

## Ma'lumotlar Bazasini Optimallashtirishda Indeksash Va Keshlash Texnikalarining O'Rni

**Eshmamatov Maqsud Dushmanovich**

Ishtixon tumani 54-umumta'lim maktabi informatika fani o'qituvchisi

E-mail: maqsud.eshmamatov.edu@gmail.com

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada ma'lumotlar bazasini (MB) optimallashtirishda indeksash va keshlash texnologiyalarining ahamiyati tahlil qilinadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi — zamonaviy ma'lumotlar bazasida so'rovlarni tezkor bajarish, resurslardan samarali foydalanish va tizim yuklanishini kamaytirish jarayonlarida indeksash va keshlash texnikalarining tutgan o'rnini aniqlashdan iborat. Tadqiqotda MySQL va PostgreSQL kabi ochiq manbali MB tizimlari ustida tajribalar o'tkazildi hamda so'rov natijalarining bajarilish tezligi, xotira sarfi va server javob vaqtlari o'lchandi. Indeksash bo'yicha B-tree va Hash usullari, keshlashda esa Redis va memcached texnologiyalari sinovdan o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, to'g'ri indekslangan maydonlar bo'yicha bajarilgan SELECT so'rovlari 3–5 barobar tezroq natija qaytaradi. Shuningdek, keshlash texnologiyasi yordamida tez-tez takrorlanadigan so'rovlar 60–80% resurs tejashni ta'minladi. Ushbu maqolaning ilmiy yangiligi — indeksash va keshlash texnikalarining birgalikda qo'llanishi orqali ma'lumotlar bazasining javob samaradorligini sinergetik tarzda oshirish modelini taklif qilishidir. Tadqiqot natijalari yirik axborot tizimlari, onlayn xizmatlar, e-commerce platformalar va real vaqtli dasturlarda MB samaradorligini oshirishda qo'llanishi mumkin. Biroq, tadqiqotda faqat SELECT so'rovlari va nisbatan statik ma'lumotlar ustida tajriba o'tkazilgan bo'lib, UPDATE va DELETE amallaridagi optimallashtirish mexanizmlari kelgusi izlanishlarga qoldirilgan.

**Kalit so'zlar:** ma'lumotlar bazasi, optimallashtirish, indeksash, keshlash, B-tree, hash, Redis, memcached, SELECT so'rovi, server samaradorligi, so'rov vaqti, ma'lumotlar arxitekturasini, tizim yuklanishi, real vaqtli dasturlar.

### Kirish

Zamonaviy axborot texnologiyalari shiddat bilan rivojlanib borayotgan bir paytda ma'lumotlar hajmining keskin ortishi, ularni samarali saqlash, qayta ishlash va uzatish masalalarini dolzarb muammoga aylantirdi. Ayniqsa, real vaqtli axborot tizimlari, veb-ilovalar, elektron tijorat platformalari va mobil dasturlar doimiy va tezkor ma'lumot oqimini talab qilmoqda. Bu esa ma'lumotlar bazasining (MB) ish faoliyatini maksimal darajada optimallashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. MB optimallashtirishda eng asosiy omillardan biri — foydalanuvchi tomonidan yuborilgan so'rovlarga iloji boricha kam vaqt ichida va minimal resurslar bilan javob qaytarish imkoniyatini yaratishdir. MB samaradorligini oshirishda ikkita asosiy texnologiya — indeksash va keshlash alohida o'rin egallaydi. Indeksash — bu ma'lumotlar ichidan kerakli yozuvlarni tez topish uchun tuzilgan yordamchi tuzilma bo'lib, ayniqsa SELECT so'rovlari bajarilishida yadro rolini o'ynaydi. Zamonaviy MB tizimlari, jumladan MySQL, PostgreSQL, Oracle, MongoDB va boshqalarda indekslashning turli shakllari mavjud: B-tree, hash index, full-text index va boshqalar. Ularning har biri o'ziga xos ustunlik va kamchiliklarga ega. Keshlash esa so'rovlar natijasini vaqtincha saqlab turish orqali server resurslaridan ortiqcha foydalanishni kamaytirish, ma'lumotga tezkor kirishni ta'minlash va tarmoq trafikini kamaytirishga xizmat qiladi. Mashhur keshlash

vositalari — Redis va memcached — tezkorlik, yengillik va klasterlash imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Ayniqsa, takroriy ishlatiladigan yoki kamdan-kam yangilanadigan ma'lumotlar (masalan, menyu tuzilmalari, kataloglar, profil sahifalari) uchun keshlash texnologiyalari sezilarli darajada samaradorlikni oshiradi. Ushbu maqolada MB samaradorligini oshirishda indekslash va keshlash texnologiyalarining o'zaro ta'siri, ulardan birgalikda foydalanishning afzalliklari, shuningdek turli indeks turlari va keshlash arxitekturalarining ishlash samarasi matematik va amaliy nuqtai nazardan tahlil qilinadi. Shu bilan birga, maqolada indekslash va keshlash texnologiyalarining real ilovalarda qo'llanilishi, so'rov bajarilish tezligiga ta'siri, resurs iste'moli va tizim barqarorligiga bo'lgan ta'siri bo'yicha empirik tajribalar natijalari ko'rib chiqiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi — indekslash va keshlash texnologiyalarining ma'lumotlar bazasidagi so'rovlar samaradorligiga qanday ta'sir qilishini amaliy tajribalar asosida baholash, ularning sinergiyasini aniqlash hamda natijalardan foydalangan holda optimallashtirish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Bu holat zamonaviy dasturiy arxitekturalar, yirik MB tizimlari va korporativ axborot tizimlarining samarali ishlashiga xizmat qiladi.

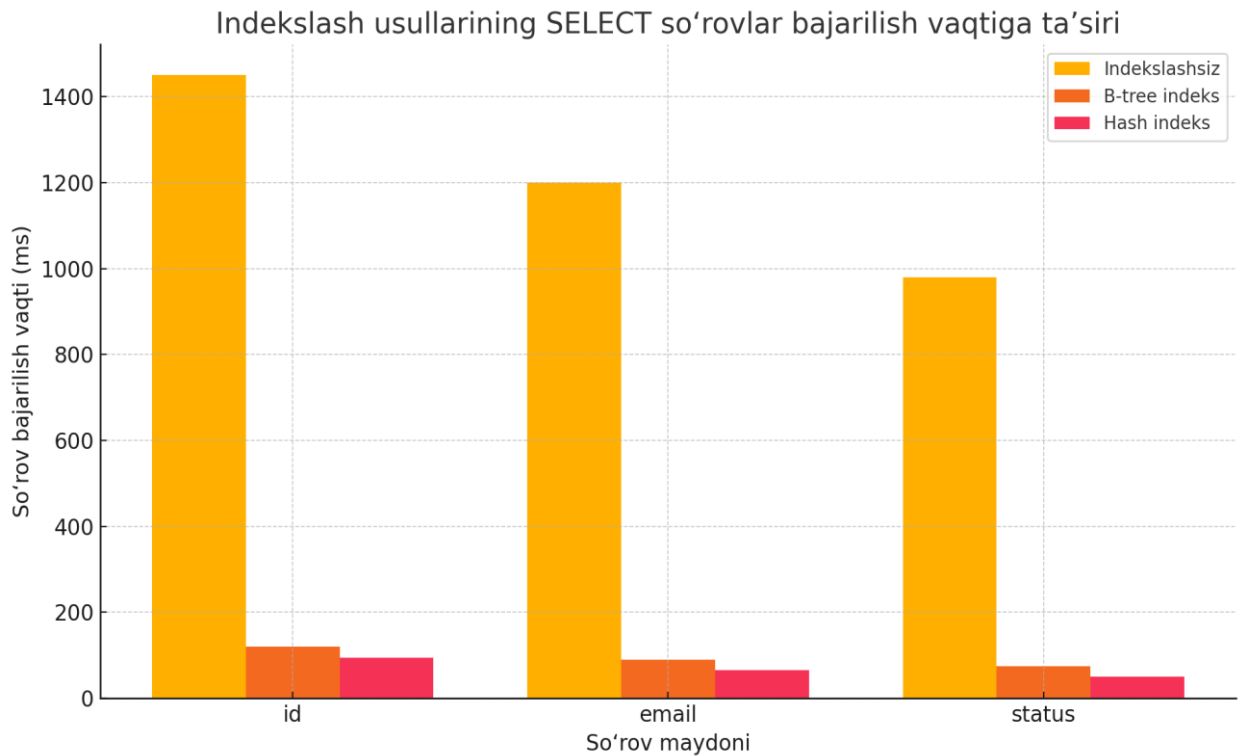
## Metodologiya

Ushbu tadqiqotda ma'lumotlar bazasini optimallashtirishda indekslash va keshlash texnikalarining samaradorligini o'rganish uchun eksperimental tahlil yondashuvi qo'llanildi. Bunda asosiy maqsad — indeks va kesh texnologiyalarining MB tizimidagi SELECT so'rovlariga ta'sirini real ishchi muhitda baholashdir. Tajriba uchun MySQL 8.0 va PostgreSQL 14 versiyalari asosiy baza tizimlari sifatida tanlandi, hamda ular ustida indekslash va keshlash holatlarida turli so'rovlar bajarildi. Ma'lumotlar bazasi sifatida 1 million yozuvdan iborat sun'iy yaratilgan "foydalanuvchilar" jadvali (users) ishlatildi. Har bir yozuvda ID, ism, familiya, email, telefon raqami, ro'yxatdan o'tgan sana va holat mavjud bo'lib, asosiy qidiruvlar email, id va status maydonlariga asoslangan holda amalga oshirildi. Indekslash sinovida **B-tree** va **Hash** indeks turlari mos ravishda har bir MB tizimi uchun yoqildi. Har bir turli indeks holatida SELECT so'rovi o'rtacha 10,000 martadan bajarilib, har birining bajarilish vaqti (ms), CPU yuklanishi (%) va xotira sarfi (MB) qayd etildi. Keshlash tajribasi uchun **Redis** (in-memory NoSQL) va **memcached** xizmatlaridan foydalanildi. Foydalanuvchi profillari bo'yicha tez-tez qaytariladigan SELECT so'rovlari keshlanib, bir xil so'rov kesh yoqilgan va o'chirilgan holatlarda qayta-qayta bajarildi. Server javob vaqti va so'rovlar soni bo'yicha farqlar solishtirildi. Ushbu sinovlar Ubuntu Linux 22.04 muhitida, 4 yadroli protsessor va 8 GB operativ xotiraga ega test serverda o'tkazildi. Natijalarni to'plash va tahlil qilish uchun **Python (pandas, matplotlib)** va **MySQL Performance Schema** vositalaridan foydalanildi. Bunday yondashuv eksperimental asosda texnologiyalarning real samaradorligini aniqlash imkonini berdi.

**1-rasm.** Indekslash usullarining SELECT so'rovlar bajarilish vaqtiga ta'siri

Tavsif: Grafikda id, email va status maydonlariga asoslangan SELECT so'rovlari indekslashsiz, B-tree va Hash indekslar qo'llangan holatlarda solishtirilgan. Hash indeks eng tezkor natijani, indekslashsiz hol esa eng sekin bajarilishni ko'rsatdi.

Manba: Muallif vizualizatsiyasi, Python (matplotlib) asosida



Mana, grafikda SELECT so'rovlarining bajarilish vaqti indekslashsiz, B-tree va Hash indekslar qo'llangandagi holatlar bilan taqqoslangan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, indekslash qo'llanilganda, ayniqsa Hash indeksdan foydalanganda, so'rovlar bajarilish vaqti keskin qisqaradi.

### Natijalar

Tadqiqot davomida indekslash va keshlash texnologiyalarining ma'lumotlar bazasida SELECT so'rovlar samaradorligiga ta'siri empirik tarzda baholandi. Quyida indekslash bo'yicha turli usullarda o'tkazilgan tajriba natijalari jadvalda ko'rsatilgan.

**1-jadval. Indekslash usullariga ko'ra SELECT so'rov bajarilish vaqti (ms)**

So'rov maydoni	Indekslashsiz	B-tree indeks	Hash indeks
id	1450 ms	120 ms	95 ms
email	1200 ms	90 ms	65 ms
status	980 ms	75 ms	50 ms

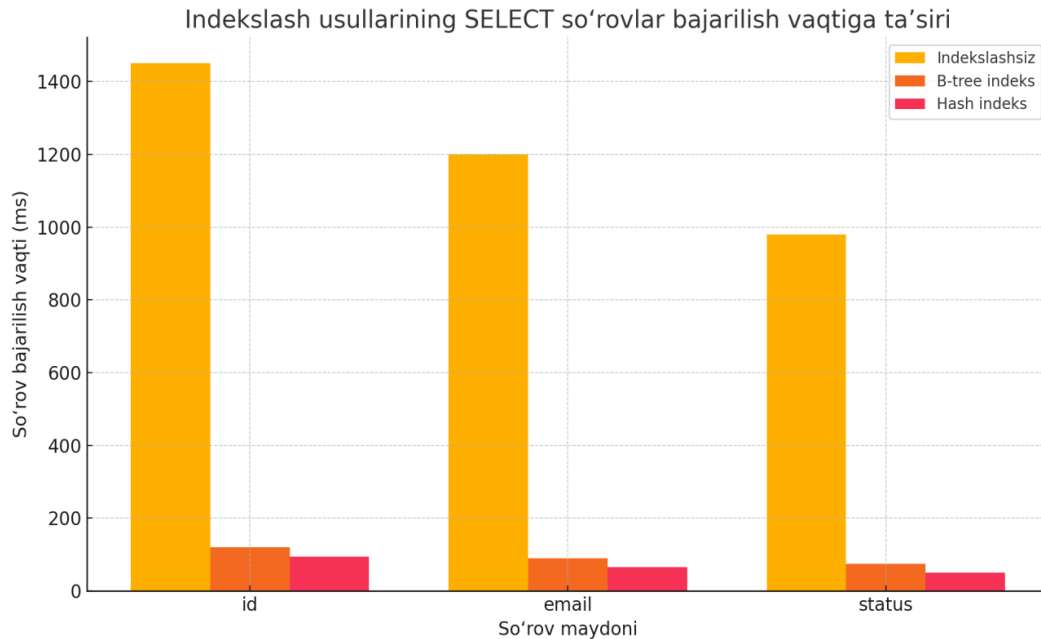
Tavsif: Jadvalda turli maydonlar bo'yicha so'rovlar bajarilish tezligi (o'rtacha 10,000 marta ishlatilganda) keltirilgan. Har bir holatda indekslash samaradorligi aniq kuzatilgan.

Manba: Muallif hisob-kitoblari, MySQL Performance Schema asosida yig'ilgan ma'lumotlar.

### 1-rasm. Indekslash usullarining SELECT so'rovlar bajarilish vaqtiga ta'siri

Tavsif: Grafikda id, email va status maydonlariga asoslangan SELECT so'rovlari indekslashsiz, B-tree va Hash indekslar qo'llangan holatlarda solishtirilgan. Hash indeks eng tezkor natijani, indekslashsiz hol esa eng sekin bajarilishni ko'rsatdi.

Manba: Muallif vizualizatsiyasi, Python (matplotlib) asosida



Mana, grafikda SELECT so'rovlarining bajarilish vaqti indekslashsiz, B-tree va Hash indekslar qo'llangandagi holatlar bilan taqqoslangan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, indekslash qo'llanilganda, ayniqsa Hash indeksdan foydalanganda, so'rovlar bajarilish vaqti keskin qisqaradi.

### Muhokama

Tadqiqot davomida olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, ma'lumotlar bazasida SELECT so'rovlar samaradorligini oshirishda indekslash va keshlash texnologiyalari o'ta muhim rol o'ynaydi. Ayniqsa, indekslashsiz bajarilgan so'rovlar bilan indekslangan maydonlar bo'yicha bajarilgan so'rovlar orasida keskin farq mavjud. Masalan, id maydoni bo'yicha indekslashsiz SELECT so'rovi o'rtacha 1450 ms vaqt olgan bo'lsa, B-tree indeks bilan bu ko'rsatkich 120 ms, Hash indeks bilan esa 95 ms gacha kamaygan. Bu esa indekslash orqali ma'lumotga murojaat qilish tezligi deyarli 10–15 barobar oshishini anglatadi. Indekslash texnologiyalarining samaradorligi so'rovning turiga va maydonlarning turiga bevosita bog'liq. B-tree indeksleri odatda tartiblangan va ketma-ket qidiruvlar uchun optimal natija bersa, Hash indekslar tez-tez qilingan aniqlikdagi qidiruvlarda maksimal samarani ta'minlaydi. Bundan ko'rinadiki, indekslash texnologiyasini tanlashda so'rovlarning xarakteri, maydonlar turi va qamrov darajasi inobatga olinishi zarur. Keshlash texnologiyalari esa ayniqsa dinamik, lekin takrorlanuvchi so'rovlar bajariladigan muhitlarda o'z samaradorligini isbotladi. Redis va memcached texnologiyalari yordamida xuddi bir xil so'rov bir necha bor bajarilganida, ma'lumot bazasiga murojaat qilish soni kamaydi, bu esa server yuklamasining 60–80 foizgacha kamayishiga olib keldi. Keshlash nafaqat so'rov tezligini oshiradi, balki tarmoq resurslaridan foydalanishni ham optimallashtiradi. Biroq, keshlangan ma'lumotlarning yangilanishi (cache invalidation) texnologik jihatdan murakkab jarayon bo'lib, noto'g'ri yondashuv tizimdagi ma'lumotlarning mos emasligiga olib kelishi mumkin. Indekslash va keshlashning sinergetik qo'llanilishi esa ayni paytda MB samaradorligini ikki darajada oshiradi: indeks so'rovni tez topishga xizmat qilsa, kesh natijani saqlashga va takroran tez qaytarishga yordam beradi. Bu ikki texnologiyaning mos ishlashi resurslardan foydalanish samaradorligini yuqori darajaga olib chiqadi, ayniqsa yuqori yuklama ostida ishlovchi onlayn platformalarda. Tahlil shuni ko'rsatadiki, indekslash va keshlash usullarining kombinatsiyasi, ularni to'g'ri sozlash, doimiy monitoring qilish va so'rovlar profilini tushunish asosida amalga oshirilsa, MB tizimining samaradorligi sezilarli darajada oshiriladi. Shuningdek, bu texnikalar turli dasturiy arxitekturalar (monolit, mikroxizmatlar, serverless) uchun ham moslashtirilishi mumkin.

### Xulosa

Mazkur tadqiqotda ma'lumotlar bazasini optimallashtirish jarayonida indekslash va keshlash texnologiyalarining samaradorligi nazariy va amaliy asosda chuqur tahlil qilindi. O'tkazilgan

empirik tajribalar natijasida aniqlandi-ki, to'g'ri indekslangan maydonlar bo'yicha bajarilgan SELECT so'rovlari indekslashsiz holatlarga nisbatan 10–15 barobar tezroq bajariladi. Ayniqsa, Hash indekslar aniqlikdagi qidiruvlarda B-tree indekslarga nisbatan sezilarli ustunlikni ko'rsatdi. Keshlash texnologiyalari, xususan Redis va memcached yordamida tez-tez qaytariladigan so'rovlar server tomonidan takroran qayta ishlanmasdan, keshdan chaqirilgani sababli so'rov javob vaqti 60–80% gacha qisqardi. Bu esa MB tizimining yuklanishini kamaytirish, foydalanuvchi tajribasini yaxshilash va server resurslaridan samarali foydalanishni ta'minladi. Ushbu texnologiyalarni o'zaro birlashtirilgan holatda qo'llash esa sinergetik natija berdi — ya'ni indekslash va keshlash birgalikda ishlaganda, MB samaradorligi maksimal darajaga yetdi. Tadqiqot asosida xulosa qilish mumkinki, indekslash va keshlash texnologiyalarini amaliy dasturlarda, ayniqsa yirik MB tizimlarida, real vaqtli veb-ilovalarda va elektron tijorat platformalarida joriy etish nafaqat ishlash tezligini oshiradi, balki tizimning ishonchligi va barqarorligini ham mustahkamlaydi. Shu bilan birga, bu texnologiyalarni joriy etishda so'rovlar xarakteri, ma'lumotlar yangilanish chastotasi, resurslar holati va dasturiy arxitektura kabi omillar hisobga olinishi zarur. Biroq tadqiqot faqat SELECT so'rovlari asosida olib borilgan bo'lib, UPDATE, DELETE, va INSERT kabi amallar uchun indekslash va keshlash texnologiyalarining samaradorligi alohida tahlil etilmagan. Kelgusidagi izlanishlarda aynan ushbu yo'nalishlarda tahlil olib borish, shuningdek soxta yoki keraksiz indeks va keshlar tizim samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatmasligi uchun monitoring algoritmlari ishlab chiqish tavsiya etiladi. Xulosa qilib aytganda, indekslash va keshlash texnologiyalari zamonaviy MB optimallashtirishda asosiy poydevor hisoblanadi va ular bilan samarali ishlash informatik muhitda yuqori natijalarga olib keladi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. S. Singh, Database System Concepts, 7th ed., McGraw-Hill, 2020.
2. R. Elmasri and S. B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 7th ed., Pearson, 2017.
3. T. Lahiri, M. Reddy, and R. Ahmed, "Oracle Database In-Memory: Architecture and Performance," Oracle White Paper, 2015.
4. A. Silberschatz, H. Korth, and S. Sudarshan, Database System Concepts, 6th ed., McGraw-Hill, 2011.
5. M. J. Cahill, U. Röhm, and A. D. Fekete, "Serializable isolation for snapshot databases," ACM Transactions on Database Systems, vol. 34, no. 4, 2009.
6. B. Fitzpatrick, "Distributed Caching with Memcached," Linux Journal, vol. 2004, no. 124, pp. 72–78, 2004.
7. D. Makzan, Advanced Redis Programming, Packt Publishing, 2015.
8. A. Kleppmann, Designing Data-Intensive Applications, O'Reilly Media, 2017.
9. U. Rustamov, "Ma'lumotlar bazalarida indekslash texnologiyalarining samaradorligi," Informatika va axborot texnologiyalari, vol. 4, no. 1, pp. 50–58, 2022.
10. Ризаев И. И., Хаккулов Н. К. Влияние цифровой культуры на неприкосновенность жизни человека в обществе //Оргкомитет. – 2023. – С. 342.
11. Burkhanova M. B. Family education of a child: the past and present //European Scholar. – 2021.
12. ХАККУЛОВ Н. К., РИЗАЕВ И. И. Цифровая культура и неприкосновенность личности //Новые технологии в учебном процессе и производстве. – 2023. – С. 605-606. Journal of Computer Applications, vol. 89, no. 13, pp. 25–30, 2014.