

# 25 лет прогнозов : что день грядущий нам готовит?

Сергей Кузнецов, ИСП РАН

# 25 лет прогнозов

- ▶ Future Directions in DBMS Research, 1988 г., Лагуна Бич, Калифорния
- ▶ NSF Invitational Workshop on the Future of Database Systems Research, Пало Альто, Калифорния, 1990
- ▶ NSF Workshop on the Future of Database Systems Research, Пало Альто, Калифорния, 1995
- ▶ Симпозиум "Strategic Directions in Computing Research", Кембридж, шт. Массачусетс, 1996
- ▶ The Asilomar Report on Database Research, Асиломар, неподалеку от г. Монтерей, Калифорния, 1998
- ▶ The Lowell Database Research Self Assessment, Лоуэлл, шт. Массачусетс, 2003
- ▶ The Claremont Report on Database Research, Berkeley, California, Claremont Resort, 2008
- ▶ The Beckman Report on Database Research, Irvine, California, Beckman Center of the University, 2013

# Laguna Beach Report (1)

- ▶ Future Directions in DBMS Research
- ▶ 1988 г., Лагуна Бич, Калифорния
- ▶ SIGMOD Record 18(1), 1989, 17-26
- ▶ Philip A. Bernstein, Umeshwar Dayal, David J. DeWitt, Dieter Gawlick, Jim Gray, Matthias Jarke, Bruce G. Lindsay, Peter C. Lockemann, David Maier, Erich J. Neuhold, Andreas Reuter, Lawrence A. Rowe, Hans-Jörg Schek, Joachim W. Schmidt, Michael Schrefl, and Michael Stonebraker
- ▶ <http://www.icsi.berkeley.edu/pubs/techreports/tr-88-001.pdf>
- ▶ Будущие направления исследований в области баз данных: десять лет спустя
- ▶ [http://citforum.ru/database/articles/future\\_01.shtml](http://citforum.ru/database/articles/future_01.shtml)

# Laguna Beach Report(2)

- ▶ Возможность широкого внедрения систем поддержки принятия решений по мере снижения цен аппаратуры
  - ▶ Теперь аналитика повсюду и в самых разных формах
- ▶ В области управления базами данных компьютеры общего назначения более перспективны, чем специализированная аппаратура
  - ▶ Специализированная аппаратура почти не используется
    - ▶ Appliances???
    - ▶ Oracle RAC???
    - ▶ Графические процессоры (Соколинский)???

# Laguna Beach Report (3)

- ▶ Реструктуризация ОС к виду, имеющему малое ядро с набором сервисов поверх его
  - ▶ Микроядерные архитектуры ОС так и не вошли в широкий обиход
    - ▶ Minix, Таненбаум
- ▶ Важно улучшить существующий ужасный интерфейс SQL для встроенных и динамических запросов
  - ▶ Все, как было

# Laguna Beach Report (4)

- ▶ Потребность в некоторых видах рекурсивных запросов, в частности, таких как запросы, выдающие транзитивные замыкания
  - ▶ Рекурсивные запросы в SQL давно доступны, но кто ими пользуется?
- ▶ Имеет смысл работать над стандартной моделью данных "следующего поколения"
  - ▶ SQL, ODMG и Третий манифест
  - ▶ За последние 15 лет ничего больше

# The "Lagunita" Report (1)

- ▶ NSF Invitational Workshop on the Future of Database Systems Research
- ▶ Пало Альто, Калифорния, 1990
- ▶ SIGMOD Record, Vol. 19, No. 4, December 1990
- ▶ <http://infolab.stanford.edu/~hector/lagi.ps>
- ▶ Michael Brodie, Peter Buneman, Mike Carey, Ashok Chandra, Hector Garcia-Molina, Jim Gray, Ron Fagin, Dave Lomet, Dave Maier, Marie Ann Niemat, Avi Silberschatz, Michael Stonebraker, Irv Traiger, Jeff Ullman, Gio Wiederhold, Carlo Zaniolo, and Maria Zemankov

# The "Lagunita" Report (2)

- ▶ Next-generation database applications will have little in common with today's business data processing databases
- ▶ They will
  - ▶ involve much more data,
  - ▶ require new capabilities including
    - ▶ type extensions,
    - ▶ multimedia support,
    - ▶ complex objects,
    - ▶ rule processing,
    - ▶ and archival storage,
  - ▶ and will necessitate rethinking the algorithms for almost all DBMS operations

# The "Lagunita" Report (3)

- ▶ Объемы данных действительно выросли
- ▶ Расширение системы типов используется слабо
- ▶ Сложные объекты под сомнением
- ▶ Системы правил слабо используются даже в PostgreSQL
- ▶ Про архивную память разговоров нет
- ▶ Про переделку алгоритмов не слышно

# The "Lagunita" Report (4)

- ▶ The cooperation between different organizations on common scientific, engineering, and commercial problems will require large-scale, heterogeneous, distributed databases
- ▶ Very difficult problems await in the areas of
  - ▶ inconsistent databases,
  - ▶ security,
  - ▶ and massive scale-up
- ▶ of distributed DBMS technology

# The "Lagunita" Report (4)

- ▶ По-моему, неоднородные распределенные базы данных, по крайней мере, не находятся в mainstream
  - ▶ Сейчас и раньше
- ▶ Массивно-параллельные аналитические СУБД
- ▶ Распределенные системы NoSQL
- ▶ Масштабируемость на переднем плане
- ▶ Согласованность в рамках теоремы CAP
- ▶ Про безопасность разговоров в этом контексте не слышно

# The "Lagunita" Report2 (1)

- ▶ NSF Workshop on the Future of Database Systems Research
- ▶ Пало Альто, Калифорния, 1995
- ▶ SIGMOD Record v. 25, No 1, 1996, 52-63
- ▶ <http://i.stanford.edu/pub/cstr/reports/cs/tr/96/1563/CS-TR-96-1563.pdf>
- ▶ Филипп Бернштейн (Phil Bernstein), Рон Брахман (Ron Brachman), Майкл Кери (Mike Carey), Рик Каттел (Rick Cattel), Гектор Гарсиа-Молина (Hector Garcia-Molina), Лаура Хаас (Laura Haas), Дейв Майер (Dave Maier), Джефф Наughtон (Jeff Naughton), Майкл Шварц (Michael Schwartz), Пат Селинджер (Pat Selinger), Ави Зильберштадт (Avi Silberschatz), Майк Стоунбрейкер (Mike Stonebraker), Джефф Ульман (Jeff Ullman), Патрик Вальдурец (Patrick Valduriez), Моше Варди (Moshe Vardi), Дженифер Вайдом (Jennifer Widom), Гио Вайдерхолд (Gio Wiederhold), Марианна Винслетт (Marianne Winslett), Мария Земанкова (Maria Zemankova)

# The "Lagunita" Report2 (2)

- ▶ Поддержка мультимедийных объектов
  - ▶ Третичная память
    - ▶ Не потребовалась
  - ▶ Новые типы данных
    - ▶ Не слишком много потребовалось
  - ▶ Запросы с нечеткими критериями
    - ▶ Исследования продолжаются, на практике не видно
  - ▶ Поддержка пользовательских интерфейсов
    - ▶ SQL расширен не был, других интерфейсов нет

# The "Lagunita" Report2 (3)

- ▶ Распределение информации
  - ▶ В целом проникновение технологии баз данных в Web было переоценено
  - ▶ Учет и расчеты
    - ▶ Близко в идеям расчета стоимости сервисов в облаках
  - ▶ Безопасность и конфиденциальность
    - ▶ Снова как в облаках
  - ▶ Репликация и согласование данных
    - ▶ Почти в чистом виде теорема CAP
  - ▶ Выборка и обнаружение данных
    - ▶ Для работы с плохо структурированными данными используются «поисковики» и NoSQL

# The "Lagunita" Report2 (4)

- ▶ Новые применения баз данных
  - ▶ Интеллектуальный анализ данных
    - ▶ Смесь OLAP и data mining, понималось еще плохо
  - ▶ Хранилища данных
    - ▶ Практически все сбылось (закачка данных, очистка и т.д.)
  - ▶ Репозитарии
    - ▶ Приложения, относящиеся к категории *репозитариев*, характеризуются тем, что они предназначаются для хранения и управления как данными, так и *метаданными*, т. е. информацией о структуре данных
    - ▶ Ничего подобного в практику не вошло

# Strategic Directions in Computing Research (1)

- ▶ Симпозиум "Strategic Directions in Computing Research"
- ▶ Лаборатория информатики Массачусетского технологического института (США) при поддержке ACM, National Science Foundation
- ▶ Кембридж, шт. Массачусетс, 1996
- ▶ ACM Computing Surveys, v.28, no.4, December 1996
- ▶ <https://cs.arizona.edu/~rts/pubs/CompSurvDec96.pdf>
- ▶ Х.Блейкли (Jose Blakeley), П.Бунеман (Peter Buneman), У.Дайал (Umesh Dayal), Т.Имилинский (Tomasz Imielinski), С.Джаджодиа (Sushil Jalodia), Х.Корт (Hank Korth), Г.Лохман (Guy Lohman), Д.Ломе (Dave Lomet), Д.Майер (Dave Maier), Ф.Манола (Frank Manola), Т.Озу (Tamer Ozsu), Р.Рамакришнан (Raghu Ramakrishnan), К.Рамамритан (Krithi Ramamritham), Х.Шек (Hans Scheck), А.Зильбершатц (Avi Silberschatz), Р.Снодграсс (Rick Snodgrass), Д.Ульман (Jeff Ullman), Д.Вайдом (Jennifer Widom) и С.Здоник (Stan Zdonik)

# Strategic Directions in Computing Research (2)

- ▶ Расширяемость и компонентизация
- ▶ Необходимо создать системы, которые дают возможность разработчику легко вводить новые типы данных, разработанные вне данной СУБД, которыми можно манипулировать внутри базы данных наравне с ее собственными полноправными типами
- ▶ Необходимо найти способы сделать архитектуру СУБД открытой таким образом, чтобы могли подключаться новые функциональные компоненты, и чтобы функциональные возможности системы базы данных могли конфигурироваться более гибкими способами в соответствии с потребностями приложений
- ▶ **На мой взгляд, в этом направлении продвижений не было**

# Strategic Directions in Computing Research (3)

- ▶ Оптимизация запросов
- ▶ Могут измениться критерии оптимизации
- ▶ В прошлом оптимизаторы пытались сократить полное время отклика путем сокращения общего расхода ресурсов (в котором доминирует, вероятно, число доступов к диску), требуемых для обработки запроса
- ▶ Пользователи могут пожелать минимизировать свои общие расходы на информацию, используя такие источники, которые являются более дешевыми, но могут иметь гораздо большее время отклика
- ▶ Оптимизаторы слишком сложны, чтобы реально позволить себе подобное разнообразие критериев

# Strategic Directions in Computing Research (4)

- ▶ Интеллектуальный анализ данных в базах данных
- ▶ Такие поисковые задачи, как генерация правил (ассоциаций правил), классификация и группирование, могут рассматриваться как случайные запросы, для которых необходимы новые семейства языков запросов
- ▶ К числу исследовательских задач в этой области относится разработка адекватного набора простых примитивов запросов и нового поколения методов оптимизации запросов
- ▶ На мой взгляд, **data mining** с базами данных так и не интегрирован
- ▶ Может быть, это не нужно?

# The Asilomar Report (1)

- ▶ The Asilomar Report on Database Research
- ▶ Асиломар, неподалеку от г. Монтерей, Калифорния, 1998
- ▶ SIGMOD Record v. 27, No 4, 1998, 74-80
- ▶ <http://www.sigmod.org/publications/sigmod-record/9812/asilomar.html>
- ▶ Phil Bernstein, Michael Brodie, Stefano Ceri, David DeWitt, Mike Franklin, Hector Garcia-Molina, Jim Gray, Jerry Held, Joe Hellerstein, H. V. Jagadish, Michael Lesk, Dave Maier, Jeff Naughton, Hamid Pirahesh, Mike Stonebraker, and Jeff Ullman

# The Asilomar Report (2)

- ▶ Системы управления базами данных в стиле "plug and play"
- ▶ Обеспечение самонастраиваемости систем баз данных, т.е. удаление мириадов параметров настройки производительности, которые должны определять пользователи в текущих продуктах
- ▶ Методы автоматического выбора индексов
- ▶ **Возились с этим много, достижения имеются, но идеала нет**
- ▶ Должно быть возможно подключить систему баз данных к сети компании или Internet и автоматически обеспечить раскрытие информации для всех других систем баз данных, доступных в сети, и взаимодействие с этими системами
- ▶ **Это осталось фантазией**

# The Asilomar Report (3)

- ▶ Объединение миллионов систем баз данных
- ▶ Нужны оптимизаторы запросов, которые могут эффективно работать с федеративными системами баз данных, состоящими из 1000 и большего числа узлов
- ▶ **Нет таких оптимизаторов, трудно и не оправданно**
- ▶ Система баз данных должна быть в состоянии быстро выдать грубый ответ, а затем постепенно совершенствовать его, останавливаясь, когда пользователь решит, что ответ "достаточно хорош"
- ▶ **Наверное, сделать это можно, но опять-таки сложно и не востребовано**

# The Asilomar Report (4)

- ▶ Переосмысление традиционной архитектуры систем баз данных
- ▶ Настало время переосмыслить базовые архитектурные предположения в свете появления среды, которая будет доступна в 2010-ом году
- ▶ Среда принципиально не изменилась, по-видимому, как раз сейчас пора переосмыслять архитектуру
  - ▶ SSD
  - ▶ Энергонезависимая память
  - ▶ Массивная мультиитредность

# The Lowell Report (1)

- ▶ The Lowell Database Research Self Assessment
- ▶ Лоуэлл, шт. Массачусетс, 2003
- ▶ Communications of the ACM, Volume 48 Issue 5, May 2005, Pages 111-118
- ▶ <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/gray/Lowell/LowellDatabaseResearchSelfAssessment.htm>
- ▶ Serge Abiteboul, Rakesh Agrawal, Phil Bernstein, Mike Carey, Stefano Ceri, Bruce Croft, David DeWitt, Mike Franklin, Hector Garcia Molina, Dieter Gawlick, Jim Gray, Laura Haas, Alon Halevy, Joe Hellerstein, Yannis Ioannidis, Martin Kersten, Michael Pazzani, Mike Lesk, David Maier, Jeff Naughton, Hans Schek, Timos Sellis, Avi Silberschatz, Mike Stonebraker, Rick Snodgrass, Jeff Ullman, Gerhard Weikum, Jennifer Widom, and Stan Zdonik

# The Lowell Report (2)

- ▶ Интеграция текста, данных, кода и потоков
- ▶ Пора прекратить встраивать новые конструкции в старую реляционную архитектуру
- ▶ Нужно переосмыслить базовую архитектуру СУБД с целью поддержки структурированных данных; текстовых, пространственных, темпоральных и мультимедийных данных; процедурных данных, т.е. типов данных и инкапсулирующих их методов; триггеров; потоков и очередей данных как равноправных компонентов первого сорта внутри архитектуры СУБД (как на уровне интерфейсов, так и на уровне реализации)
- ▶ Для исследовательского сообщества требуется выработка новой системы понятий
- ▶ Участники ожидают появления нескольких прототипов новой архитектуры СУБД в течение пяти лет

# The Lowell Report (3)

- ▶ Такой системы понятий не видно
- ▶ Вместо всего этого в ход пошло “one size doesn’t fit all”
- ▶ Специализированные СУБД
- ▶ Архитектура коренным образом не менялась

# The Lowell Report (4)

## ► Интеграция информации

- В Internet парадигма ETL не приемлема
- Теперь требуется производить интеграцию информации между несколькими предприятиями
- В результате потребуется интеграция, возможно, миллионов информационных источников «на лету»
- **Мне кажется, что интеграция «на лету» для анализа данных не слишком применяется**
- **По-прежнему используется ETL или анализ проводится над «сырыми» данными**

# The Lowell Report (5)

## ► Data Mining

- Проблемой data mining в области баз данных является разработка алгоритмов и структур данных для просеивания базы данных в поисках "жемчужин"
- Такая обработка должна вестись в фоновом режиме с потреблением остаточных системных ресурсов
- Другой важной проблемой является интеграция data mining с подсистемой поддержки запросов, оптимизацией и другими средствами базы данных, такими как триггеры
- Не очень заметно средств встраивания data mining внутрь СУБД
- Скорее расширяется набор средств OLAP

# The Claremont Report (1)

- ▶ The Claremont Report on Database Research
- ▶ Berkeley, California, Claremont Resort, 2008
- ▶ Communications of the ACM, Vol. 52, No. 6, 2009, Pages 56-65
- ▶ <http://db.cs.berkeley.edu/claremont/claremontreport08.pdf>
- ▶ Rakesh Agrawal, Anastasia Ailamaki, Philip A. Bernstein, Eric A. Brewer, Michael J. Carey, Surajit Chaudhuri, AnHai Doan, Daniela Florescu, Michael J. Franklin, Hector Garcia Molina, Johannes Gehrke, Le Gruenwald, Laura M. Haas, Alon Y. Halevy, Joseph M. Hellerstein, Yannis E. Ioannidis, Hank F. Korth, Donald Kossmann, Samuel Madden, Roger Magoulas, Beng Chin Ooi, Tim O'Reilly, Raghu Ramakrishnan, Sunita Sarawagi, Michael Stonebraker, Alexander S. Szalay, Gerhard Weikum

# The Claremont Report (2)

- ▶ Факторы
- ▶ **Повышение ажиотажа вокруг больших объемов данных**
- ▶ Это приводит к быстрому росту числа пользователей традиционных систем управления базами данных (СУБД), а также стимулирует разработку новых специализированных решений управления данными на основе упрощенных компонентов
- ▶ Повсеместное использование больших объемов данных приводит и к возрастанию числа разработчиков технологий управления данными, что, несомненно, вызовет коренную реорганизацию этой области
- ▶ One size ...
- ▶ NoSQL???

# The Claremont Report (3)

- ▶ Анализ данных как центр прибыли
- ▶ Опытные аналитики привлекаются к работе во все большем числе отраслей индустрии, и все чаще их интересуют возможности анализа необработанных данных
- ▶ В то же время к аналитической работе с данными склоняется и возрастающее число лиц, принимающих решения, которые не обладают технической подготовкой
- ▶ **Первое наблюдение истинно, второе - сомнительно**

# The Claremont Report (4)

- ▶ Повсеместность структурированных и неструктурированных данных
- ▶ Наблюдается взрывообразный рост объема структурированных данных, доступных в Web и корпоративных внутренних сетях
- ▶ Эти данные происходят из разнообразных источников, далеко не всегда из традиционных баз данных: большие объемы данных производятся при извлечении структурированной информации из текстов, источниками данных служат программные журналы и датчики, структурированные данные извлекаются при обходе сайтов Deep Web
- ▶ Мне кажется, что сильного продвижения здесь не видно
- ▶ Возможно, нет реальной потребности

# The Claremont Report (5)

- ▶ **Расширяющиеся требования разработчиков**
- ▶ Некоторые разработчики не хотят спускаться на уровень SQL и считают СУБД слишком тяжеловесными для изучения и использования по сравнению с другими компонентами с открытыми кодами
- ▶ Поскольку экосистема управления базами данных развивается для поддержки далеко не только типичных пользователей СУБД, возникают благоприятные возможности разработки новых моделей программирования и системных компонентов для управления данными и манипулирования ими
- ▶ **По моим наблюдениям, новые модели (например, Model-view-controller) достаточно ограниченны**
- ▶ **Серьезных продвижений не видно**

# The Claremont Report (6)

- ▶ Архитектурные изменения в области применения компьютеров
- ▶ На макроуровне фундаментальным изменения в архитектуре программного обеспечения сулит развитие «облачных» (cloud) компьютерных служб
- ▶ На микроуровне в компьютерных архитектурах закон Мура теперь трактуется в пользу не повышения тактовой частоты микропроцессоров, а увеличения числа процессорных ядер и потоков управления в одном кристалле
- ▶ Основные изменения в технологии хранения данных относятся к иерархии памяти в связи с доступностью большего числа кэшей увеличенного объема на одном кристалле, все более дешевой основной памяти большого объема и флэш-памяти
- ▶ SSD остаются недоиспользованными
- ▶ Что будет с энергонезависимой RAM?

# The Beckman Report (1)

- ▶ The Beckman Report on Database Research
- ▶ Irvine, California, Beckman Center of the University, 2013
- ▶ ACM SIGMOD Record, Volume 43 Issue 3, September 2014, Pages 61-70
- ▶ <http://beckman.cs.wisc.edu/beckman-report2013.pdf>
- ▶ Daniel Abadi, Rakesh Agrawal, Anastasia Ailamaki, Magdalena Balazinska, Philip A. Bernstein, Michael J. Carey, Surajit Chaudhuri, Je\_rey Dean, AnHai Doan, Michael J. Franklin, Johannes Gehrke, Laura M. Haas, Alon Y. Halevy, Joseph M. Hellerstein, Yannis E. Ioannidis, H.V. Jagadish, Donald Kossmann, Samuel Madden, Sharad Mehrotra, Tova Milo, Je\_rey F. Naughton, Raghu Ramakrishnan, Volker Markl, Christopher Olston, Beng Chin Ooi, Christopher Re, Dan Suciu, Michael Stonebraker, Todd Walter, Jennifer Widom

# The Beckman Report (2)

- ▶ Пять проблем Больших Данных:
  - ▶ масштабируемая инфраструктура больших/быстро поступающих данных;
  - ▶ преодоление разнородностей ландшафта управления данными;
  - ▶ сквозные управление и понимание данных;
  - ▶ облачные службы
  - ▶ и управление различными ролями людей в жизненном цикле данных

# The Beckman Report (3)

- ▶ Масштабируемые инфраструктуры больших/быстро поступающих данных
- ▶ Для обработки данных сверхбольшого объема с допустимым временем отклика потребуется очень высокий уровень параллелизма
- ▶ В эффективных стратегиях обработки запросов потребуется полностью использовать возможности крупных кластеров или многоядерных процессоров, обеспечивая и вертикальное, и горизонтальное масштабирование для удовлетворения потребностей приложений
- ▶ Для адаптации к характеристикам новых данных и сокращения расходов на перемещение данных на разных стадиях их анализа потребуется интеграция подсистем обработки запросов и подсистем взятия образцов данных, интеллектуального анализа данных и вычислений на основе машинного обучения

# The Beckman Report (4)

- ▶ Следует продолжать изучать способы использования специализированных процессоров, например, графических процессоров, программируемых логических интегральных схем и специализированных интегральных схем (*application-specific integrated circuit, ASIC*) для обработки очень крупных наборов данных
- ▶ Эти изменения технологий коммуникаций и обработки данных потребуют пересмотра параллельных и распределенных алгоритмов обработки запросов, которые традиционно ориентированы на более однородные аппаратные среды

# The Beckman Report (5)

- ▶ Нужно учиться применять появляющиеся технологии основной памяти и хранения данных
- ▶ По сравнению с массово используемыми магнитными дисками твердотельные диски дороже в расчете на сохраняемый гигабайт данных, но дешевле в расчете на операцию ввода/вывода
- ▶ Разрабатываются различные технологии энергонезависимой основной памяти со случайным доступом (non-volatile random-access memory, NV-RAM)
- ▶ Все они обладают разными характеристиками скорости, энергопотребления и износостойкости
- ▶ Нужно принимать во внимание как архитектуры с подключением устройств хранения данных к серверам, так и архитектуры с сетевым подключением подобных устройств

# The Beckman Report (6)

- ▶ Для обработки данных, поступающих со все возрастающими скоростями, потребуются новые масштабируемые технологии приема и обработки потоков данных
- ▶ При очень высокой скорости некоторых источников данных, часто при небольшой плотности данных потребуется обрабатывать некоторые данные в реальном времени без сохранения их в полном объеме
- ▶ Для таких данных скорее потребуется сохранение образцов или агрегатов, чтобы можно было выдавать ответы на некоторые категории запросов, поступающих, когда данные перестают быть доступными
- ▶ Для подобных данных все более важной будет непрерывная обработка запросов (progressive query processing) для обеспечения инкрементных и частных результатов с точностью, возрастающей по мере прохождения данных через конвейер

# The Beckman Report (7)

- ▶ Для данных, которые сохраняются, но обрабатываются не более одного раза, мало смысла использовать средства хранения и индексации системы баз данных
- ▶ Для таких данных больший смысл может иметь использование «схемы при чтении» (schema-on-read), чем традиционной «схемы при записи» (schema-on-write), которая приводит к излишним накладным расходам во время приема данных
- ▶ В это время может быть желательно просто сбросить в систему хранения набор бит, возвращаясь к ним, когда и если кому-либо понадобиться их проинтерпретировать
- ▶ К тому же, целесообразность способа интерпретации данных, получаемых в ответ на заданный запрос, может зависеть от этого запроса и поэтому может быть неизвестна во время записи данных

# The Beckman Report (8)

- ▶ Кроме существенно расширявшихся требований к анализу данных, сегодняшний мир выставляет новые требования к сбору, обновлению данных и поддержке быстрого (но простого) доступа к ним
- ▶ Стремление к обеспечению высоких скоростей сбора и обновления данных, не имеющих схемы, привело к разработке систем категории NoSQL
- ▶ На сегодняшнем ландшафте платформ Больших Данных имеется ряд таких систем, почти у каждой из которых имеется своя модель транзакций и согласованности данных
- ▶ В большинстве систем обеспечиваются только базовые возможности доступа к данным, а также слабые гарантии атомарности и изолированности, что затрудняет их использование для разработки надежных приложений
- ▶ В результате развивается новый класс систем Больших Данных, поддерживающих полноценные возможности в стиле систем баз данных и опирающихся на хранилища «ключ-значение» или аналогичные подложки

# The Beckman Report (9)

- ▶ Показателями масштабируемости должны служить не только объемы данных и скорость выполнения запросов, но и
  - ▶ совокупная стоимость владения (включая управление, использование энергии и т.д.),
  - ▶ скорость сквозной обработки (т.е. время от поступления сырых данных до потенциального получения аналитической информации),
  - ▶ уязвимость (например, возможность продолжать обработку данных в случае возникновения ошибок при разборе данных)
  - ▶ и простота использования (особенно для начинающих пользователей)
- ▶ Для оценки результатов при наличии этого расширенного набора показателей потребуются новые типы бенчмарков

# Спасибо, с Новым годом!

