

На правах рукописи

**Тхуреин Киав Лин**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БАЗ ДАННЫХ  
ДЛЯ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ  
НАУЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Специальность: 05.13.15 Вычислительные машины, комплексы и  
компьютерные сети

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург  
2012

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете «СПбГМТУ»

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, профессор  
Богданов Александр Владимирович

**Официальные оппоненты:**

доктор технических наук, профессор Гордеев Александр Владимирович

кандидат технических наук, начальник отдела компьютерного дизайна «ЗАО,  
Инжиниринговая Компания, НЕОТЕК МАРИН» Анищенко Ольга Петровна

**Ведущая организация** – Факультет прикладной математики и процессов  
управления Санкт-Петербургского  
Государственного университета

Защита диссертации состоится « 27 » июня 2012г. в « » часов на  
заседании диссертационного совета Д212.238.01 Санкт-Петербургского  
государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И.  
Ульянова (Ленина) по адресу: 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского  
государственного электротехнического университета «ЛЭТИ».

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
Д 212.238.01  
К.т.н

Н.Л. Щеголева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Одной из главенствующих тенденций развития современных вычислительных средств по-прежнему остается существенное увеличение объемов обрабатываемых данных и связанные с этим проблемы создания оптимальных архитектур для их хранения и обработки. Одним из наиболее эффективных архитектурных решений проблемы хранения и обработки сверхбольших баз данных является погружение в распределенную вычислительную среду, обеспечивающую параллельную обработку запросов на многопроцессорных вычислительных системах. В области технологий параллельной обработки запросов для реляционных баз данных достигнуты значительные успехи, воплощенные в целом ряде исследовательских и коммерческих СУБД. В качестве примеров успешных коммерческих проектов создания параллельных систем баз данных можно привести UDB DB2, NonStop SQL и Teradata. Подобные системы объединяют тысячи процессоров и жестких дисков и способны обрабатывать петабайтные базы данных. Тем не менее, в области параллельных систем баз данных и консолидации до сих пор остается ряд направлений, требующих дополнительных научных исследований. Одно из них – дальнейшее развитие архитектуры параллельных систем баз данных с целью консолидации ресурсов гетерогенных вычислительных комплексов.

Задача консолидации ресурсов не решена до сих пор даже на уровне лидеров рынка. Еще хуже обстоит дело для распределенных систем, где проблемы возникают уже на уровне консолидации данных.

С другой стороны, для большинства приложений было бы актуальным и эффективным даже промежуточное решение – консолидация серверов и данных. Если принять, что консолидация данных в такой парадигме является первоочередной, возникает вопрос – какие СУБД могут справиться с этой задачей?

В диссертации рассматривается технология консолидации баз данных для системной интеграции гетерогенных комплексов, решающих задачи проведения научных вычислений и поддержки принятия решений. При этом основное внимание обращено на создание элементов виртуального полигона (сервисов), необходимых для создания, управления и консолидации базы данных. При этом тестирование СУБД в распределённых гетерогенных вычислительных комплексах позволяет выбрать архитектуру и компоненты СУБД для задач консолидации.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертации является теоретический анализ и экспериментальное исследование вопросов системной интеграции гетерогенных комплексов для улучшения характеристик их производительности и расширения диапазона приложений, разработка научных методов и алгоритмов организации параллельной и распределенной обработки информации, оптимизация приложений баз данных. С точки зрения поиска перспективных архитектурных решений. Целью диссертации является создание такого операционного окружения для базы данных и консолидации в распределенной вычислительной среде, которое является некоторым общим решением для относительно небольших сетей и может быть использовано, и в научных институтах, и в коммерческих предприятиях, в которых ресурсы могут располагаться как в одном здании, так и в географически удаленных объектах.

Для достижения этой цели необходимо было решить достаточно сложные задачи выбора прототипа архитектуры системы, разработки алгоритмов, а так же проблемы создания и адаптации соответствующих программных продуктов. Сама такая система реализуется в виде блоков, которые составляют распределенный виртуальный вычислительный комплекс, называемый виртуальным полигоном.

**Предмет исследования.** Методы теоретического анализа и экспериментальное исследование архитектур вычислительных комплексов, в том числе, гетерогенных, методики специальной обработки данных больших объемов, информационные модели соответствующих архитектур, методы оптимизации программного обеспечения для гетерогенных комплексов, способы обеспечения интеграции компьютерных систем.

**Методы исследования.** Анализ и синтез архитектурных решений, технологии проектирования информационных систем, программного обеспечения, баз данных и консолидации ресурсов. Экспериментальные исследования реляционной модели данных на различных архитектурах. Использование предложенных автором программ для построения моделей управления распределенными массивами данных.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Предложен новый подход для консолидации данных в гетерогенном распределенном вычислительном ресурсе.

2. Создана модель операционной среды, позволяющая моделировать работу приложения с интенсивной параллельной и распределенной обработкой информации.
3. Создано специализированное программное обеспечение для создания, консолидации и управления информационными структурами.

**Достоверность научных результатов и выводов** подтверждена результатами тестирования СУБД в распределенной среде гетерогенных вычислительных комплексов и консолидации информационных ресурсов таких комплексов, а также практическим использованием разработанных баз данных и предложенного программного продукта.

#### **Основные научные результаты.**

1. Разработана методика консолидации баз данных в гетерогенном распределенном вычислительном ресурсе.
2. Создана модель операционной среды, позволяющая моделировать работу приложения с интенсивной параллельной и распределенной обработкой информации.
3. Создано специализированное программное обеспечение для консолидации и управления информационными структурами.

#### **Научные положения, выносимые на защиту:**

- Алгоритмы консолидации ресурсов в гетерогенной среде, основанные на распределенных базах данных.
- Методика специальной обработки данных, позволяющая объединить возможности промежуточного программного обеспечения Sun Grid Engine и СУБД DB2 на распределённых гетерогенных вычислительных ресурсах с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик.
- Информационная модель обработки данных и ее оптимизация для консолидации данных в гетерогенном вычислительном комплексе.

#### **Практическую значимость составляют:**

1. Программный комплекс UDB DB2 в гетерогенном распределенном вычислительном комплексе.
2. Программные продукты, осуществляющих тестирование и консолидацию в гетерогенной распределенной вычислительной среде.

**Внедрение результатов работы.** Результаты диссертационной работы внедрены в гетерогенном вычислительном комплексе факультета ПМ-ПУ СПбГУ для поддержки баз данных и консолидации ресурсов и использованы в учебном процессе кафедр ВТ и ИТ СПбГМТУ и ВТ СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались и обсуждались на национальных и международных научно-технических конференциях:

1. Международная конференция МОРИНТЕХ 2009, Санкт-Петербург, 2009 г.
2. Международная конференция «Computer Science & Information Technologies», Yerevan, Armenia, 2009 г.
3. 4-ая Международная конференция «Distributed Computing and Grid-Technologies in Science and Education». Dubna, 2010 г.
4. Международная конференция « Eighth International Conference on Computer Science and Information Technologies » Yerevan, Armenia, 2011г.

**Публикации.** Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 6 статьях и докладах, из них по теме диссертации 6, среди которых 1 публикация в ведущем рецензируемом издании, рекомендованном в действующем перечне ВАК. Доклады доложены и получили одобрение на 5 международных, всероссийских и межвузовских научно-практических конференциях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав с выводами, заключения и списка литературы, включающего 115 наименований. Основная часть работы изложена на 142 страницах текста. Работа содержит 68 рисунков.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы и сформулированы ее основные цели и задачи, дано описание технологии консолидации ресурсов и создания баз данных в предметной области научных вычислений и при поддержке принятия решений, приведен краткий обзор предметной области.

**Первая глава** посвящена исследованию теоретических основ технологий создания распределенных вычислительных сред, а также методы развития таких технологий на гетерогенных структурах. В последние десятилетия информационные системы строятся по сетевой технологии и на концепции баз данных. Наиболее передовой технологией построения баз данных является технология «клиент-сервер» (рис.1). Клиент-сервер – это не только архитектура, это парадигма, пришедшая на смену устаревшим концепциям. Сервер, который физически может находиться на том же компьютере, а может на другом конце земного шара, обрабатывает запрос клиента и, произведя соответствующие манипуляции с данными, передает клиенту запрашиваемую порцию данных.

Эволюционно сложилось несколько моделей и методов данной технологии:

- модель и метод файлового сервера (File Server - FS);
- модель и метод доступа к удаленным данным (Remote Data Access - RDA);
- модель и метод сервера базы данных (DataBase Server - DBS);
- модель и метод сервера приложений (Application Server - AS).

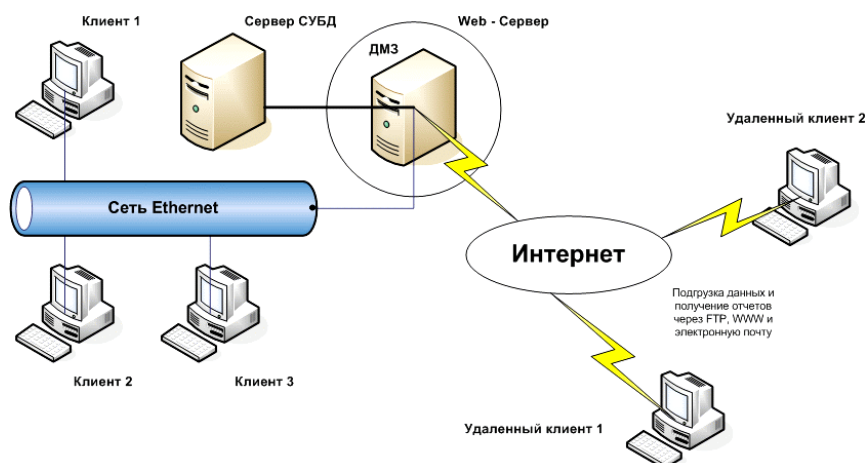


Рис1. Архитектура технологии «клиент-сервер»

По технологии обработки данных базы данных подразделяются на централизованные и распределенные.

Централизованная база данных – база данных, хранящаяся в памяти одной вычислительной системы. Распределенная база данных – несколько пересекающихся или даже дублирующих друг друга частей, хранимых в различных ЭВМ вычислительной сети. Работа с такой базой осуществляется с

помощью системы управления распределенной базой данных (СУРБД). По способу доступа к данным базы данных разделяются на базы данных с локальным доступом и базы данных с удаленным (сетевым) доступом. Системы централизованных баз данных с сетевым доступом предполагают различные архитектуры подобных систем: файл-сервер и клиент-сервер.

Особенности управления в распределенных системах – объединение компьютеров в единые вычислительные системы на основе технологии компьютерных сетей - поставили перед разработчиками информационных систем новые задачи, что и предопределило необходимость реализации принципиально новых подходов к организации информационного процесса в компьютерных сетях.

Распространение концепции баз данных (БД) на новый уровень позволяет определить распределенную систему как комплекс логически интегрированных и территориально рассредоточенных БД, технических, программных, языковых и организационных средств, предназначенных для накопления, ведения и использования информации. В свою очередь, распределенная база данных (РБД) определяется как интегрированная БД, физически размещаемая на нескольких территориально распределенных компьютерах сети.

В методе сервера приложений; и применении модели сервера приложений (AS-модели) процессы, выполняющиеся на компьютере-клиенте, как обычно отвечают за интерфейс с пользователем. Прикладные функции выполняются сервером приложений. Все операции над информационными ресурсами выполняются сервером баз данных. RDA и DBS-модели опираются на двухзвенную схему разделения функций. В AS-модели реализована трехзвенная схема разделения функций, где прикладной компонент выделен как важнейший изолированный элемент приложения (рис. 2).



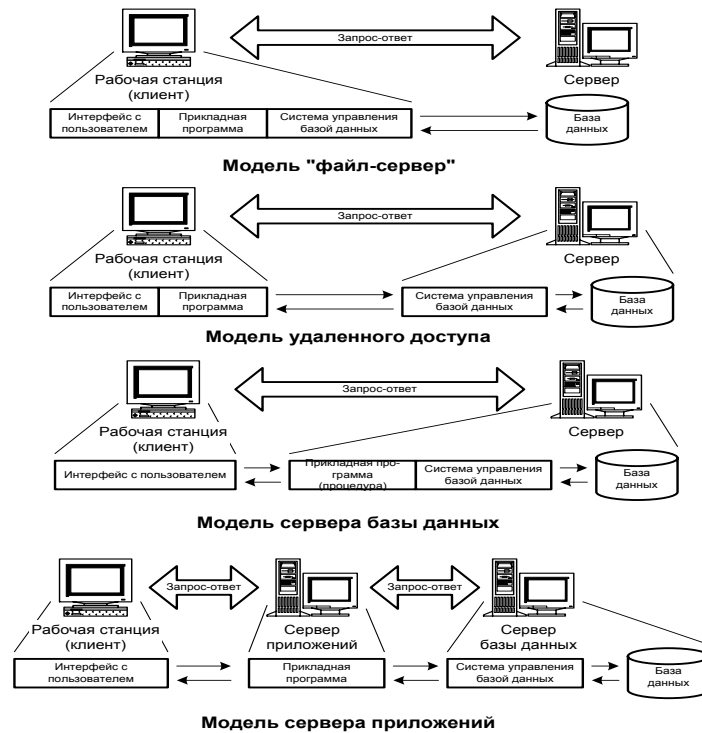


Рис 2. Модели доступа в современных информационных системах

В завершение, в главе делается вывод, что в распределенных информационных системах задачи управления являются комплексными. Одной из задач управления является управление доступом к информационным ресурсам. Наиболее передовой технологией такого управления является технология «клиент-сервер». Управление выполнением основных функций распределенной информационной системы осуществляет комплекс программных средств, который включает систему управления распределенными базами данных (СУРБД) в качестве основного компонента, а также сетевую операционную систему, систему разграничения доступа и др. К основным из них можно отнести четыре альтернативных стратегии распределения: централизация, расчленение, дублирование и смешанная стратегия. Таким образом, в данной главе сформулированы возможные технологии, используемые в основных практических БД, в том числе и в стандартах SQL.

**Во второй главе** рассматриваются применяемые алгоритмы обработки в распределенных вычислительных средах и технология консолидации. Появление компьютерных сетей позволяет пользователю получать доступ к отдаленным ресурсам, которые доступны в другой машине. В результате можно запускать вычисления на так называемых распределенных системах. Различные аппаратные средства, архитектура и особенности программного

обеспечения используются для реализации распределенного вычисления. На более низком уровне это необходимо, чтобы связать центральные процессоры некой сетью, независимо от того, что они связаны технологически или с помощью устройств и кабелей. В более широком смысле это необходимо, чтобы связать процессы, происходящие на задействованных центральных процессорах системой коммуникации.

Распределенная СУБД – это комплекс программ, предназначенный для управления распределенной БД и позволяющий сделать распределенность информации «прозрачной» для конечного пользователя. Из определения РаСУБД следует, что для конечного пользователя не должен быть заметен тот факт, что распределенная БД состоит из нескольких фрагментов, которые могут размещаться на нескольких компьютерах, расположенных в географически распределенной сети и к ней возможен параллельный доступ нескольких пользователей.

Распределенные БД (РаБД) можно классифицировать на гомогенные и гетерогенные БД. Гомогенной РаБД управляет один и тот же тип СУБД. Гетерогенной РаБД управляют различные типы СУБД, использующие разные модели данных – реляционные, сетевые, иерархические или объектно-ориентированные СУБД.

Технология консолидации в системах распределенных вычислений - вычислительного облака - состоит в объединении множества компьютеров и серверов в единую среду, предназначенную для решения определённого рода задач, например, научных проблем или сложных расчётов. Со временем в такой структуре накапливается множество данных, распределенных по вычислительным узлам и хранилищам. Обычно приложения, исполняемые в распределенной вычислительной среде, обращаются только к одному из источников данных.

Главной проблемой подхода к хранению информации в распределенных вычислительных системах является разнородность и удаленность источников данных. Решением проблемы является создание точки централизованного доступа, обеспечивающей единый интерфейс обращения ко всем источникам данных вычислительного облака в режиме реального времени. Необходимо выбрать наиболее подходящий подход и соответствующую платформу, обеспечивающую оптимальную технологию консолидации.

В конце главы делается вывод, что консолидация данных в распределенных гетерогенных системах является важной и сложной задачей. Из исследованных подходов к решению этой задачи, наиболее подходящим

был найден подход с организацией федеративных баз данных. Создание и управление такой структурой требует использования специализированного программного обеспечения, которое в свою очередь должно отвечать ряду требований к таким характеристикам как адекватность гетерогенной структуре, производительность, прозрачность, безопасность, и т.д. Консолидация данных является сложной многоступенчатой процедурой и важнейшей составляющей аналитического процесса, обеспечивающей высокий уровень аналитических решений.

В работе предложена модель программной системы, решающей эти задачи и рассмотрены проблемы ее технической реализации.

**В третьей главе** приводится промежуточное программное обеспечение создания БД для гетерогенных систем. Проанализированы разные ведущие серверные СУБД, основы их функционирования и взаимодействия. Помимо собственно средств функционирования современные серверные СУБД обычно предоставляют дополнительный набор сервисов, связанных с обслуживанием хранения и обработки данных, созданием клиентских приложений, сменой СУБД или ее версии, обслуживанием нескольких баз данных, публикацией данных в Интернет.

В работе были протестированы различные серверные СУБД на разных платформах. Реляционные базы данных широко используются в приложениях. На сегодня известно большое число различных серверов баз данных SQL. Нами были исследованы следующие основные серверные СУБД - Oracle, IBM DB2, Microsoft SQL Server и PostgreSQL - и произведено сравнение их работы на каждом из основных этапов функционирования.

Выяснено, что по сравнению с информационными системами, основанными на настольных СУБД, системы, использующие серверные СУБД, обладают более высокой производительностью, меньшим сетевым трафиком, более совершенными средствами обеспечения безопасности, а также возможностями перенести на сервер баз данных часть кода, связанную с реализацией бизнес-правил и обработкой данных. Кроме того, анализируются возможные проблемы, которые могут возникнуть в процессе перехода от настольной СУБД к серверной, а также задачи, стоящие перед разработчиками, осуществляющими такой переход.

**В четвертой главе** приведено описание технической установки и конфигурации программных комплексов, содержащих системы DB2, использованы технологии создания баз данных для системной интеграции гетерогенных комплексов, предназначенных для научных вычислений.

В работе предложены и разработаны элементы виртуального полигона, предназначенного для исследования консолидации используемых вычислительных компонентов и средств хранения данных на базе Sun Grid Engine. Технология распределенных вычислений, Grid технологии обеспечивают хранение и обработку больших объемов данных, консолидацию сложных структур на базе гетерогенных вычислительных ресурсов, а также синхронную визуализацию. В реальном времени производится объединение всех процессов, влияющих на конечный результат агрегатирования сложных объектов поведения. Такое объединение не может быть организовано на одном компьютере только потому, что требует адекватного использования различных ресурсов, высокопроизводительных вычислений, обработки данных и визуализации в реальном времени, и.т.д. Если рассматривать весь виртуальный полигон, как единое целое для консолидации используемых вычислительных компонентов, получаем, что он является комплексом многоуровневых приложений, что и требуется для имитации распределенной среды.

В результате анализа различных возможных комбинаций вычислительных платформ и промежуточного ПО был сделан следующий выбор:

1. В качестве промежуточного программного менеджера выбрана SGE (Sun Grid Engine);
2. Для хранения и управления данными – IBM DB 2;
3. Создание портала и шлюза – UNICORE;
4. Приложение – WRF.

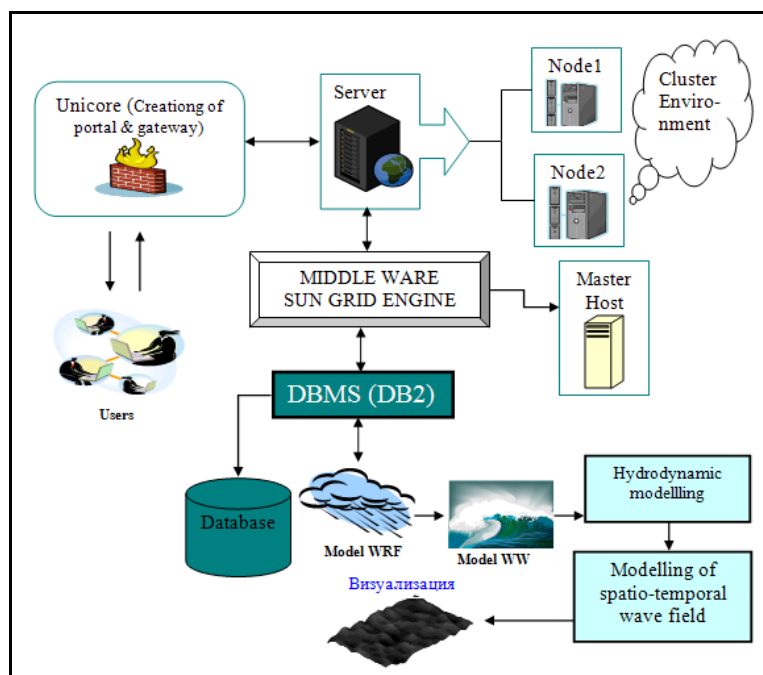


Рис.3. Взаимодействие сервисов при управлении данными в распределенном параллельном окружении на базе SGE

Для тестирования предложенных разработок выбрана DB2, так как у этой программы преимуществом является генерирование сводных таблиц, которые значительно повышают эффективность работы СУБД в качестве хранилищ данных. DB2 представляется наилучшей из высокопроизводительных систем, изученных в работе. Данное решение можно рассматривать как наилучшие Базы Данных для консолидации используемых вычислительных компонентов и средств хранения данных в виртуальном полигоне.

В работе была построена и протестирована распределенная СУБД, размещенная на сервере в университете СПбГУ (факультет ПМ-ПУ).

На Рис 4 показано, как IBM DB2 может быть использована для консолидации серверов баз данных, связанных друг с другом с помощью TCP / IP. Connect сервер и сервер приложений находится между пользователем и сервером базы данных.

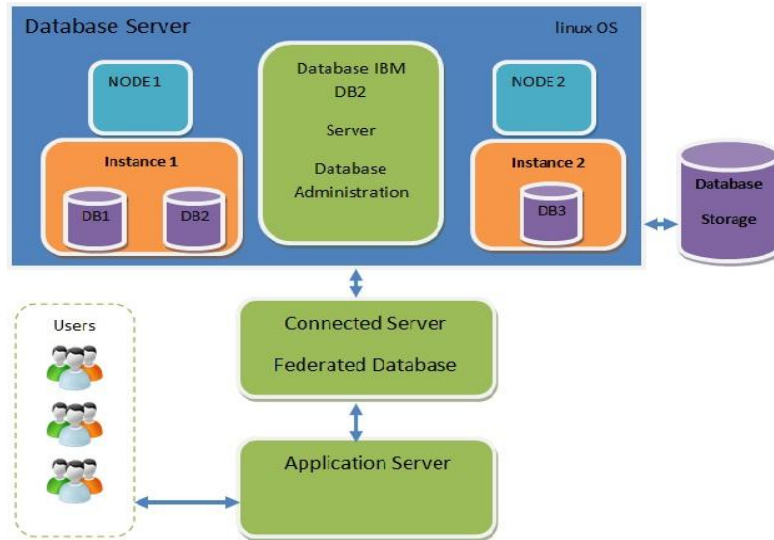


Рис 4. Разработка архитектуры

База данных DB2 была установлена на сервере под управлением ОС Linux. Сервер (СПБГУ-ПМПУ). Система DB2 содержит клиент DB2 Administration Client, который реализует графические инструментальные средства, позволяющие выбирать соответствующую производительность, получать доступ к удаленным серверам, осуществлять управление всеми серверами из одного источника, разрабатывать мощные приложения и обрабатывать запросы.

```

thurein@localhost:~/DB2_Package/334_ESE_LNX26_32_NLV
File Edit View Terminal Tabs Help
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/db2ir/db2ir15.htm
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/db2ir/db2ir14.htm
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/db2ir/db2ir18.htm
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/db2ir/db2ir11.htm
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/db2ir/db2ir19.htm
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/db2ir/db2ir05.htm
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/install.htm
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/release.txt
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/cs_CZ/install.txt
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/C
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/it_IT/
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/it_IT/install.htm
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/it_IT/install.txt
334_ESE_LNX26_32_NLV/doc/it_IT/release.txt
334_ESE_LNX26_32_NLV/db2setup
334_ESE_LNX26_32_NLV/db2_install
334_ESE_LNX26_32_NLV/db2_deinstall
[thurein@localhost DB2_Package]$ ls
334_ESE_LNX26_32_NLV FP10_MI00142.tar
c829gml.tar          IBMJava2-JRE-1.3.1-12.i386.rpm
[thurein@localhost DB2_Package]$ cd 334_ESE_LNX26_32_NLV/
[thurein@localhost 334_ESE_LNX26_32_NLV]$ ls
db2 db2_deinstall db2_install db2setup doc
[thurein@localhost 334_ESE_LNX26_32_NLV]$ ./db2install
  
```

Рис 5 - Установка СУБД DB2 на linux Сервер

В системе был обеспечен обмен данных на сервере с использованием SQL функций для обеспечения единого представления распределенных гетерогенных данных.

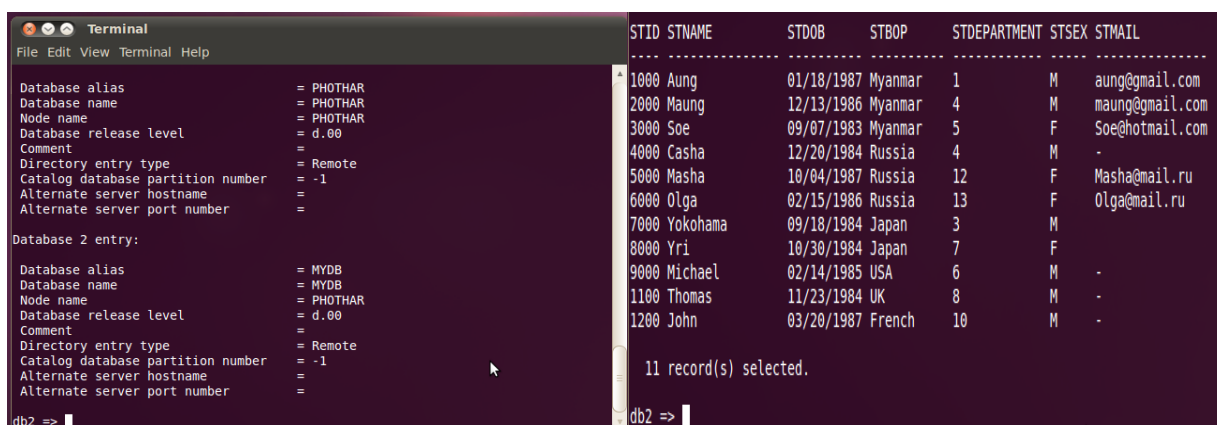


Рис.6. Иллюстрация фрагмента программы для консолидации данных и пример использования SQL команд в распределенном сервере

База данных обеспечивает и сохраняет нужную информацию в процессе вычисления по модели WRF (Weather Research and Forecasting «Исследования и Прогнозирование Погоды») в распределенной среде. Технологии распределенных вычислений и хранения данных представляют собой интерес для тех исследователей которые занимаются решением задач, требующих значительных затрат вычислительных ресурсов.

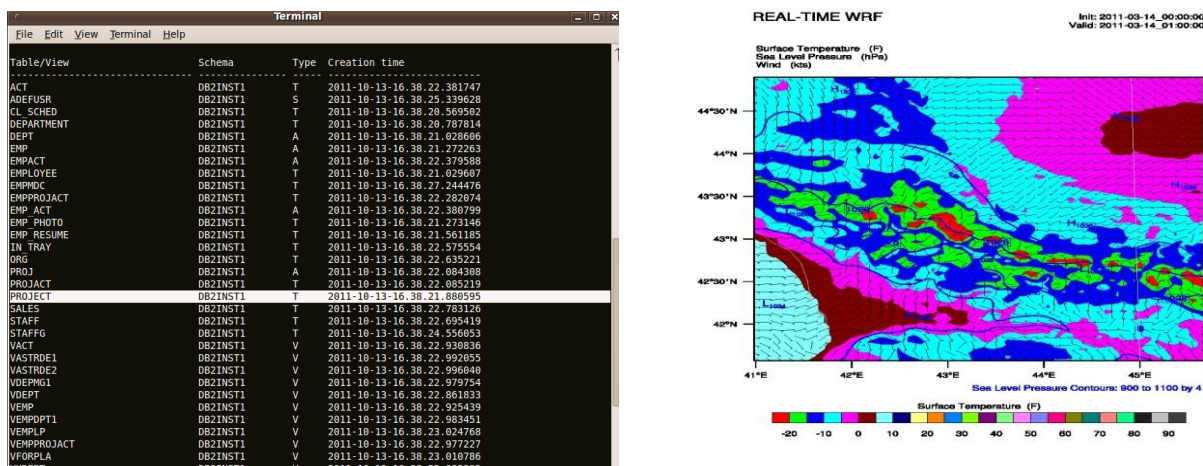


Рис 7. Иллюстрация процессов вычисления по модели WRF на сервере DB2

Исследована производительность программного обеспечения на системе IBM с использованием процессора AMD и VMware ESXServer 3.0.1.

Проведено исследование моделирования производительности Веб-транзакционной нагрузки с использованием распределенной СУБД IBM DB2. В этом тесте были смоделированы 10 пользователей для каждого используемого виртуального процессора. На Рис. 8 показаны результаты сравнения эффективности работы DB2 с 1-VCPU и 2-VCPU виртуальных машин.

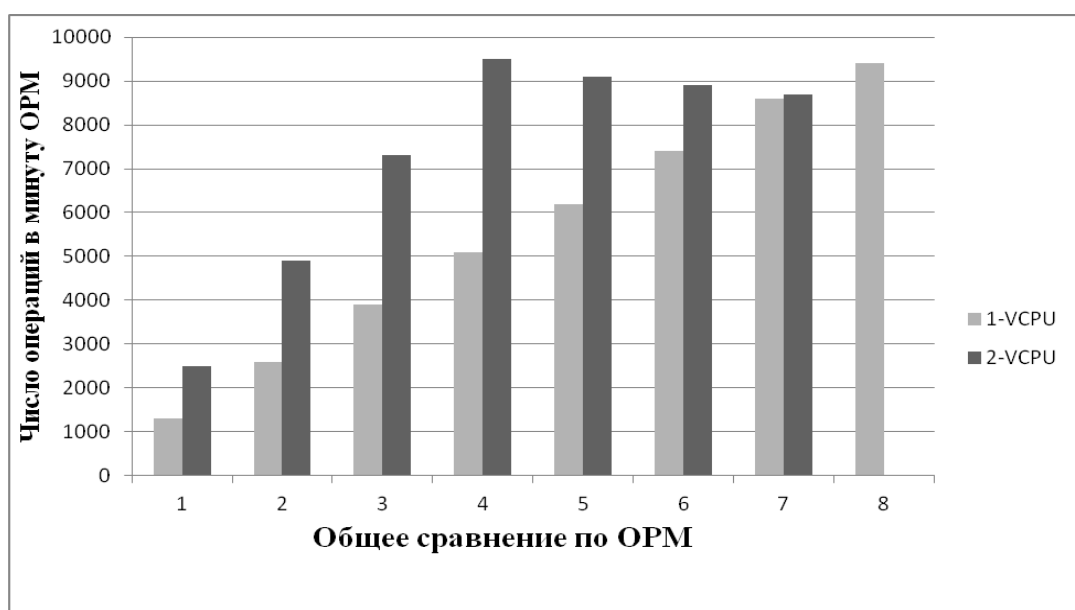


Рис 8. Иллюстрация масштабируемости с постоянным числом виртуальных машин

Из эмпирических результатов в этом исследовании следует, что запуск виртуальных сред VMware на системе IBM X сервер на базе AMD процессора с использованием базы данных IBM DB2 приводит к более эффективной масштабируемости по пропускной способности.

По результатам, изложенным в четвертой главе, можно сделать вывод, что в работе предложена оригинальная концепция анализа и обработки больших массивов данных в гетерогенных вычислительных комплексах, основанная на использовании комплексного подхода, который предполагает применение определенного набора технологий объединения ресурсов, виртуализации серверов данных и опирается на федеративный подход к консолидации данных, позволяющий эффективно работать в многоплатформенных средах и с неоднородными данными. Серия испытаний и соответствующий анализ, приведенный выше, подтверждает вывод о том, что запуск виртуальных машин VMware на серверах IBM System x на основе процессоров AMD Opteron и с использованием IBM DB2 может обеспечить



эффективную готовую платформу для размещения нескольких виртуализированных рабочих нагрузок обработки транзакций. Результаты ясно показывают, что виртуальное операционное окружение в значительной степени устойчиво при увеличении количества запросов и количества пользователей, при этом насыщения при увеличении числа виртуальных машин не было выявлено.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

В настоящей диссертации получены следующие результаты.

- Создано операционное окружение для базы данных и консолидации данных в распределенной вычислительной среде. Данное окружение является некоторым общим решением для относительно небольших сетей и может быть использовано в научных институтах и в коммерческих предприятиях, в которых ресурсы могут располагаться как в одном здании, так и в географически удаленных объектах.
- Разработана научная методика специальной обработки данных, которая позволяет объединить возможности SGE и DB2 для СУБД на распределённых гетерогенных вычислительных ресурсах, и которая явилась важным шагом в глобальной задаче консолидации ресурсов.
- Получены результаты тестирования, которые ясно показали, что базы данных в распределенной вычислительной среде могут служить эффективным средством консолидации программного обеспечения, а практическое использование разработанных методик позволяет существенно повысить эффективность обработки данных и улучшить масштабирование распределенных систем.
- Поскольку предлагаемые методики и продукты были опробованы на разных платформах и операционных системах, то можно надеяться, что они найдут широкое применение не только в распределенных вычислительных комплексах, но и для кластерных вычислений.

### **Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК России:**

1. А.В.Богданов, Тхуреин Киав Лин. Использование технологий баз данных для системной интеграции гетерогенных комплексов научных вычислений [текст] // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». №4/2012 г., с. 21-24.

**Другие статьи и материалы конференций:**

2. Тхуреин Киав Лин, Использование технологии DB2 для интеграции гетерогенных комплексов [текст] // Сборник докладов 5-я Общероссийская конференция молодых и специалистов по морским интеллектуальным технологиям «Моринтех-юниор 2009». Санкт-Петербург.10-12 ноября 2009 г. с.97-99.
3. A.V. Bogdanov, Thurein Kyaw Lwin, Myo Tun Tun, La Min Htut. System integration of heterogeneous complexes for scientific computing, based on the use of DB2 technology [текст] (Система интеграции гетерогенных комплексов для научных вычислений, основанных на использовании технологии DB2) // Proceedings of International Conference «Computer Science & Information Technologies», 28 September - 2 October, 2009, Yerevan, Armenia, p.397-399.
4. A.V.Bogdanov, Thurein Kyaw Lwin, A. Shuvalov, Soe Moe Lwin. Unconventional use of distributed Databases from server consolidation to consolidation resources [текст] (Нетрадиционное использование распределенных баз данных с сервера консолидации к консолидации ресурсов) // Distributed Computing and Grid Technologies in Science and Education: Proceedings of the 4th International Conf. (Dubna, June28-July 3, 2010). –Dubna: JINR, -p.75-81.
5. A.V.Bogdanov, A.B.Degtyarev, Thurein Kyaw Lwin, Soe Moe Lwin. Problem of Development complex multi-layered applications in distributed environment [текст] (Проблемы развития комплекса многослойных приложений в распределенной среде) // Distributed Computing and Grid Technologies in Science and Education: Proceedings of the 4th International Conf. (Dubna, June28-July 3, 2010). –Dubna: JINR, -p.51-57.
6. A.V.Bogdanov, Thurein Kyaw Lwin, Ye Myint Naing. Database Used for Consolidation of Cloud Computing [текст] (База данных используется для консолидации облачных вычислений) // CSIT-2011 International Conference. (Armenia, September 26-30,2011). p-237-239.