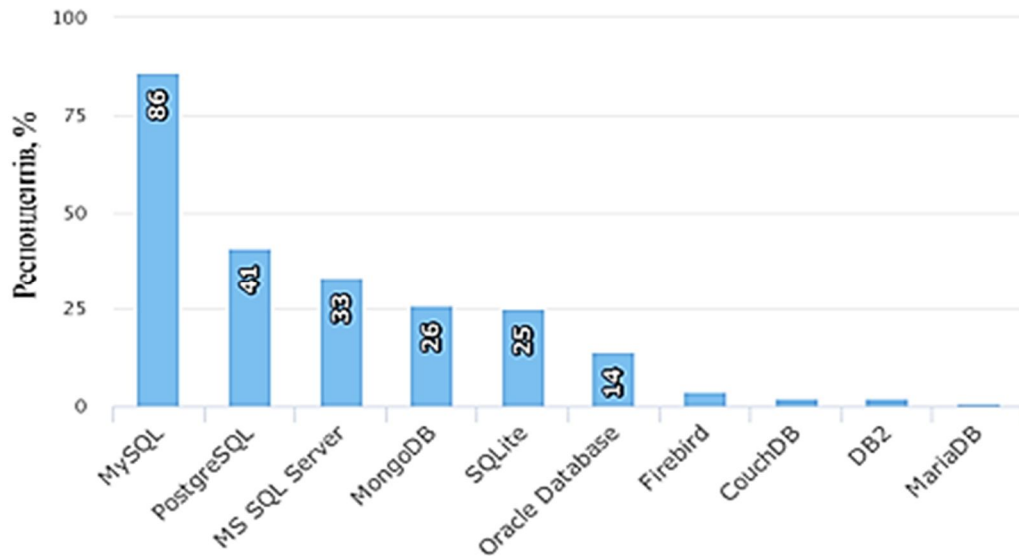


Рис. 1. Рейтинг систем управління БД серед розробників

На українському ринку програмного забезпечення для побудови інформаційних систем розповсюджені різні моделі СУБД, які дозволяють реалізувати сучасні системні архітектури і моделі зберігання даних. Це продукти світових лідерів: Microsoft, Oracle, IBM, Hewlett-Packard, які утворюють високопродуктивні платформи консолідації обчислювальних ресурсів, зберігання, захисту даних та управління.

У сьогоденній економічній ситуації компанії при модернізації IT-інфраструктури, прагнуть домогтися необхідної функціональності, вклавшись в "кризовий" бюджет. Тому популярністю користуються OpenSources - програми СУБД My SQL, InterBase, PostgreSQL. Саме тому їх доцільно використовувати для побудови бази даних в системі підтримки прийняття рішень, які не мають потреби забезпечувати цілодобову технічну підтримку, мають інформаційно-довідковий характер, легкі в проектуванні та обслуговуванні і оскільки ці системи є найбільше популярними в країнах, що розвиваються.

3. Тенденції розвитку

Аналіз можливостей сучасних СУБД і реалізованих на їх основі додатків дозволяє припустити наступні тенденції їх розвитку.

1) Пошук більш сучасних моделей організації зберігання та типів даних в базах. Представляють інтерес СУБД, які підтримують кілька моделей зберігання даних, або одну інтегровану модель і дозволяють зручно програмувати обчислення, обробляти символічну і графічну інформацію, працювати зі знаннями, аудіо-та відео, здійснювати доступ до розподіленої інформації.

Як приклад можна привести пост-реляційну об'єктну СУБД InterSystems Caché, що надає необмежені можливості для розробки Web-рішень і клієнт-серверних додатків. Сервер має рівноправну і ефективну підтримку відразу трьох способів роботи з даними: потужний об'єктний доступ, реляційний SQL-доступ, високопродуктивний і гнучкий прямий доступ до багатовимірних даних.

Об'єктний доступ до даних забезпечує: швидке і реалістичне моделювання складних структур даних, повну підтримку методів проектування і розробки, включаючи інкапсуляцію,

множинне спадкування, поліморфізм, реалізацію вбудованих об'єктів, посилань, колекцій, відносин, швидку розробку додатків, високу швидкодію, масштабованість.

SQL-доступ до даних дозволяє: отримати доступ до даних у вигляді традиційного реляційного подання, використовувати JDBC/ODBC, значно підвищити швидкодію наявних додатків, використовувати звичний SQL-інструментарій для запитів, звітності та аналітики.

Прямий доступ до багатовимірних даних забезпечує найвищу продуктивність на критичних ділянках коду, можливість підтримки успадкованих додатків.

2) Використання систем що обробляють транзакції в реальному часі. Прикладом цього може бути розробка програмно-апаратного обчислювального комплексу Oracle Database Appliance X4-2 у складі двох серверних вузлів Sun Server X4-2, які використовують два 12-ядерних Intel Xeon E5-2697 v2 процесори з ємністю RAM 256GB, 2×600GB SAS HDD 2,5" та 4 інтерфейси мережевого підключення 100/1000/10G Base-T Ethernet. Кластеризація серверів підтримується виділенням 2-портовим 10 GbE інтерфейсом. Збереження інформації забезпечується за рахунок надмірності – одні й ті ж дані зберігаються багаторазово (в кількох копіях). Для цього використовується дискова полка, що має 20×900GB 2,5" 10K rpm SAS-2 HDD. Тому ємність баз даних складає 8,6 ТБ при подвійному резервуванні або 5,3 ТБ при ще більш надійному потрійному резервуванні.

Істотне підвищення продуктивності транзакційних систем баз даних забезпечується розміщенням журналів повтору (redo logs) на наявних в полиці чотирьох високошвидкісних твердотільних накопичувачах 200GB 2,5" SAS-2 SLC SSD із корисною ємністю 220 ГБ при потрійному резервуванні. Управління дисковою пам'яттю здійснюється засобами Oracle Automatic Storage Management (ASM). Подібна система забезпечує роботу додатків, що виконують короткі транзакції за участю невеликих підмножин даних, які не потребують масштабних розподілених операцій з'єднання і характеризуються переважанням повторюваних параметричних запитів. Прикладом може бути забезпечення перевірки повноважень користувача в реальному часі, мобільна реклама, динамічна зміна цін в реальному часі та перехресні продажі.

3) Розробка нових архітектур СУБД. Сучасні ІС вимагають від СУБД можливості зберігати і обробляти дані обсягів петабайт. Виникає необхідність організації нового рівня ієрархії носіїв – третинної пам'яті. Пристроями третинної пам'яті можуть бути пристрої у вигляді стійок магнітних дисків або стрічок з автоматично змінюваними носіями. Прикладом може бути буферна система VSM (Virtual Storage Manager) корпорації Storage Tek. Ця система накопичує і зберігає дані на жорстких дисках в буфері даних, де вони складуються у вигляді віртуальних томів на магнітних стрічках (до 100 000 томів на кожному дисковому буфері). Максимальна швидкість передачі даних користувача – до 45 Мбайт / с.

4) Розширення областей застосування БД: опрацювання надвеликих обсягів інформації; розподіленої обробки інформації в мережі. Прикладами є завдання пошуку і відбору інформації в мережі Internet, організації колективного проектування в територіально рознесених організаціях, обміну матеріальними, інформаційними, грошовими та іншими ресурсами з електронним оформленням.

У сучасних умовах виникає потреба в забезпеченні інформаційного обслуговування мобільного користувача. При цьому необхідно мати засоби обробки даних на центральній БС і мобільному пристрої, а також засоби забезпечення узгодженості інформації в обох базах.

Робота керівників різних рівнів телекомунікаційної компанії повинна бути організована так, щоб вони могли мати оперативний доступ до всієї інформації щодо складу лінійно-кабельних споруд, термінів обслуговування обладнання, результатів вимірювання параметрів

метрологічними засобами. Також потрібні зручні і прості засоби передання і роботи з цією інформацією. Саме на досягнення цих цілей і спрямовані інформаційні технології, які об'єднуються під загальною названням системи підтримки прийняття рішень, основою яких є сховища даних і додатки, щодо проведення бізнес-аналізу. Тому вибір системи управління повинен враховувати не тільки вартість но і забезпечення надійності, доступності, можливості організації резервування для швидкого оновлення інформації що зберігається. Для надання необхідної для прийняття рішень інформації зазвичай доводиться збирати дані з декількох транзакційних баз даних різної структури і змісту. Основна проблема при цьому полягає в неузгодженості і суперечливості цих баз-джерел, відсутності єдиного логічного погляду на корпоративні дані. Вирішенням цієї проблеми є використання сховища даних. В основі концепції сховищ даних лежить ідея інтеграції раніше роз'єднаних деталізованих даних, що містяться в паперових архівах, які були накопичені в операційних системах транзакційної обробки (OLTP-транзакційна система – обробка транзакцій в реальному часі), що надходять із зовнішніх джерел, в єдину базу даних, їх попереднє узгодження і агрегація. Крім можливості працювати з єдиним джерелом інформації, керівники повинні мати зручні засоби візуалізації даних, агрегування, пошуку тенденцій, прогнозування. Незважаючи на різноманіття аналітичної діяльності можна виділити типові технології аналізу даних, кожній з яких відповідає певний набір інструментальних засобів. Разом зі сховищем даних ці засоби забезпечують повне рішення для автоматизації аналітичної діяльності та створення корпоративної інформаційно-аналітичної системи.

Крім можливості працювати з єдиним джерелом інформації, керівники повинні мати зручні засоби візуалізації даних, агрегування, пошуку тенденцій, прогнозування. Незважаючи на різноманіття аналітичної діяльності можна виділити типові технології аналізу даних, кожній з яких відповідає певний набір інструментальних засобів. Разом зі сховищем даних ці засоби забезпечують повне рішення для автоматизації аналітичної діяльності і створення корпоративної інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішення. Така система повинна виконувати складні і різноманітні функції, включають збір даних з різних джерел, їх узгодження, перетворення і завантаження в БД, зберігання різноманітних уявлень, запитів з можливістю виконання зовнішніх зв'язків, агрегатних функцій, процедури для побудови регламентованих звітів. Зазвичай для виконання цих функцій використовуються різні продукти, що призводить до необхідності мати складну архітектуру системи, інтегрування різнорідних програмних середовищ та утиліт, додаткових витрат на адміністрування, навчання персоналу, прийняття мір щодо забезпечення цілісності даних і метаданих.

4. Впровадження програмних засобів Oracle в IT-інфраструктуру

В даний час існують фактичні стандарти побудови корпоративних інформаційно-аналітичних систем, заснованих на концепції сховища. Ці стандарти спираються на сучасні дослідження і загальносвітову практику створення сховищ даних і аналітичних систем. У загальному вигляді архітектура корпоративної інформаційно-аналітичної системи описується схемою з трьома виділеними шарами: витяг, перетворення і завантаження даних, збереження даних, аналіз даних. Технологія функціонування системи полягає в наступному. Дані надходять з різних внутрішніх транзакційних систем, від підлеглих структур, від зовнішніх організацій відповідно до встановленого регламентом, формами і макетами звітності. Вся ця інформація перевіряється, узгоджується, перетворюється і поміщається в сховище і вітрини даних. Після цього користувачі за допомогою спеціалізованих інструментальних засобів отримують необхідну їм інформацію для побудови різних табличних та графічних виглядів, прогнозувань, моделювання та інше (рис. 2).

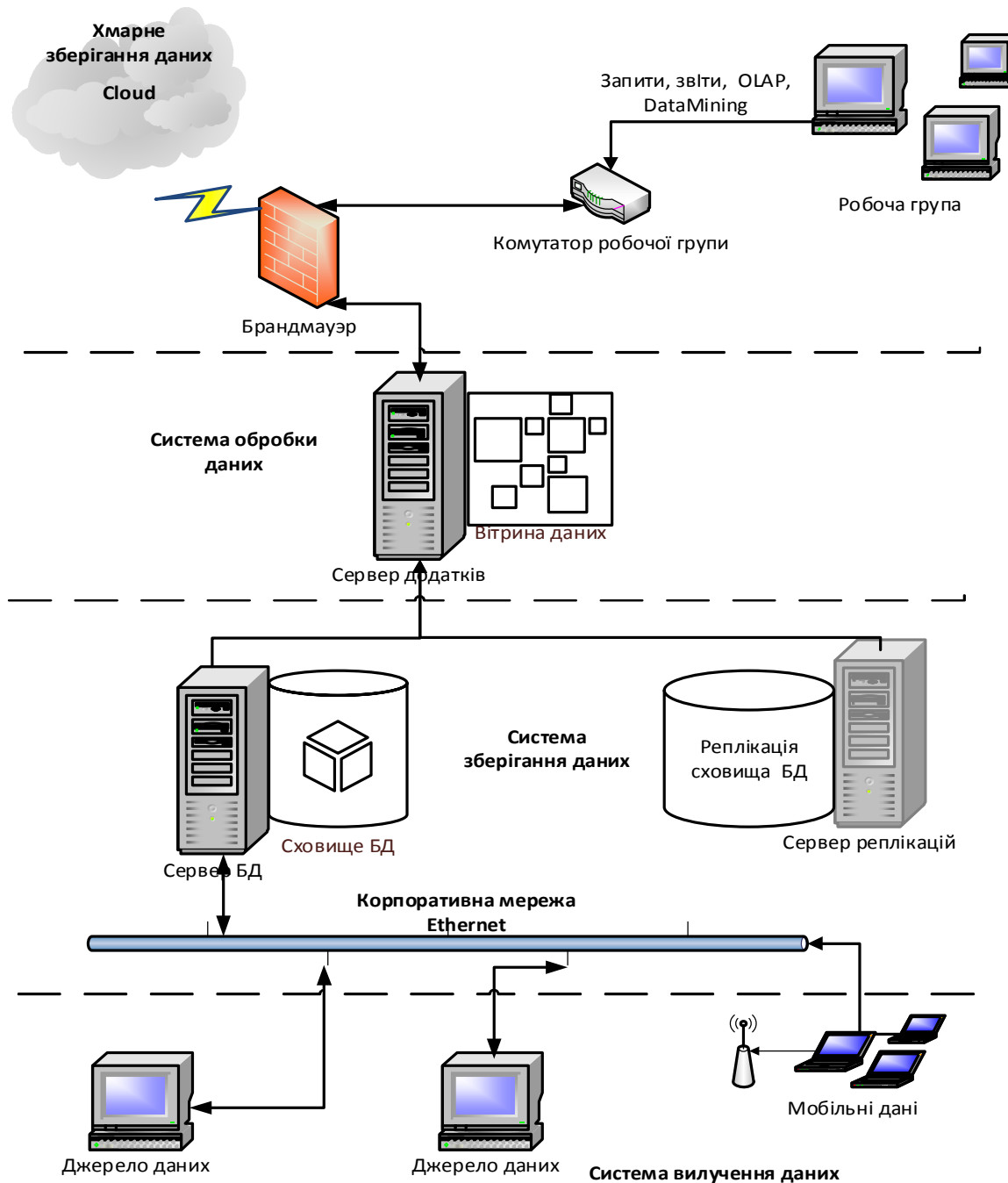


Рис. 2. Архітектура корпоративної інформаційно-аналітичної системи

Інструментальні засоби корпорації Oracle забезпечують повне інтегроване рішення для створення сховищ даних і ефективного використання накопиченої в ньому інформації. Загальний перелік продуктів Oracle, необхідних для реалізації технології сховищ даних і аналітичних програм, наводиться в табл. 2 відповідно до виділених в попередньому розділі компонентами – витяг і завантаження даних, зберігання, аналіз (рис. 3).

Як середовище зберігання інформації в реляційних сховищах і вітринах даних використовується сервер Oracle Database. Центральним інструментальним засобом створення сховищ і вітрин є Oracle Warehouse Builder, побудований на базі сучасної архітектури Common Warehouse Metadata. Він призначений для опису структури сховища і вітрин, проектування і створення процедур вилучення, узгодження і завантаження даних, а також генерації метаданих для засобів доступу, наприклад таких, як Discoverer.

Програми Oracle для реалізації IT-інфраструктури

Табл. 2.

	Продукт	Коментарі
Витяг, перетворення та завантаження	1. Oracle Warehouse Builder 2. ELT засоби Oracle Database 3. Oracle Workflow	Підтримка вилучення та перетворення і завантаження даних у сховище
Зберігання даних	1. Oracle Database 2. Oracle OLAP Option	СУБД для сховища даних та вітрин даних
Аналіз даних Oracle Business Intelligence Standard Edition	1. Oracle Reports 2. Oracle Discoverer 3. Oracle Discoverer for OLAP 4. OLAP Spreadsheet 5. Jdeveloper BI Beansb 6. Oracle Data Mining Option+ 7. Oracle Data Miner	Регламентована звітність Довільні запити Багатовимірний аналіз Вилучення знань Графічний інтерфейс
Аналіз даних Oracle Business Intelligence Suite Enterprise Edition	1. Reporting and Publishing 2. Reporting Workbench 3. Answers 4. Interactive Dashboard 5. Delivers 6. Office Plug-in 7. Disconnected Analytics 8. Business Intelligence Server	Регламентована звітність Довільні запити Інтерактивні інформаційні панелі Повідомлення в реальному часі Інтеграція з MS Office Аналіз даних в off-line режимі Сервер бізнес-аналізу

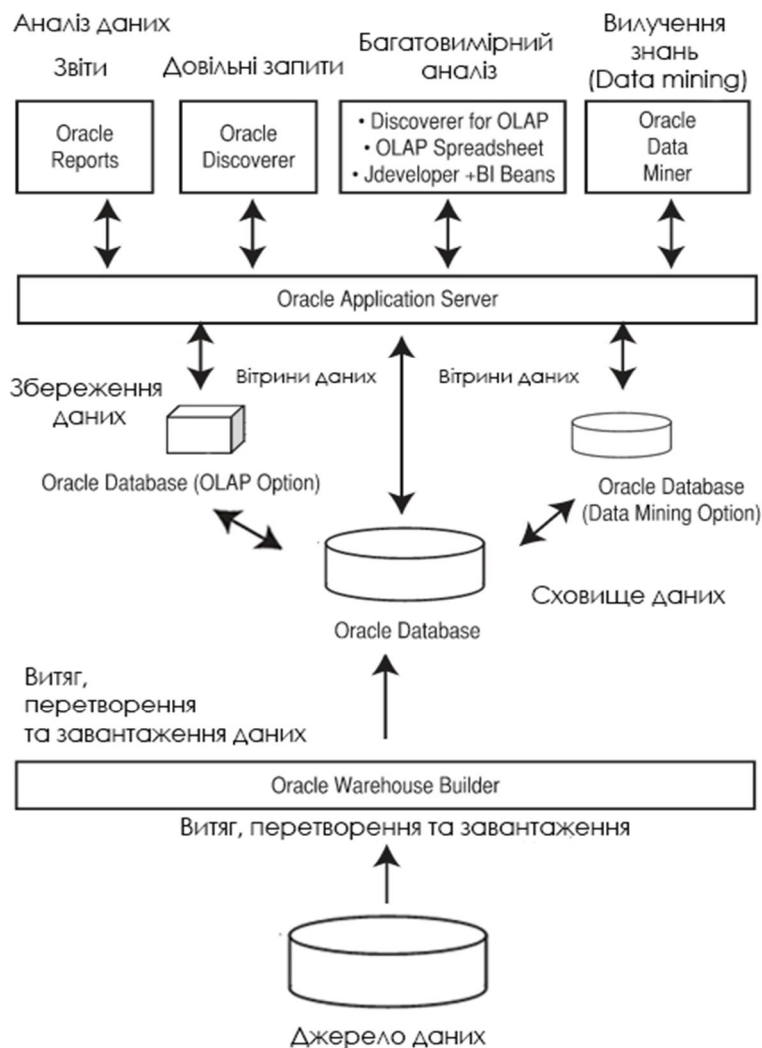


Рис. 3. Впровадження Oracle в інформаційно-аналітичну систему

5. Висновок

Підводячи підсумок можна відзначити, що використовувані в інформаційно-телекомунікаційній сфері України СУБД, повинні забезпечувати широку функціональність і масштабованість, можливість побудови відмовостійких, високопродуктивних, просторово-розподілених кластерів, мати сертифікат або можливості сертифікації засобів захисту інформації, підтримувати певний набір апаратних платформ, мати систему технічної підтримки та підготовки кваліфікованих фахівців.

Отже, враховуючи аналіз СУБД та БД, можна зробити певні висновки щодо лідерства компаній через застосування ними прогресивних систем управління базами даних.

Список використаної літератури

1. Magic Quadrant for Operational Database Management Systems // – <http://www.gartner.com/technology/about.jsp>.
2. Dory T. Study and Comparison of Elastic Cloud Databases: Myth or Reality? Master's Thesis / T. Dory // Computer Eng. Dept., Universite Catholique de Louvain, 2014. – <http://www.info.ucl.ac.be>.
3. Обзор средств моделирования бизнес-процессов, приложений и данных. // – <http://www.interface.ru/home.asp>.
4. Егоров А. Анализ работы телекоммуникационной системы / Андрей Егоров, Александр Смирнов // Открытые системы. СУБД. – 2015. – № 3. – С. 12-16. – <http://www.osp.ru>

References

1. "Magic Quadrant for Operational Database Management Systems." <http://www.gartner.com/technology/about.jsp>.
2. T. Dory. "Study and Comparison of Elastic Cloud Databases: Myth or Reality? Master's Thesis." *Computer Eng. Dept., Universite Catholique de Louvain* (2014). <http://www.info.ucl.ac.be>.
3. "Overview of business process modeling tools, applications and data." <http://www.interface.ru/home.asp>.
4. Andrei Egorov, Alexander Smirnov. "Analysis of the operation of the telecommunication system." *Open systems. DBMS*. 3 (2015): 12-16. <http://www.osp.ru>

Автори статті

Ярцев Володимир Петрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри системного аналізу, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел: +380 (50) 161 23 12. E-mail: jvp57@ukr.net

Сабадаш Владислав Андрійович – аспірант кафедри системного аналізу, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел: +380 (93) 934 50 43. E-mail: anatomyfront@bigmir.net

Authors of the article

Yartsev Volodymyr Petrovych – candidate of sciences (technic), assistant professor of systems analysis department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel.: +380 (50) 161 23 12. E-mail: jvp57@ukr.net

Sabadash Vladyslav Andriiovych – post graduate student of system analysis department. State University of Telecommunications, Kyiv. Tel.: +380 (93) 934 50 43. E-mail: jvp57@ukr.net

Дата надходження
в редакцію: 26.06.2017 р.

Рецензент:
доктор технічних наук, професор М. М. Степанов
Державний університет телекомунікацій, Київ