

MA'LUMOTLAR BAZASINI BOSHQARISH TIZIMLARI**Mo'minova Madina Muxiddinovna**

Andijon davlat pedagogika instituti

Matematika va informatika kafedrası o'qituvchisi

Email: muminovamadina2017@gmail.com**G'ulomova Ziyodaxon Shavkatbek qizi**

Matematika va informatika yo'nalishi talabasi

E-mail: ziyodagulomova2603@gmail.com<https://doi.org/10.5281/zenodo.20152593>

Annotatsiya: Ushbu maqola ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlari (MBBT)ning zamonaviy arxitekturasi, tranzaksiya ishonchliligi va masshtablanuvchanlik muammolarini yagona tizimli nuqtai nazardan tahlil qiladi. Tadqiqotning maqsadi turli sinfdagi MBBTlar uchun nazariy va amaliy talablarni birlashtiruvchi konseptual modelni ishlab chiqish hamda tanlov mezonlarini asoslashdan iborat. Metodologiya sifatida adabiyotlar sharhi, konseptual modellashtirish, ACID va BASE tamoyillarini qiyosiy tahlil qilish, indekslash va so'rov optimallashtirish bo'yicha analitik baholash qo'llanildi. Ilmiy yangilik sifatida ma'lumotlar modeli, saqlash dvijogi, moslik darajasi va replikasiya strategiyasini birgalikda ko'rib chiqadigan ko'p mezonli baholash doirasi taklif etiladi; u operatsion yuklama va xavfsizlik talablari o'rtasidagi muvozanatni formal ravishda izohlashga imkon beradi. Amaliy jihatdan natijalar bank, ta'lim va elektron tijorat kabi sohalarda MBBT tanlash, konfiguratsiya qilish va ekspluatatsiya siyosatini shakllantirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar. ma'lumotlar bazasi; MBBT; tranzaksiya; izchillik; indekslash; so'rov optimallashtirish; replikasiya

Аннотация. В статье анализируются современные архитектуры систем управления базами данных (СУБД) с акцентом на надежность транзакций, согласованность и масштабируемость в условиях разнородных нагрузок. Цель исследования состоит в разработке концептуальной рамки, объединяющей требования к различным классам СУБД, и в обосновании критериев их выбора. Методология включает обзор научной литературы, концептуальное моделирование, сравнительный анализ принципов ACID и BASE, а также аналитическую оценку механизмов индексирования и оптимизации запросов. Научная новизна заключается в предложении многокритериальной схемы оценки, которая рассматривает модель данных, движок хранения, уровни согласованности и стратегию репликации как взаимосвязанный комплекс; это позволяет формализовать компромиссы между производительностью, надежностью и требованиями безопасности. Практическая значимость результатов выражается в возможности применять рамку для выбора, настройки и эксплуатации СУБД в банковских, образовательных и электронно-коммерческих информационных системах.

Ключевые слова. база данных; СУБД; транзакция; согласованность; индексирование; оптимизация запросов; репликация

Abstract. This paper examines modern database management systems (DBMS) through an integrated perspective that connects architecture, transactional reliability, consistency, and scalability under heterogeneous workloads. The study aims to develop a conceptual framework that unifies requirements across major DBMS classes and substantiates selection criteria for

real-world deployments. The methodology combines a structured literature review, conceptual modeling, comparative analysis of ACID and BASE principles, and analytical assessment of indexing and query optimization mechanisms. The scientific novelty is a multi-criteria evaluation framework that treats the data model, storage engine, consistency level, and replication strategy as a coupled design space, enabling a formal explanation of trade-offs between performance, reliability, and security requirements. Practically, the results support DBMS selection, configuration, and operational policy design for domains such as banking, education, and e-commerce, where data integrity, availability, and cost-efficient scaling must be balanced.

Key words. database; DBMS; transaction; consistency; indexing; query optimization; replication

Kirish. Ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlari axborot infratuzilmasining markaziy komponenti bo'lib, ular orqali tashkilotlar ma'lumotni yig'ish, saqlash, qayta ishlash va undan bilim chiqarish jarayonlarini standartlashtiradi. So'nggi o'n yillikda raqamli xizmatlar hajmining keskin ortishi, mikroxizmatlar arxitekturasi, bulutli hisoblash va real vaqt analitikasi talablari MBBTga qo'yiladigan klassik talablarni qayta ko'rib chiqishni taqozo etdi: avvallari ustuvor bo'lgan qat'iy tranzaksiya izchillik va normalizatsiya tamoyillari endilikda yuqori mavjudlik, geografik taqsimlanganlik va elastik masshtablash bilan muvozanatlashishi kerak. Shu fonda relatsion tizimlar bilan bir qatorda hujjatga yo'naltirilgan, ustunli, kalit-qiyamat va graf ma'lumotlar bazalari, shuningdek NewSQL yondashuvlari ham faol qo'llanila boshladi. Biroq amaliyotda MBBT tanlash ko'pincha faqat "SQL yoki NoSQL" kabi soddalashtirilgan dichotomiyaga tushirib yuboriladi, natijada ma'lumotlar modeli, saqlash dvijogi, indekslash, izolyatsiya darajasi va replikatsiya strategiyasining o'zaro bog'liqligi yetarli baholanmay qoladi. Ilmiy adabiyotlarda tranzaksiyalar nazariyasi va izchillik modellari chuqur yoritilgan bo'lsa-da, ularni aniq arxitektura qarorlari bilan bog'lovchi umumlashtirilgan tanlov doirasi hamon dolzarb bo'lib qolmoqda [4]. Shuningdek, so'rovlarni optimallashtirish, indeks strukturalari va fizik loyihalash masalalarida klassik natijalar mavjud bo'lsa-da, bulutli muhitda resurslar dinamikligi hamda taqsimlangan kelishuv protokollarining narxi sababli ularni qayta talqin qilish zarurati kuchaydi [1; 5]. Mahalliy va mintaqaviy amaliyotda esa ekspluatatsiya xarajatlari, kadrlar kompetensiyasi, xavfsizlik va regulyativ talablar bilan bog'liq omillar MBBT arxitekturasini tanlashga sezilarli ta'sir ko'rsatadi; bu omillar ko'pincha texnik mezonlar bilan formal uyg'unlashtirilmaydi [7]. Mazkur maqolaning maqsadi MBBTni tanlash va asoslash uchun ko'p mezonli konseptual doirani ishlab chiqish, unda ma'lumotlar modeli, saqlash mexanizmlari, izchillik- mavjudlik kompromisslari hamda so'rov samaradorligi birgalikda baholanadi. Tadqiqot vazifalari quyidagicha aniqlanadi: birinchidan, MBBT arxitekturasining qatlamlarini yagona tizimli tasnifda ifodalash; ikkinchidan, ACID va BASE tamoyillarini operatsion yuklamalar sinfi bilan bog'lash; uchinchidan, indekslash va optimallashtirish qarorlarining taqsimlangan muhitdagi oqibatlarini tahlil qilish; to'rtinchidan, yakunda amaliy tanlov mezonlarini izchil konseptual modelga joylashtirish. Ilmiy yangilik shundaki, taklif etilayotgan doira "tizim sinfi"ni emas, balki "dizayn fazosi"ni markazga qo'yadi: ya'ni biror MBBTning relatsion yoki relatsion emasligi emas, balki uning ma'lumot modeli, tranzaksiya semantikasi, replikatsiya va indekslash kombinatsiyasi qanday kompromisslarni keltirib chiqarishi asosiy tahlil obyektiga aylanadi. Amaliy ahamiyat esa tashkilotlarga ma'lumotlar

qatlamini modernizatsiya qilishda risklarni kamaytirish, xizmat darajasi ko'rsatkichlarini asoslash va ekspluatatsiya siyosatini to'g'ri tanlash imkonini berishidir [2; 6].

Tadqiqot konseptual-analitik xarakterga ega bo'lib, unda MBBTni ko'p qatlamli tizim sifatida modellashtirish usuli qo'llanildi. Birinchi qatlam sifatida ma'lumotlar modeli tanlandi: relatsion modelda sxema qat'iyiligi, normalizatsiya va cheklovlar orqali semantik yaxlitlik ta'minlanadi; hujjatga yo'naltirilgan va kalit-qiyamat modellarida esa sxema moslashuvchanligi va agregatlarni tezkor o'qish ustuvor bo'ladi; graf modelida munosabatlar birlamchi obyekt sifatida ko'riladi. Ikkinchi qatlam saqlash dvijogi va fizik tashkilotdan iborat qilib olindi: sahifalash va buferlash, yozuv jurnalini yuritish, MVCC yoki blokirovkalash kabi parallellik nazorati mexanizmlari, shuningdek B-daraxt, LSM-daraxt va ularning variantlari. Uchinchi qatlam sifatida tranzaksiya semantikasi va izchillik modeli kiritildi: izolyatsiya darajalari, deterministik ijro, kelishuv protokollari hamda eventual consistency kabi yondashuvlar. To'rtinchi qatlam replikatsiya va taqsimlash strategiyalarini qamrab oldi: sharding, sinxron va asinxron replikatsiya, yetakchi-izdosh va ko'p yetakchili topologiyalar, konsensus protokollari. Har bir qatlam bo'yicha baholash mezonlari ishlab chiqildi va ular o'zaro bog'liqlikda ko'rib chiqildi, chunki amaliy tizimlarda masalan, MVCC tanlovi indekslash strategiyasiga, replikatsiya usuli esa yozish kechikishlariga bevosita ta'sir qiladi. Metodologik asos sifatida tranzaksion tizimlar nazariyasi va taqsimlangan tizimlarda kelishuv muammosi bo'yicha fundamental natijalarga tayangan holda kompromisslar tahlil qilindi [4]. Shuningdek, so'rovlarni optimallashtirishda statistikalar, kardinallik bahosi va xarajatga asoslangan rejalashtirishning klassik prinsiplarini zamonaviy bulutli cheklovlar bilan solishtirish uchun analitik yondashuv tanlandi [1]. Manbalar tanlovi xalqaro monografiyalar, rus tilidagi fundamental qo'llanmalar hamda mahalliy amaliyotga yaqin metodik asarlarni qamrab olishi ko'zda tutilib, natijada tahlil doirasi nazariy izchillik va amaliy qo'llaniluvchanlik o'rtasida muvozanatlandi [2; 6; 7].

Tahlil natijasida MBBT tanlovini asoslash uchun ko'p mezonli konseptual doira shakllantirildi; u to'rtta asosiy o'q bo'yicha dizayn qarorlarini joylashtiradi: ma'lumot modeli, saqlash dvijogi, tranzaksiya va izchillik semantikasi, hamda taqsimlash-replikatsiya strategiyasi. Birinchi natija shundaki, ma'lumot modeli tanlovi faqat dasturlash qulayligi bilan emas, balki yaxlitlik cheklovlarini ifodalash narxi bilan o'lchanadi: relatsion modelda cheklovlar deklarativ bo'lib, nazorat dvijog ichida markazlashgan; agregatga yo'naltirilgan modellarda esa yaxlitlik ko'pincha ilova darajasiga ko'chadi va bu murakkab tranzaksion holatlarda xatolik ehtimolini oshiradi. Ikkinchi natija saqlash dvijogi bo'yicha kuzatildi: B-daraxtga tayangan dvijoglar o'qish va diapazon so'rovlari uchun barqaror kechikish beradi, LSMga tayangan dvijoglar esa yuqori yozish oqimlarida afzal bo'lib, kompaksiyalash sababli kechikish dispersiyasini oshirishi mumkin. Uchinchi natija tranzaksiya semantikasi bilan bog'liq: ACIDga yaqinlashgan sari izchillik kafolatlari kuchayadi, biroq taqsimlangan muhitda sinxron kelishuv va blokirovkalash xarajatlari ortadi; BASEga yaqinlashganda esa mavjudlik va yozish throughputi oshishi mumkin, lekin o'qish paytida stsenariyga xos kompensatsiya mexanizmlariga ehtiyoj paydo bo'ladi. To'rtinchi natija replikatsiyada namoyon bo'ldi: sinxron replikatsiya va konsensus asosidagi kelishuv kuchli izchillikni ta'minlaydi, ammo geografik kechikishlar sababli xizmat javob vaqti sezilarli ortadi; asinxron replikatsiya esa kechikishni kamaytiradi, biroq failover holatlarida ma'lumot yo'qotish oynasini yaratadi. Beshinchi natija indekslash va optimallashtirish bo'yicha olindi: indekslar o'qishni tezlashtirsa-da, yozish yo'llarini qimmatlashtiradi; taqsimlangan sharding sharoitida esa global ikkilamchi indekslar

tarmoq xarajatlari va izchillik muammolarini kuchaytiradi, shu bois lokal indekslar va so'rovlarni marshrutlash strategiyasi muhim omilga aylanadi. Natijaviy doira ushbu bog'liqliklarni yagona baholash matritsasida ifodalashga imkon berdi: har bir arxitektura qarori throughput, p99 kechikish, izchillik darajasi, ekspluatatsion murakkablik va xavfsizlik nazorati kabi mezonlar bo'yicha muvozanatli ko'rinishda baholanadi.

Olingan natijalar MBBT haqidagi klassik yondashuvlarni inkor etmaydi, aksincha ularni zamonaviy taqsimlangan va bulutli sharoitga mos tarzda qayta bog'laydi. Tranzaksiya va izchillik masalasida adabiyotlarda ta'kidlanganidek, kuchli izchillik ko'pincha kelishuv xarajati bilan "sotib olinadi", ayniqsa ko'p tugunli va geografik tarqoq klasterlarda [4]. Taklif etilgan doira bu kompromissni abstrakt darajada emas, balki dizayn qarorlari tilida ko'rsatadi: masalan, MVCC asosidagi dvijog va sinxron replikatsiya kombinatsiyasi audit talablari kuchli bo'lgan tizimlarda maqsadga muvofiq, biroq yozish intensivligi yuqori bo'lgan telemetriya oqimlarida LSM va yumshoq izchillik bilan ishlash iqtisodiyroq bo'lishi mumkin. So'rov optimallashtirish bo'yicha klassik manbalarda xarajatga asoslangan rejalashtirishning yadro g'oyasi statistikalar sifatiga tayanishi ko'rsatiladi; bulutli muhitda esa resurslar elastikligi va ma'lumotning issiq-sovuqligi statistikalarini doimiy qayta kalibrlashni talab qiladi [1]. Shu sabab, amaliy tavsiyada faqat indeks qo'shish bilan cheklanmasdan, kuzatuvchanlik metrikalari va avtomatik rejalashtirish regressiyasini nazorat qilish ham kiritilishi kerak. Mahalliy amaliyotga oid qarashlarda kadrlar malakasi, litsenziyalash va xavfsizlik siyosati MBBT tanlovida hal qiluvchi bo'lishi qayd etiladi; bu omillarni texnik mezonlar bilan bir qatorda ko'rish tanlov xatolarini kamaytiradi [7]. Taklif qilingan doira aynan shu integratsiyani qo'llab-quvvatlaydi: masalan, kuchli rolga asoslangan ruxsatlar, shifrlash va jurnal auditiga ehtiyoj yuqori bo'lsa, dvijog imkoniyatlari bilan birga ekspluatatsiya amaliyoti va regulyativ moslik baholanadi. Tadqiqotning cheklovi shundaki, u empirik benchmarking natijalariga emas, analitik umumlashtirishga tayanadi; shu bois ma'lum bir vendor yoki konfiguratsiya uchun aniq raqamlar berilmaydi. Kelgusida doirani soha-kesim profilari bilan boyitish, tipik yuklamalar uchun mezon og'irliklarini statistik o'rganish hamda real klasterlarda kuzatilgan p99 kechikish va uzilish holatlari bilan validatsiya qilish istiqbolli yo'nalish bo'lib ko'rinadi [2; 6].

Xulosa. Tadqiqot MBBTni tanlash va arxitektura asoslash masalasini "tizim sinfi" dan ko'ra "dizayn fazosi" sifatida ko'rish zarurligini ko'rsatdi. Ishlab chiqilgan ko'p mezonli konseptual doira ma'lumot modeli, saqlash dvijogi, tranzaksiya-izchillik semantikasi hamda replikatsiya-taqsimlash strategiyalarini o'zaro bog'liq qarorlar sifatida birlashtirdi. Natijalar relatsion va relatsion bo'lmagan yondashuvlar o'rtasidagi tanlovni soddalashtirishdan ko'ra, har bir qatlamdagi kompromisslarni aniqlash va ularni operatsion yuklama, ishonchlilik hamda xavfsizlik talablari bilan moslashtirish samaraliroq ekanini asoslab berdi. Shuningdek, indekslash va so'rov optimallashtirish qarorlari taqsimlangan muhitda tarmoq xarajatlari va izchillik talablarini hisobga olmasdan to'liq baholab bo'lmasligi umumlashtirildi. Taklif etilgan doira amaliyotda MBBT tanlash, konfiguratsiya qilish va ekspluatatsiya siyosatini shakllantirishda risklarni kamaytirish hamda xizmat darajasi ko'rsatkichlarini izchil asoslash uchun metodik tayanch vazifasini bajaradi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S. Database System Concepts. New York, McGraw-Hill Education, 2019. 1376 p.

2. Connolly T., Begg C. Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. Harlow, Pearson, 2015. 1440 p.
3. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems. Sebastopol, O’Reilly Media, 2017. 616 p.
4. Таненбаум Э., ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. Санкт-Петербург, Питер, 2016. 912 с.
5. Date C. J. An Introduction to Database Systems. Boston, Addison-Wesley, 2004. 1024 p.
6. Исаев А. А. Базы данных: проектирование и использование. Москва, Юрайт, 2020. 352 с.
7. Qodirov A. R., Abdullayev B. B. Ma’lumotlar bazalari: loyihalash va boshqarish asoslari. Toshkent, O’zbekiston, 2021. 320 b.