

MA'LUMOTLAR BAZASIDA NORMALIZATSIYA VA UNING BOSQICHLARI**Mo'minova Madina Muxiddinovna**

Andijon davlat pedagogika instituti

Matematika va informatika kafedrası o'qituvchisi

Email: muminovamadina2017@gmail.com**Fozilov Mirabdullo Shoyadbek o'g'li**

Matematika va informatika yo'nalishi talabasi

E-mail: fozilovabdulla88@gmail.com<https://doi.org/10.5281/zenodo.20152522>

Annotatsiya: Ushbu maqolada ma'lumotlar bazalarida normalizatsiya tushunchasi, uning nazariy asoslari va amaliy bosqichlari izchil tahlil qilinadi. Tadqiqotning maqsadi normalizatsiyaning 1NF, 2NF, 3NF, BCNF hamda 4NF va 5NF kabi yuqori normal shakllaridagi mantiqiy talablari va ular orqali redundans, yangilash anomaliyalari hamda integritet buzilishlarini kamaytirish mexanizmlarini ilmiy asosda yoritishdir. Metodologiya sifatida relatsion modelning funksional va ko'p qiymatli bog'liqliklariga tayangan nazariy tahlil, sxema dekompozitsiyasining yo'qotishsiz birlashuv va bog'liqlikni saqlash mezonlari bo'yicha tekshiruvi, shuningdek, normallashtirilgan va denormalizatsiyalangan tuzilmalar samaradorligining kontseptual solishtirishi qo'llanildi. Ilmiy yangilik normalizatsiya bosqichlarini faqat formal qoidalar sifatida emas, balki tranzaksion barqarorlik, ma'lumot sifati va xizmat ko'rsatish xarajatlari bilan bog'liq ko'rsatkichlar kontekstida tizimli talqin qilishda namoyon bo'ladi.

Kalit so'zlar: ma'lumotlar bazasi; relatsion model; normalizatsiya; funksional bog'liqlik; dekompozitsiya; anomaliya; integritet

Аннотация. В статье последовательно анализируется понятие нормализации в базах данных, ее теоретические основания и практические этапы. Цель исследования состоит в научно обоснованном раскрытии логических требований нормальных форм 1NF, 2NF, 3NF, BCNF, а также более высоких форм 4NF и 5NF и в объяснении того, как эти требования снижают избыточность, аномалии обновления и нарушения целостности. В качестве методологии применены теоретический анализ реляционной модели на основе функциональных и многозначных зависимостей, проверка декомпозиции схем по критериям без потерь при соединении и сохранения зависимостей, а также концептуальное сопоставление эффективности нормализованных и денормализованных структур. Научная новизна заключается в системной интерпретации этапов нормализации не только как набора формальных правил, но и как инструмента управления качеством данных, транзакционной устойчивостью и издержками сопровождения.

Ключевые слова: база данных; реляционная модель; нормализация; функциональная зависимость; декомпозиция; аномалия; целостность

Abstract. This paper examines database normalization, its theoretical foundations, and its practical stages in a coherent manner. The study aims to clarify the logical requirements of 1NF, 2NF, 3NF, BCNF, and higher normal forms such as 4NF and 5NF, and to explain how these forms reduce redundancy, update anomalies, and integrity violations. The methodology relies on theoretical analysis of the relational model grounded in functional and multivalued dependencies, evaluation of schema decomposition using lossless-join and dependency-

preservation criteria, and a conceptual comparison of normalized versus denormalized structures in terms of maintainability and data quality. The scientific novelty of the study lies in interpreting normalization stages not merely as formal rules, but as a structured approach linked to transactional robustness, data quality assurance, and long-term operational costs in real-world information systems.

Keywords: database; relational model; normalization; functional dependency; schema decomposition; update anomaly; integrity

Kirish. Zamonaviy axborot tizimlarida ma'lumotlar bazasi nafaqat ma'lumotni saqlash ombori, balki boshqaruv qarorlarining ishonchliligi, xizmat ko'rsatish jarayonlarining izchilligi va raqamli xizmatlarning barqarorligi uchun asosiy infratuzilma hisoblanadi. Shu sababli ma'lumotlar tuzilmasini to'g'ri loyihalash masalasi muhandislik amaliyotidan tashqariga chiqib, ma'lumot sifatini ta'minlash, semantik izchillikni saqlash va tranzaksion xatolarni kamaytirish kabi ilmiy muammolar bilan tutashadi. Relatsion ma'lumotlar bazalari kontekstida bu muammolarning markazida redundansning ortib borishi, kiritish, o'chirish va yangilash anomaliyalari hamda domen va referensial integritetning buzilish ehtimoli turadi. Normalizatsiya aynan shu xatarlarni mantiqiy darajada kamaytirishga qaratilgan yondashuv bo'lib, u atributlar orasidagi bog'liqliklarni formal tahlil qilish orqali sxemani ratsional dekompozitsiya qilishni taklif etadi. Klassik relatsion nazariya normal shakllar tizimini funksional bog'liqliklar orqali asoslaydi va "yaxshi" sxema xususiyatlarini yo'qotishsiz birlashuv hamda bog'liqlikni saqlash mezonlari bilan bog'laydi [1]. Biroq amaliy tizimlarda normalizatsiya doimo bir xil darajada qo'llanmaydi: yuqori normal shakllar semantik tozalikni kuchaytirsa-da, qo'shimcha join amallari va murakkab so'rovlar samaradorligi masalalarini keltirib chiqarishi mumkin. Shuning uchun normalizatsiyani faqat nazariy qoidalar majmui emas, balki ma'lumot sifati, xizmat ko'rsatish xarajatlari va ishlash ko'rsatkichlari o'rtasidagi muvozanatni topish vositasi sifatida ko'rish dolzarbdir [2; 3]. Mavzuga doir adabiyotlar normal shakllarning formal ta'rifini yetarlicha yoritadi, biroq bosqichlar o'rtasidagi o'tishning amaliy oqibatlarini, ayniqsa, tranzaksion tizimlarda integritet va ekspluatatsiya xarajatlari bilan bog'liq jihatlari ko'pincha parchalanib talqin qilinadi. Shu nuqtai nazardan maqolaning maqsadi normalizatsiya bosqichlarini izchil ilmiy mantiq bilan bayon qilish, har bir bosqichning anomaliyalarni kamaytirishdagi rolini ko'rsatish va dekompozitsiyaning sifat mezonlarini asoslashdir. Vazifalar sifatida relatsion bog'liqlik turlarini aniqlashtirish, 1NFdan 5NFgacha bo'lgan normal shakllar talablarini tizimlashtirish, yo'qotishsiz birlashuv va bog'liqlikni saqlash shartlarini sharhlash hamda normalizatsiya va denormalizatsiya o'rtasidagi muvozanatga oid xulosalarni ishlab chiqish belgilandi. Ishning ilmiy yangiligi normalizatsiya bosqichlarini ma'lumot sifati va tranzaksion barqarorlik bilan bog'liq ko'rsatkichlar kesimida yagona tahliliy ramkaga joylashtirish hamda bosqichlarning ekspluatatsion oqibatlarini konseptual asoslashdan iborat. Amaliy ahamiyat esa loyihalovchilar uchun anomaliyalarni erta bosqichda aniqlash, sxema evolyutsiyasini boshqarish va integritetni tizimli ta'minlash bo'yicha metodik yo'naltirish berishidadir [4].

Materials and Methods. Tadqiqot nazariy xarakterga ega bo'lib, relatsion model aksiomatikasi va bog'liqliklar nazariyasiga tayangan holda olib borildi. Asosiy tahliliy birlik sifatida relatsiya sxemasi $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ va uning ustida aniqlangan funksional bog'liqliklar to'plami F qabul qilindi. Funksional bog'liqlik tushunchasi orqali kalitlar, qisman bog'liqlik, tranzitiv bog'liqlik va determinatsiya munosabatlari formal ifodalanadi; bu esa normal shakllar

talabini tekshirishga imkon beradi. Metodologik jarayon uch bosqichda qurildi: birinchidan, normal shakllarning formal shartlari va ular bartaraf etadigan anomaliyalar mantiqan ajratildi; ikkinchidan, sxemani dekompozitsiya qilishda yo‘qotishsiz birlashuv mezoni va bog‘liqlikni saqlash mezoni alohida tekshiruv o‘lchovlari sifatida olindi; uchinchidan, normalizatsiya natijasida yuzaga keladigan qo‘shimcha join ehtiyoji va so‘rovlar murakkabligini ekspluatatsion xarajatlar bilan bog‘laydigan konseptual solishtirish bajarildi. Yo‘qotishsiz birlashuv mezoni relatsiyalarni tabiiy join orqali qayta tiklaganda soxta kopreklar hosil bo‘lmasligi talabi sifatida talqin qilindi; bog‘liqlikni saqlash esa F dagi cheklovlarni dekompozitsiyadan keyin alohida relatsiyalar darajasida tekshirish imkoniyati bilan bog‘landi. Yuqori normal shakllar uchun ko‘p qiymatli bog‘liqlik va join bog‘liqligi tushunchalari kiritilib, 4NF va 5NF shartlari shu nazariy apparat orqali yoritildi [1; 5]. Metod tanlovining ilmiy asosi shundaki, normalizatsiya mohiyatan semantik cheklovlarni minimal redundans bilan ifodalash masalasidir; demak, aynan bog‘liqliklar va dekompozitsiya mezonlari bu masalani formal va tekshiriladigan shaklga keltiradi.

Tahlil natijasida normalizatsiya bosqichlari ma‘lumotdagi redundans va anomaliyalarning turli manbalarini ketma-ket yo‘qotishga qaratilgan mantiqiy zanjir sifatida tizimlashtirildi. Birinchi normal shakl 1NF relatsion modelning atomarlik talabini ifodalaydi: har bir atribut qiymati bo‘linmas birlik bo‘lishi, takrorlanuvchi guruhlar yoki ko‘p qiymatli kataklar jadval ichida yashirin massiv ko‘rinishida saqlanmasligi kerak. Bu talab bajarilganda so‘rovlar mantiqi soddalashadi va domen cheklovlarini qo‘llash imkoniyati kuchayadi, biroq 1NFning o‘zi redundansni bartaraf etmaydi. Ikkinchi normal shakl 2NF kompozit kalit mavjud bo‘lgan relatsiyalarda kalitning qismi bilan nokalit atributlar orasidagi qisman funksional bog‘liqlikni taqiqlaydi; natijada bir obyektga tegishli tavsiflar boshqa obyekt bilan bog‘langan satrlarda takrorlanib ketishi kamayadi. Uchinchi normal shakl 3NF tranzitiv bog‘liqlikni cheklash orqali nokalit atributlar orasida determinatsiya zanjiri hosil bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaydi; bunday zanjirlar ko‘pincha yangilash anomaliyasining asosiy manbai bo‘lib, bitta faktning bir nechta joyda saqlanishiga olib keladi. BCNF esa 3NFning kuchaytirilgan ko‘rinishi sifatida har bir noaniq determinatorning kalit bo‘lishini talab qiladi; bu ayrim murakkab bog‘liqliklarda 3NF ruxsat beradigan, lekin baribir redundans tug‘diradigan holatlarni qisqartiradi. Yuqori normal shakllar doirasida 4NF ko‘p qiymatli bog‘liqliklarni ajratish orqali bitta relatsiyada o‘zaro mustaqil ko‘p qiymatli faktlar birga saqlanishidan keladigan kombinator redundansni bartaraf etadi. 5NF esa join bog‘liqligi bilan bog‘liq bo‘lib, relatsiyani faqat kalitlar orqali qayta tiklanadigan eng mayda yo‘qotishsiz dekompozitsiyagacha yetkazishni ko‘zlaydi; bu bosqich kam uchraydigan, biroq murakkab ko‘p tomonlama mosliklarni modellashtirishda muhim bo‘lishi mumkin. Shuningdek, dekompozitsiya sifatining ikki asosiy mezoni ajratildi: yo‘qotishsiz birlashuv ta‘minlanganda ma‘lumot yo‘qolmaydi va soxta kopreklar paydo bo‘lmaydi; bog‘liqlikni saqlash ta‘minlanganda esa integritet cheklovlarini markazlashtirilgan, qimmat joinlarsiz nazorat qilish imkoniyati ortadi. Natijalar normalizatsiya bosqichlari kuchaygani sari semantik aniqlik va integritet nazorati ortishini, lekin relatsiyalar soni ko‘payishi sababli so‘rovlar bajarilishida joinlarga ehtiyoj va fizik dizayn optimallashtirish talabi kuchayishini ko‘rsatdi.

Xulosa. Olingan tizimlashtirish klassik relatsion nazariyaning normal shakllar haqidagi qarashlari bilan mos keladi, biroq ularni amaliy ekspluatatsiya mezonlari bilan bog‘lash normalizatsiyani “faqat to‘g‘ri sxema” masalasi sifatida emas, “barqaror ishlaydigan sxema”

masalasi sifatida ko‘rishga yordam beradi. Adabiyotlarda 3NF ko‘pincha amaliy loyihalash uchun yetarli “muvozanat nuqtasi” sifatida talqin qilinadi, chunki u tranzitiv redundansni kamaytirib, integritetni sezilarli darajada kuchaytiradi va shu bilan birga BCNF yoki 4NF darajasidagi agressiv dekompozitsiya talab qiladigan joinlar sonini keskin oshirmaydi [2; 6]. Shu bilan birga, ayrim domenlarda, masalan, normativ-ma‘lumotnoma bloklari kuchli determinatsiyaga ega bo‘lgan tizimlarda BCNFga yaqinlashish ma‘lumot sifati va yangilash intizomini sezilarli oshirishi mumkin. Bunda muhim nuqta shundaki, BCNFga o‘tishda bog‘liqlikni saqlash har doim ham kafolatlanmaydi; demak, cheklovlarni tekshirish qo‘shimcha mexanizmlarni talab qilishi, bu esa ekspluatatsion xarajatlarni oshirishi ehtimoli bor. Yuqori normal shakllar, xususan 4NF, mustaqil ko‘p qiymatli faktlarni bitta relatsiyada birlashtirish oqibatidagi kombinator takrorlanishni bartaraf etish orqali ma‘lumot kiritish va yangilashdagi xatolarni kamaytiradi, ammo bunday tuzilma analitik so‘rovlarda ko‘proq join va agregatsiyani talab qilishi mumkin. Shuning uchun amaliy dizaynda normalizatsiya darajasi tranzaksion yuklama, so‘rovlar profili, indekslash strategiyasi va kesh mexanizmlari bilan birgalikda tanlanadi; ayrim holatlarda nazorat ostidagi denormalizatsiya, masalan, hisoblangan ko‘rsatkichlarni materializatsiya qilish yoki tez-tez ishlatiladigan atributlarni ko‘chirish, ishlash ko‘rsatkichlarini yaxshilashi mumkin, biroq bu integritetni boshqarish mas‘uliyatini kuchaytiradi [3; 7]. Tadqiqot natijalari shuni anglatadiki, normalizatsiya bosqichlarini qo‘llashda ikki mezon doimo birga ko‘rilishi zarur: bir tomondan, yo‘qotishsiz birlashuv semantik to‘liqlikni kafolatlaydi; ikkinchi tomondan, bog‘liqlikni saqlash integritet nazoratining iqtisodiylikini ta‘minlaydi. Cheklov sifatida qayd etish kerakki, mazkur ish empirik ishlash o‘lchovlarini, masalan, real DBMSlarda join xarajatlari, indeks tanlovi va optimizator strategiyalarining farqlarini tajriba orqali o‘lchamadi; natijalar konseptual darajada umumlashtirildi. Kelgusidagi izlanishlar normalizatsiya darajasi, ish yuklamasi tiplari va fizik dizayn qarorlari o‘rtasidagi bog‘lanishni modellashtirish, shuningdek, normalizatsiya qoidalarini avtomatik tahlil qiluvchi vositalar uchun formal evristikalar ishlab chiqishga yo‘naltirilishi mumkin [1; 5].

Conclusion. Tadqiqot ma‘lumotlar bazalarida normalizatsiya redundans va yangilash anomaliyalarini kamaytirishga qaratilgan izchil mantiqiy jarayon ekanini ko‘rsatdi. 1NF atomarlikni ta‘minlab, relatsion ifodaning semantik aniqligini mustahkamlaydi; 2NF kompozit kalit sharoitida qisman bog‘liqlikni bartaraf etib, takroriy saqlashni qisqartiradi; 3NF tranzitiv bog‘liqlikdan keladigan anomaliyalarni kamaytiradi; BCNF determinatorlar tabiatini kuchliroq tartibga solib, ayrim murakkab holatlarda redundansni yanada pasaytiradi. 4NF mustaqil ko‘p qiymatli faktlar bir relatsiyada jamlanishidan keladigan kombinator takrorlanishni yo‘qotadi, 5NF esa join bog‘liqligi nuqtai nazaridan sxemaning eng mayda yo‘qotishsiz dekompozitsiyasini ko‘zda tutadi. Normalizatsiya darajasi oshgani sari integritet va ma‘lumot sifati kuchayadi, biroq so‘rovlar murakkabligi va joinlarga ehtiyoj ortishi mumkin; shu bois loyihalashda yo‘qotishsiz birlashuv hamda bog‘liqlikni saqlash mezonlari bilan bir qatorda ekspluatatsion talablar ham uyg‘un hisobga olinishi zarur. Mazkur xulosalar normalizatsiyani nazariy qoidalar majmui sifatida emas, balki barqaror va xizmat ko‘rsatish jihatidan tejamkor ma‘lumotlar arxitekturasini qurish vositasi sifatida asoslaydi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Date C. J. An Introduction to Database Systems. Boston: Addison-Wesley, 2004. 1024 p.

2. Silberschatz A., Korth H. F., Sudarshan S. Database System Concepts. New York: McGraw-Hill Education, 2019. 1376 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. Саидов У. У., Рахимов Ж. Б. Маълумотлар базасини лойиҳалаш ва бошқариш асослари. Тошкент: Ўзбекистон, 2020. 320 б.
5. Fagin R. Normal Forms and Relational Database Operators. ACM SIGMOD Record. New York: ACM, 1979. Vol. 13, No. 1. P. 153-160.
6. Кузнецов С. Д. Основы баз данных. Москва: Бином, 2016. 480 с.
7. Qodirov A. A., Karimova D. S. Ma'lumotlar bazalarida integritet cheklavlari va ularni boshqarish usullari. Samarqand: SamDU nashriyoti, 2021. 180 b.