



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА \_\_\_\_\_ «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

# РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## *К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ*

### *НА ТЕМУ:*

«Классификация методов построения  
индексов в базах данных»

Студент:	<u>ИУ7-73Б</u> (группа)	_____ (подпись, дата)	<u>М. Д. Маслова</u> (И. О. Фамилия)
Преподаватель:		_____ (подпись, дата)	<u>А. А. Оленев</u> (И. О. Фамилия)

2022 г.

## **РЕФЕРАТ**

Расчетно-пояснительная записка 12 с., 2 рис., 0 табл., 4 источн., 1 прил.

Ключевые слова:

Краткое описание

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>РЕФЕРАТ</b>	<b>3</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>5</b>
<b>1 Анализ предметной области</b>	<b>6</b>
1.1 Основные определения	6
1.2 Типы индексов	7
<b>2 Описание существующих решений</b>	<b>9</b>
2.1 Индексы на основе деревьев поиска	9
2.1.1 В-деревья	9
2.1.2 $B^+$ -деревья	9
2.1.3 «ИДругие»-деревья	9
2.2 Индексы на основе хеш-таблиц	9
2.3 Индексы на основе битовых карт	9
<b>3 Классификация существующих решений</b>	<b>10</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>11</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>12</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### ***АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ***

Целью данной работы является ***классификация методов построения индексов в базах данных***.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

- описываются методы построения индексов в базах данных;
- предлагаются и обосновываются критерии оценки качества описанных методов;
- сравниваются методы по предложенным критериям оценки;
- выделяются методы, показывающие лучшие результаты по одному или нескольким критериям.

# 1 Анализ предметной области

## 1.1 Основные определения

*Индекс* — это некоторая структура, обеспечивающая быстрый поиск записей в базе данных [1]. Индекс определяет соответствие значения атрибута или набора атрибутов — *ключа поиска* — конкретной записи с местоположением этой записи [2]. Это соответствие организуется с помощью индексных записей. Каждая из них соответствует записи в *индексируемой таблице* — таблице, по которой строится индекс — и содержит два поля: идентификатор записи или указатель на нее, а также значение индексированного поля в этой записи [3].

Индексы могут использоваться для поиска по конкретному значению или диапазону значений, а также для проверки существования элемента в таблице, однако обеспечение уменьшения времени доступа к записям в общем случае достигается за счет [2]:

- упорядочивания индексных записей по ключу поиска, что уменьшает количество записей, которые необходимо просмотреть;
- а также меньшего размера индекса по сравнению с индексируемой таблицей, сокращающего время чтения одного элемента.

В то же время индекс является структурой, которая строится в дополнение к существующим данным, то есть он занимает дополнительный объем памяти и должен соответствовать текущим данным. Последнее значит, что индекс необходимо изменять при вставке или удалении элементов, на что затрачивается время, поэтому индекс, ускоряя работу СУБД при доступе к данным, замедляет операции изменения таблицы, что необходимо учитывать [4].

Таким образом, индекс может описываться: [2]:

- *типом доступа* — поиск записей по атрибуту с конкретным значением, или со значением из указанного диапазона;
- *временем доступа* — время поиска записи или записей;
- *временем вставки*, включающее время поиска правильного места вставки, а также время для обновления индекса;
- *временем удаления*, аналогично вставке, включающее время на поиск удаляемого элемента и время для обновления индекса;
- *дополнительной памятью*, занимаемая индексной структурой.

## 1.2 Типы индексов

Типы индексов выделяют по нескольким признакам. По *типу ключа поиска* индексы делятся на:

- первичные — по первичному ключу ???,
- вторичные — по всем остальным атрибутам;

По порядку записей в индексируемой таблице индексы делятся на кластеризованные и некластеризованные. В *кластеризованных* индексах логический порядок ключей определяет физическое расположение записей, а так как строки в таблице могут быть упорядочены только в одном порядке, то кластеризованный индекс может быть только один на таблицу. Логический порядок *некластеризованных* индексов не влияет на физический, и индекс содержит указатели на записи таблицы.

Также индексы делятся на плотные и разреженные. Плотные индексы содержат ключ поиска и указатель на первую запись с заданным ключом поиска. При этом в кластеризованных индексах другие записи с заданным ключом будут лежать сразу после первой записи, так как записи в таких файлах отсортированы по тому же ключу. Плотные некластеризованные индексы должны содержать список указателей на каждую запись с заданным ключом поиска.(рисунок 1.1).

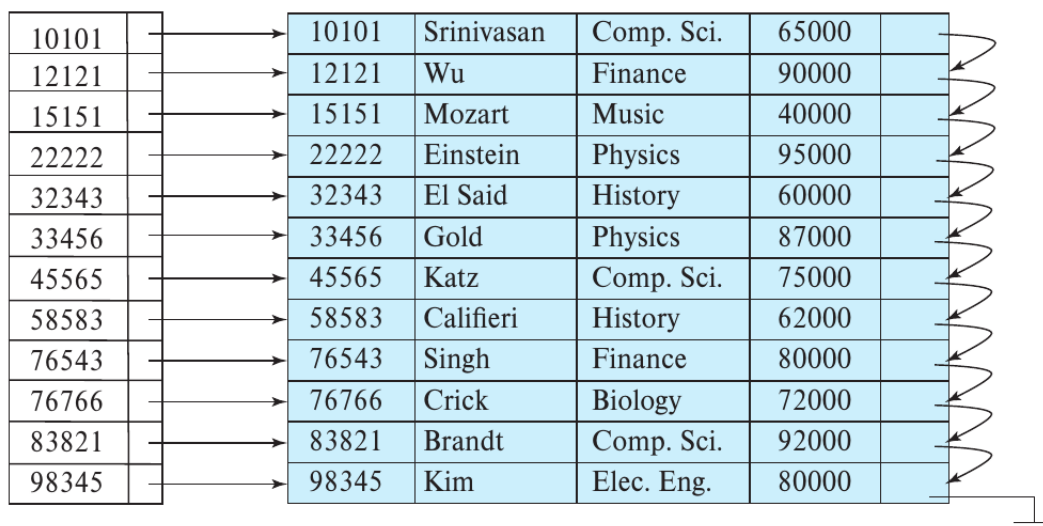


Рисунок 1.1 – Плотный индекс

В разреженных индексах записи содержат только некоторые значения ключа поиска, а для доступа к элементу отношения ищется запись индекса с

наибольшим меньшим или равным значением ключа поиска, происходит переход по указателю на первую запись по найденному ключу и далее по указателям в файле происходит поиск заданной записи. Таким образом, разреженные индексы могут быть построены только на отсортированных последовательностях записей, иначе хранения только некоторых ключей поиска будет недостаточно, так как будет неизвестно, после записи, с каким ключом будет лежать необходимый элемент отношения. (рисунок 1.2);

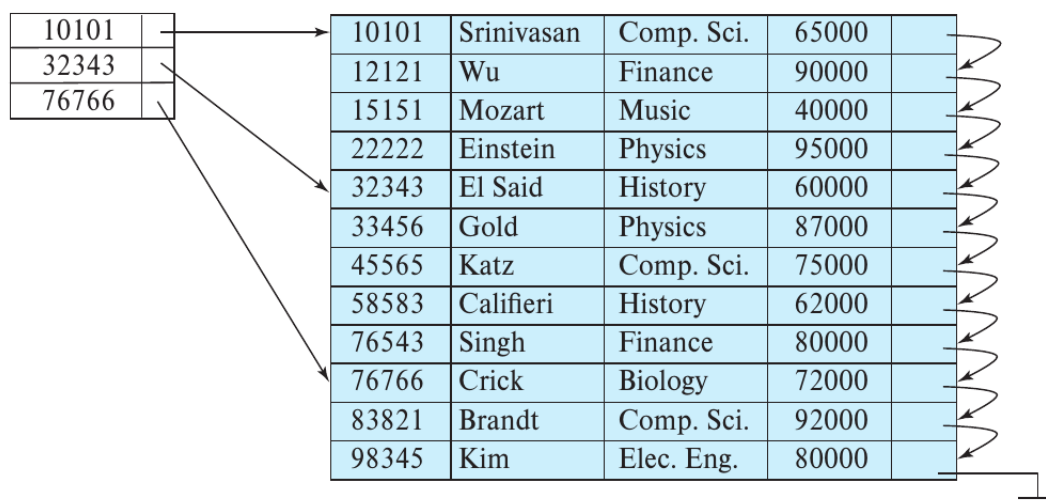


Рисунок 1.2 – Разреженный индекс

Поиск с помощью неразреженных индексов быстрее, так как указатель в записи индекса сразу приводит к необходимым записям. Однако разреженные индексы требуют меньше дополнительной памяти и сокращают время поддержания структуры индекса в актуальном состоянии при вставке или удалении.

По количеству уровней:

- одноуровневые ... (рисунок ??),
- многоуровневые ... (рисунок ??);

По структуре индексы подразделяются на

- упорядоченные, на основе деревьев поиска,
- хеш-индексы,
- индексы, на основе битовых карт.

Построение структур каждого из приведенных типов индекса рассматривается в отдельном разделе, так как именно оно исследуется в данной работе.

## **2 Описание существующих решений**

### **2.1 Индексы на основе деревьев поиска**

#### **2.1.1 В-деревья**

#### **2.1.2 $B^+$ -деревья**

#### **2.1.3 «ИДругие»-деревья**

### **2.2 Индексы на основе хеш-таблиц**

### **2.3 Индексы на основе битовых карт**



### **3 Классификация существующих решений**

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Григорьев Ю. А., Плутенко А. Д., Плужникова О. Ю.* Реляционные базы данных и системы NoSQL: учебное пособие. — Благовещенск : Амурский гос. ун-т, 2018. — С. 424.
2. *Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S.* Database System Concepts. — New York : McGraw-Hill, 2020. — С. 1344.
3. *Эдвард Сьоре.* Проектирование и реализация систем управления базами данных. — М. : ДМК Пресс, 2021. — С. 466.
4. *Осинов Д. Л.* Технологии проектирования баз данных. — М. : ДМК Пресс, 2019. — С. 498.