

---

# Базы данных

---

Сергей Дмитриевич Кузнецов

Институт системного программирования  
РАН

[kuzloc@ispras.ru](mailto:kuzloc@ispras.ru)

# Общая структура курса

- Часть 1. Базы данных, СУБД и модели данных
- Часть 2. Реляционная модель данных
- Часть 3. Проектирование реляционных баз данных
- Часть 4. Алгоритмы и методы построения реляционных СУБД
- Часть 5. Модель данных SQL

# Часть 1. Базы данных, СУБД и модели данных (1)

- Назначение технологии баз данных.  
Функции и основные компоненты систем управления базами данных
  - Информационные системы и устройства внешней памяти
  - Файловые системы
  - Потребности информационных систем
  - Основные функции и компоненты СУБД

# Часть 1. Базы данных, СУБД и модели данных (2)

- Понятие модели данных. Обзор разновидностей моделей данных
  - Модель данных
  - Ранние модели данных
    - ✓ Модель данных инвертированных таблиц
    - ✓ Иерархическая модель данных
    - ✓ Сетевая модель данных
  - Неформальное введение в реляционную модель данных

# Часть 1. Базы данных, СУБД и модели данных (3)

- Понятие модели данных. Обзор разновидностей моделей данных
  - Современные модели данных
    - ✓ Объектно-ориентированная модель данных
    - ✓ Модель данных SQL
    - ✓ Истинная реляционная модель

## Часть 2. Реляционная модель данных (1)

- Реляционная модель данных. Понятия и определения. Основные свойства отношений. Целостность сущности и ссылок
  - Базовые понятия реляционных баз данных
  - Фундаментальные свойства отношений
  - Реляционная модель данных
    - ✓ Общая характеристика
    - ✓ Целостность сущности и ссылок

# Часть 2. Реляционная модель данных (2)

## ■ Реляционные алгебра и исчисление

### ➤ Алгебра Кодда

- ✓ Общая характеристика
- ✓ Замкнутость реляционной алгебры и операция переименования
- ✓ Особенности теоретико-множественных операций реляционной алгебры
- ✓ Специальные реляционные операции

### ➤ Реляционная алгебра А Кристофера Дейта и Хью Дарвена

- ✓ Базовые операции Алгебры А
- ✓ Полнота Алгебры А
- ✓ Избыточность Алгебры А

# Часть 2. Реляционная модель данных (3)

- Реляционные алгебра и исчисление
  - Реляционное исчисление кортежей
    - ✓ Кортёжные переменные
    - ✓ Правильно построенные формулы
    - ✓ Целевые списки и выражения реляционного исчисления
  - Реляционное исчисление доменов
    - ✓ Условия членства
    - ✓ Выражения исчисления доменов



# Часть 3. Проектирование реляционных баз данных (1)

- Проектирование реляционных баз данных на основе учета функциональных зависимостей. Вторая и третья нормальные формы отношений, нормальная форма Бойса-Кодда
  - Элементы теории функциональных зависимостей
    - ✓ Базовые определения и утверждения теории функциональных зависимостей
    - ✓ Декомпозиция без потерь и функциональные зависимости

## Часть 3. Проектирование реляционных баз данных (2)

- Проектирование реляционных баз данных на основе учета функциональных зависимостей. Вторая и третья нормальные формы отношений, нормальная форма Бойса-Кодда
  - Минимальные функциональные зависимости и вторая нормальная форма
  - Нетранзитивные функциональные зависимости и третья нормальная форма
    - ✓ Независимые проекции отношений. Теорема Риссанена

# Часть 3. Проектирование реляционных баз данных (3)

- Проектирование реляционных баз данных на основе учета функциональных зависимостей. Вторая и третья нормальные формы отношений, нормальная форма Бойса-Кодда
  - Перекрывающиеся возможные ключи и нормальная форма Бойса-Кодда
    - ✓ Всегда ли следует стремиться к BCNF?

# Часть 3. Проектирование реляционных баз данных (4)

- Проектирование реляционных баз данных: дальнейшая нормализация
  - Многозначные зависимости и четвертая нормальная форма
    - ✓ Теорема Фейджина
  - Зависимость проекции/соединения и пятая нормальная форма
    - ✓ N-декомпозируемые отношения

# Часть 3. Проектирование реляционных баз данных (5)

- Проектирование реляционных баз данных с использованием диаграмм «сущность-связь» и диаграмм классов языка UML
  - Семантические модели данных
  - Семантическая модель Entity-Relationship
    - ✓ Основные понятия ER-модели
    - ✓ Уникальные идентификаторы типов сущности
    - ✓ Нормальные формы ER-диаграмм
    - ✓ Более сложные элементы ER-модели (наследование)
    - ✓ Получение реляционной схемы из ER-диаграммы

# Часть 3. Проектирование реляционных баз данных (6)

- Проектирование реляционных баз данных с использованием диаграмм «сущность-связь» и диаграмм классов языка UML
  - Диаграммы классов языка UML
    - ✓ Основные понятия диаграмм классов UML
      - Классы, атрибуты, операции
      - Категории связей. Связь-зависимость
      - Связи-обобщения и механизм наследования классов в UML
      - Связи-ассоциации: роли, кратность, агрегация
    - ✓ Ограничения целостности и язык OCL
    - ✓ Получение схемы реляционной базы данных из диаграммы классов UML

# Часть 4. Алгоритмы и методы построения реляционных СУБД (1)

- Пример общей организации СУБД.  
Физическое представление реляционных баз данных во внешней памяти.  
Индексные структуры
  - Основные понятия, цели и общая организация System R
    - ✓ Цели System R и их связь с общей организацией системы
    - ✓ Организация внешней памяти в базах данных System R
    - ✓ Интерфейс RSS

## Часть 4. Алгоритмы и методы построения реляционных СУБД (2)

- Пример общей организации СУБД.  
Физическое представление реляционных баз данных во внешней памяти.  
Индексные структуры
  - Общие принципы организации данных во внешней памяти в SQL-ориентированных СУБД
    - ✓ Хранение таблиц
    - ✓ Индексы (B-деревья, хэширование)
    - ✓ Журнальная информация
    - ✓ Служебная информация



## Часть 4. Алгоритмы и методы построения реляционных СУБД (3)

- Методы управления транзакциями. Синхронизационные блокировки, временные метки и версии
  - Общее понятие транзакции и основные характеристики транзакций
    - ✓ Атомарность транзакций
    - ✓ Транзакции и целостность баз данных
    - ✓ Изолированность транзакций
    - ✓ Сериализация транзакций

# Часть 4. Алгоритмы и методы построения реляционных СУБД (4)

- Методы управления транзакциями. Синхронизационные блокировки, временные метки и версии
  - Методы сериализации транзакций
    - ✓ Синхронизационные блокировки
      - Гранулированные синхронизационные блокировки
      - Предикатные синхронизационные блокировки
    - ✓ Синхронизационные тупики, их распознавание и разрушение

## Часть 4. Алгоритмы и методы построения реляционных СУБД (5)

- Методы управления транзакциями. Сихронизационные блокировки, временные метки и версии
  - Метод временных меток
  - Методы сериализации транзакций на основе поддержки версий объектов базы данных
    - ✓ Версионный вариант алгоритма временных меток
    - ✓ Версионный вариант двухфазного протокола синхронизационных блокировок
    - ✓ Версионно-блокировочный протокол сериализации транзакций для поддержки только читающих транзакций

## Часть 4. Алгоритмы и методы построения реляционных СУБД (6)

- Средства журнализации и восстановления баз данных
  - Буферизация блоков базы данных в основной памяти и ее связь с журнализацией
    - ✓ Управление буферным пулом базы данных
    - ✓ Физическая синхронизация
    - ✓ Протокол упреждающей записи в журнал и его связь с буферизацией
  - Индивидуальный откат транзакции

## Часть 4. Алгоритмы и методы построения реляционных СУБД (7)

- Средства журнализации и восстановления баз данных
  - Восстановление после мягкого сбоя
    - ✓ Схема восстановления от точки физической согласованности
    - ✓ Восстановление физической согласованности базы данных
      - Теневой механизм
      - Журнализация постраничных изменений
    - ✓ Восстановление базы данных после жесткого сбоя

# Часть 5. Модель данных SQL (1)

- История стандарта языка SQL. Типы данных. Средства языка SQL для определения и изменения доменов, базовых таблиц и ограничений целостности
  - История стандарта SQL и структура языка
    - ✓ Этапы процесса стандартизации языка SQL
    - ✓ Структура языка SQL

---

## Часть 5. Модель данных SQL (2)

- История стандарта языка SQL. Типы данных. Средства языка SQL для определения и изменения доменов, базовых таблиц и ограничений целостности
  - Типы данных SQL
    - ✓ Точные числовые типы, приближенные числовые типы, типы символьных и битовых строк, темпоральные типы, Булевский тип, типы коллекций, анонимные строчные типы, типы, определяемые пользователем, ссылочные типы

## Часть 5. Модель данных SQL (3)

- История стандарта языка SQL. Типы данных. Средства языка SQL для определения и изменения доменов, базовых таблиц и ограничений целостности
  - Средства определения, изменения и ликвидации доменов
  - Средства определения, изменения и ликвидации базовых таблиц
  - Средства определения и отмены общих ограничений целостности



# Часть 5. Модель данных SQL (4)

- Базовые возможности выборки данных в языке SQL
  - Общая структура оператора выборки в языке SQL
    - ✓ Семантика оператора выборки
    - ✓ Ссылки на таблицы раздела FROM
      - Табличное выражение, спецификация запроса и выражение запросов
      - Ссылки на базовые, представляемые и порождаемые таблицы
  - Представляемые таблицы, или представления

---

# Часть 5. Модель данных SQL (5)

- Базовые возможности выборки данных в языке SQL
  - Логические выражения раздела WHERE
    - ✓ Предикат сравнения, предикат between, предикат null, предикат in, предикат like, предикат similar, предикат exists, предикат unique, предикат overlaps, предикат сравнения с квантором, предикат match, предикат distinct
  - Логические выражения раздела HAVING

# Часть 5. Модель данных SQL (6)

- Базовые возможности модификации баз данных в языке SQL
  - Базовые средства манипулирования данными
    - ✓ Оператор INSERT для вставки строк в существующие таблицы
    - ✓ Оператор UPDATE для модификации существующих строк в существующих таблицах
    - ✓ Оператор DELETE для удаления строк в существующих таблицах

# Часть 5. Модель данных SQL (7)

- Базовые возможности модификации баз данных в языке SQL
  - Представления, над которыми возможны операции обновления
    - ✓ Представления, допускающие применение операций обновления, в стандарте SQL/92
    - ✓ Представления, допускающие применение операций обновления, в стандарте SQL:1999
    - ✓ Раздел WITH CHECK OPTION определения представления
    - ✓ Исторический очерк

---

# Часть 5. Модель данных SQL (8)

- Базовые возможности модификации баз данных в языке SQL
  - Операции обновления баз данных и механизм триггеров
    - ✓ Понятие триггера в SQL:1999
    - ✓ Синтаксис определения триггеров и типы триггеров
    - ✓ Выполнение триггеров
    - ✓ Триггеры и ссылочные действия

# Часть 5. Модель данных SQL (9)

- Механизмы авторизации доступа и управления подключениями, сессиями и транзакциями в языке SQL
  - Поддержка авторизации доступа к данным в языке SQL
    - ✓ Пользователи и роли
    - ✓ Использование идентификаторов пользователей и имен ролей
    - ✓ Создание и ликвидация ролей
    - ✓ Передача привилегий и ролей
    - ✓ Изменение текущих идентификаторов пользователей и имен ролей
    - ✓ Аннулирование привилегий и ролей

# Часть 5. Модель данных SQL (10)

- Механизмы авторизации доступа и управления подключениями, сессиями и транзакциями в языке SQL
  - Управление транзакциями в SQL
    - ✓ Порождение транзакций в SQL
    - ✓ Уровни изоляции SQL-транзакции
    - ✓ Завершение транзакций
    - ✓ Транзакции и ограничения целостности
    - ✓ Точки сохранения

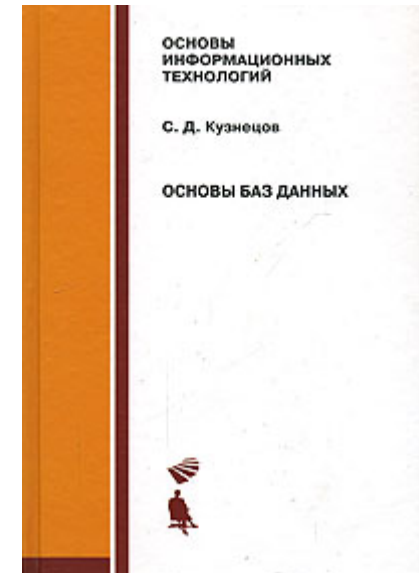
# Часть 5. Модель данных SQL (11)

- Механизмы авторизации доступа и управления подключениями, сессиями и транзакциями в языке SQL
  - Подключения и сессии
    - ✓ Установление соединений
    - ✓ Операторы SQL для управления соединениями
      - Оператор CONNECT
      - Оператор SET CONNECTION
      - Оператор DISCONNECT



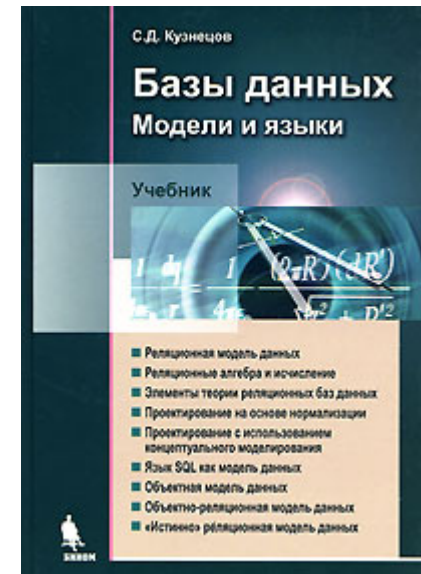
# Литература (1)

**С.Д. Кузнецов. Основы баз данных.  
Учебное пособие. 2-е издание.  
М., Бином. Лаборатория знаний,  
Интернет-университет  
информационных технологий, 2007 г.**



# Литература (2)

**С.Д. Кузнецов. Базы данных. Модели и языки. М., Бином-Пресс, 2008 г.**



---

## Литература (3)

- <http://citforum.ru/database/>
- Классика баз данных  
<http://citforum.ru/database/classics/>
- Сергей Кузнецов. Базы данных. Вводный курс  
[http://citforum.ru/database/advanced\\_intro/](http://citforum.ru/database/advanced_intro/)
- Сергей Кузнецов. Основы современных баз данных  
<http://citforum.ru/database/osbd/contents.shtml>

# Литература (4)

**Дейт К. Дж., Дарвен Х. Основы будущих систем баз данных. Третий манифест. Перевод с английского. М., Янус-К 2004 г.**

