

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

О.Л. Голицына
Н.В. Максимов
И.И. Попов

Базы данных

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ – БАКАЛАВРИАТ

серия основана в 1996 г.



О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов

БАЗЫ ДАННЫХ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

4-е издание, переработанное и дополненное

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по образованию
в области прикладной информатики в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика»*

Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com



Москва

2025

ИНФРА-М

УДК 004.6(075.8)
ББК 32.973я73
Г60

Рецензенты:

С.Л. Косяченко — доктор технических наук, профессор Российского государственного гуманитарного университета;

Л.Н. Сысоева — кандидат технических наук, доцент Российского государственного гуманитарного университета

Голицына О.Л.

Г60 Базы данных : учебное пособие / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2025. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат).

ISBN 978-5-00091-516-5 (ФОРУМ)

ISBN 978-5-16-013604-2 (ИНФРА-М, print)

ISBN 978-5-16-107544-9 (ИНФРА-М, online)

В пособии рассмотрены основные подходы и направления развития систем баз данных. Анализируются классические машинно ориентированные формы представления информации и данных. Рассматриваются типовые модели физической и логической организации данных, архитектура средств доступа к данным. Достаточно подробно представлены возможности SQL как базового языка для работы с реляционными базами данных. Большое внимание уделено проблемам моделирования и проектирования баз данных.

Учебное пособие соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования последнего поколения.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика», и учащихся техникумов и колледжей.

УДК 004.6(075.8)
ББК 32.973я73

ISBN 978-5-00091-516-5 (ФОРУМ)

ISBN 978-5-16-013604-2 (ИНФРА-М, print)

ISBN 978-5-16-107544-9 (ИНФРА-М, online)

© Голицына О.Л., Максимов Н.В.,
Попов И.И., 2016

© ФОРУМ, 2016

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В БАЗЫ И БАНКИ ДАННЫХ	10
1.1. Понятие базы и банка данных	10
1.2. Компоненты банка данных	14
1.2.1. Информационная база	14
1.2.2. Лингвистические средства	16
1.2.3. Программные средства	18
1.2.4. Технические средства	20
1.2.5. Организационно-административные подсистемы	21
1.3. Пользователи баз данных	21
1.4. Типология баз данных	22
1.4.1. Фактографические и документальные БД	23
1.4.2. Операционные и справочно-информационные БД. Хранилища данных	25
1.4.3. Типология баз данных с точки зрения информационных процессов	27
1.5. Семантика баз данных	29
Глава 2. ОСНОВЫ ФАКТОГРАФИЧЕСКИХ БД	37
2.1. Типология свойств и связей объекта	38
2.2. Многоуровневые модели предметной области	39
2.3. Идентификация объектов и записей	43
2.4. Поиск записей	45
2.5. Представление предметной области и модели данных	49
2.6. Основные понятия реляционной модели данных	52

2.7. Основы реляционной алгебры	55
2.8. Реляционное исчисление	61
Глава 3. БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МАШИННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ	64
3.1. Введение в технологии машинной обработки данных и основные определения	64
3.2. Примерная схема организации файлового ввода-вывода	67
3.3. Эволюция концепций обработки данных	70
3.3.1. Простые (линейные) файлы данных (начало 1960-х гг.)	70
3.3.2. Методы доступа к записям (конец 1960-х гг.)	71
3.3.3. Первые системы управления данными (начало 1970-х гг.)	73
3.3.4. Системы управления базами данных	74
3.4. Схема управления данными в СУБД	76
3.5. Особенности и компромиссы реализаций баз данных	77
Глава 4. МОДЕЛИ И ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ	81
4.1. Стадии проектирования и объекты моделирования	81
4.2. Системный анализ предметной области	87
4.3. Концептуальные модели	91
4.4. Логические модели	92
4.5. Физические модели	93
4.6. Подходы к проектированию базы данных	94
4.7. Средства автоматизации проектирования	95
4.8. Типология моделей	98
Глава 5. КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	101
5.1. Анализ предметной области — определение информационных потребностей пользователей	101

5.2. Критерии оценки концептуальной модели и проверка на адекватность	104
5.3. Модель «Сущность — связь»	105
5.3.1. Сущность и свойство сущности	107
5.3.2. Связи между сущностями	108
5.3.3. Супертип и подтип	110
5.3.4. Нотации ER-диаграмм	111
5.4. Функциональная модель IDEF0	117
5.5. Метод моделирования IDEF3	119
5.6. Диаграммы потоков данных	122
Глава 6. ЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ БД	125
6.1. Модели на основе записей	125
6.2. Реляционная модель данных	128
6.2.1. Целостность данных	128
6.2.2. Правила Кодда	129
6.2.3. Нормализация отношений	131
6.2.4. Нормальные формы отношений	135
6.2.5. Процедура нормализации	137
6.2.6. Получение реляционной схемы из ER-диаграммы ...	138
6.3. Постреляционная модель данных	142
6.4. Объектно ориентированная модель данных	143
6.5. Технологии обработки данных на основе XML	145
6.5.1. XML и реляционная модель данных	147
6.5.2. Представление связей с помощью XML	149
6.6. Многомерная модель данных	149
6.7. Колоночные БД	151
6.8. Темпоральные базы данных	152
6.9. Преимущества и недостатки моделей	154
6.10. Документальные системы и интеграция моделей	155
Глава 7. ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЯЦИОННОЙ , БАЗЫ ДАННЫХ	157
7.1. Восходящее проектирование (универсальное отношение) ..	158
7.2. Нисходящее проектирование	163

7.2.1. Построение инфологической модели	163
7.2.2. Построение реляционной схемы	166
Глава 8. УПРАВЛЕНИЕ РЕЛЯЦИОННЫМИ БАЗАМИ ДАННЫХ	173
8.1. Язык определения данных	173
8.2. Язык манипулирования данными	175
8.3. SQL	177
8.4. QBE и создание запросов на выборку данных	180
8.5. Языки 4GL	183
Глава 9. ВВЕДЕНИЕ В SQL	186
9.1. Основные понятия и компоненты	186
9.1.1. Инструкции и имена	186
9.1.2. Типы данных	187
9.1.3. Встроенные функции	192
9.1.4. Значения NULL	193
9.2. Ограничения целостности	194
9.2.1. Первичный ключ таблицы	194
9.2.2. Внешний ключ таблицы	195
9.2.3. Определение уникального столбца	198
9.2.4. Определение проверочных ограничений	199
9.2.5. Определение значения по умолчанию	200
9.3. Управление таблицами	200
9.3.1. Команда создания таблицы — CREATE TABLE	200
9.3.2. Изменение структуры таблицы — команда ALTER TABLE	207
9.3.3. Удаление таблиц — команда DROP TABLE	211
9.4. Управление данными	212
9.4.1. Извлечение данных — команда SELECT	212
9.4.2. Добавление данных — команда INSERT	248
9.4.3. Изменение данных — команда UPDATE	253
9.4.4. Удаление данных — команда DELETE	255

Глава 10. ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ БАЗ ДАННЫХ	257
10.1. Организация данных на машинных носителях	257
10.1.1. Типы записей	258
10.1.2. Организация файлов — способ размещения записей	260
10.1.3. Способы адресации и методы доступа к записям	262
10.1.4. Схемы организации данных на внешних носителях	266
10.2. Структуры данных	269
10.2.1. Линейные структуры данных	270
10.2.2. Нелинейные структуры данных	272
10.3. Физическое представление иерархических структур	276
10.3.1. Физически последовательное размещение	277
10.3.2. Левосписковые структуры с пополнениями	278
10.3.3. Использование указателей на «подобные» и «порожденные»	279
10.4. Физическое представление сетевых структур	280
10.4.1. Физически последовательное размещение	281
10.4.2. Использование указателей	281
10.5. Физическое представление с разделением данных и связей	283
10.6. Архитектура файловой организации баз данных	285
10.6.1. Файл-ориентированная организация данных	286
10.6.2. Страничная организация данных	287
10.7. Модели распределения данных по физическим носителям	288
10.8. Формы организации индексов	291
10.8.1. Типы индексов прямой формы	292
10.8.2. Типы индексов инвертированной формы	297
Глава 11. РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ	302
11.1. Основные условия и требования к распределенной обработке данных	302
11.2. Архитектура распределенной обработки данных	305
11.2.1. Базовые архитектуры распределенной обработки	306

11.2.2. Архитектура сервера баз данных	311
11.3. Технологии и средства доступа к удаленным БД	314
11.3.1. Программное обеспечение распределенных приложений	314
11.3.2. Доступ к базам данных в двухзвенных моделях «клиент—сервер»	317
11.4. Корпоративные серверы приложений	325
11.5. Доступ к данным с помощью ADO.NET	328
Глава 12. ТРАНЗАКЦИИ И ЦЕЛОСТНОСТЬ БД	331
12.1. Модели транзакций	332
12.1.1. Автоматическое выполнение транзакций	333
12.1.2. Управляемое выполнение транзакций	334
12.2. Журнал транзакций	335
12.3. Параллельное выполнение транзакций	337
12.3.1. Пропавшие обновления	337
12.3.2. Чтение «грязных» данных	339
12.3.3. Чтение несогласованных данных	340
12.3.4. Строки-призраки	341
12.4. Сериализация транзакций	341
12.5. Захват и освобождение объекта	342
Глава 13. УПРАВЛЕНИЕ БАЗАМИ ДАННЫХ В СУБД	345
13.1. Планирование БД	346
13.2. Управление доступом	348
13.2.1. Тип подключения к SQL Server	349
13.2.2. Пользователи базы данных	349
13.2.3. Роли	351
13.3. Управление обработкой. Представления, хранимые процедуры, триггеры	353
13.3.1. Представления	354
13.3.2. Хранимые процедуры	355
13.3.3. Триггеры	356
13.4. Управление транзакциями	358
13.5. Резервное копирование и восстановление	360

Литература	363
Глоссарий	365
Приложения. Примеры организации данных фактографических и документальных БД	371
Приложение 1. Физическая структура данных в dBase	371
Структура основного файла базы данных (тип .DBF)	371
Структура мето-файла (тип .FPT)	372
Структура индексного файла (тип .IDX)	373
Структура компактного индексного файла (тип .IDX)	375
Приложение 2. Физическая структура данных в MS SQL Server ..	377
Страницы размещения	379
Текстовые страницы	381
Индексы	382
Организация и оптимизация доступа к данным	383
Приложение 3. Физическая структура данных в СУБД Oracle ...	384
Приложение 4. Документальная информационно-поисковая система	388