# TAVSIYA KONVEYERLARINI O‘RQ-547-SON QONUN TALABLARINI HISOBGA OLGAN HOLDA OPTIMAL JOYLASHTIRISH

Abdullaev Suxrobjon
*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti*
sukhrobabdullaevweb@gmail.com

***Annotatsiya.*** *Ushbu tezisda O‘zbekistonda shaxsga doir ma’lumotlarni mahalliylashtirish talablarini hisobga olgan holda elektron tijorat tavsiya konveyeri bosqichlarini o‘z data-markazi, milliy va xorijiy bulutlar o‘rtasida optimal joylashtirish usuli taklif etiladi. Ma’lumotlarning huquqiy toifasi ikkilik qonuniylik maskasi orqali cheklov sifatida ifodalanadi. Chiziqli konveyer uchun masala cheklovli eng qisqa yo‘l ko‘rinishida tuzilib, dinamik dasturlash bilan aniq yechiladi. Sakkiz bosqichli, uch qatlamli misolda qat’iy lokalizatsiya xarajatni 87,3 foizga, 2026-yilgi shartli uzatish rejimi 70,6 foizga oshirdi. Barcha bosqichlarni mahalliy serverlarda bajarish optimallashtirilgan rejadan 18,6 foiz qimmat bo‘ldi. Model qonunchilik o‘zgarganda faqat maskani yangilab, joylashtirish rejasini qayta hisoblash imkonini beradi.*

***Kalit so‘zlar:*** *tavsiya tizimlari, ma’lumotlarni mahalliylashtirish, shaxsga doir ma’lumotlar, huquqiy muvofiqlik, bulutli hisoblash, dinamik dasturlash, optimal joylashtirish.*

***Abstract.*** *This paper proposes a method for optimally placing the stages of an e-commerce recommendation pipeline across an on-premises data center, a national cloud, and a foreign cloud under Uzbekistan's personal-data localization requirements. Data categories are represented as constraints through a binary legality mask. For a linear pipeline, the placement problem is formulated as a constrained shortest-path problem and solved exactly by dynamic programming. In an eight-stage, three-layer case study, strict localization increased cost by 87.3%, while the 2026 conditional-transfer regime increased it by 70.6%. An all-local deployment was 18.6% more expensive than the optimized compliant plan. When legislation changes, the mask can be updated and the placement plan recomputed.*

***Keywords:*** *recommendation systems, data localization, personal data, legal compliance, cloud computing, dynamic programming, optimal placement.*

**Dolzarbligi.** Elektron tijorat platformasining tavsiya tizimi bir necha bosqichdan iborat konveyer: ma’lumotlarni qabul qilish, belgilarni hisoblash, nomzodlarni tanlash, dastlabki va asosiy reyting, qayta reyting, jurnallash va tahlil. Har bir bosqich qayerdadir bajarilishi kerak - o‘z data-markazida, milliy bulutda yoki xorijiy bulutda. Muhandislik adabiyotida bu tanlov faqat xarajat masalasi sifatida ko‘riladi. O‘zbekistonda esa 2021-yildan beri u huquqiy masala hamdir.

“Shaxsga doir ma’lumotlar to‘g‘risida”gi O‘RQ-547-son Qonunning $27^1$-moddasi 2021-yil 14-yanvardagi O‘RQ-666-son Qonun bilan kiritilgan va fuqarolarning shaxsga doir ma’lumotlarini respublika hududida joylashgan texnik vositalarda saqlashni talab qilgan [1; 2]. 2026-yil 26-martdagi O‘RQ-1125-son Qonun bu moddani qayta tahrir qildi: so‘zsiz lokalizatsiya endi faqat biometrik, genetik ma’lumotlar va telekommunikatsiya operatorlari foydalanuvchilarining ma’lumotlariga tatbiq etiladi, qolgan toifalar esa adekvat himoya, standart shartnoma bandlari yoki xalqaro standartlarga rioya qilish sharti bilan chet elga uzatilishi mumkin [3]. Adekvat davlatlar ro‘yxati Vazirlar Mahkamasining 2026-yil 29-iyuldagi 415-son qarori bilan tasdiqlandi [4]. Demak, besh yil ichida bitta platforma uch xil rejimda ishladi: cheklovsiz, qat’iy lokalizatsiya va shartli uzatish.

Muammo shundaki, federativ tavsiya tizimlari bo‘yicha ilmiy ishlarda [5; 6] “maxfiylik” faqat texnik mexanizm - shifrlash yoki differensial maxfiylik - ma’nosida qo‘llaniladi. Ma’lumotning huquqiy toifasi birorta formal modelda kirish parametri sifatida qatnashmaydi. Natijada qonun o‘zgargan har safar platforma arxitekturasi qo‘lda, tig‘iz muddatda qayta loyihalanadi.

**Tadqiqot maqsadi** - qayta ishlanayotgan ma’lumotning huquqiy toifasini joylashtirish masalasining tipli cheklovi sifatida formallashtirish, shunda huquqiy rejim o‘zgarishi qayta loyihalash emas, oddiy qayta hisoblash bilan hal bo‘ladi.

**Taklif etilayotgan model.** Konveyer $\Pi = (\pi_1, \dots, \pi_N)$ bosqichlardan, infratuzilma esa $L = \{\ell_1, \dots, \ell_{|L|}\}$ qatlamlardan iborat bo‘lsin. Har bir bosqichga huquqiy sinf beriladi:

$$\rho(\pi_i) \in \{\text{OPEN},\ \text{CONDITIONAL},\ \text{LOCAL}\}. \quad (1)$$

LOCAL - so‘zsiz mamlakatda qolishi shart bo‘lgan ma’lumotlar, CONDITIONAL - kafolatlar bilan uzatilishi mumkin bo‘lganlari, OPEN - shaxsga

doir ma’lumotlar rejimidan tashqaridagi agregat va anonimlashtirilgan ma’lumotlar. Amaldagi qonun qonuniylik maskasi $F \in \{0,1\}^{N\times|L|}$ ko‘rinishida yoziladi: $F_{i\ell} = 1$ faqat $i$-bosqichni $\ell$-qatlamda bajarish qonuniy bo‘lganda. Maska - kod emas, ma’lumot; qonun o‘zgarsa, faqat maska yangilanadi va reja qayta hisoblanadi. Har bir maska elementi aniq qonun normasiga bog‘langani uchun muvofiqlik auditi qarorlarni tiklash emas, yozuvlarni tekshirishga aylanadi.

$c_{i\ell}$ - $i$-bosqichni $\ell$-qatlamda bajarish narxi, $m_{\ell\ell'}$ - oqimni $\ell$-qatlamdan $\ell'$-qatlamga uzatish narxi bo‘lsin. Masala quyidagicha qo‘yiladi:

$$C(\sigma) = \sum_{i=1}^{N} c_{i\,\sigma(i)} + \sum_{i=1}^{N-1} m_{\sigma(i)\,\sigma(i+1)} \to \min, \qquad F_{i\,\sigma(i)} = 1 \ \ \forall i. \tag{2}$$

Konveyer chiziqli bo‘lgani uchun bu cheklovli eng qisqa yo‘l masalasi bo‘lib, Bellman rekursiyasi orqali dinamik dasturlash bilan aniq yechiladi:

$$D_{i\ell} = c_{i\ell} + \min_{\ell'}\left(D_{i-1,\ell'} + m_{\ell',\ell}\right), \qquad F_{i\ell} = 1. \tag{3}$$

Algoritm murakkabligi $O(N|L|^2)$ vaqt va $O(N|L|)$ xotira [7].

**Natijalar.** Model sakkiz bosqich va uch qatlamli (L1 - o‘z data-markazi, L2 - milliy bulut, L3 - xorijiy bulut) to‘liq berilgan misolda sinovdan o‘tkazildi. Hisoblash birligi narxlari mos ravishda 1,00; 0,68 va 0,45, qatlamlararo uzatish narxlari 0,20–0,45 oralig‘ida olindi. Dinamik dasturlash natijasi $3^8 = 6\,561$ ta taqsimotni to‘liq saralash bilan tekshirildi va har uchala rejimda bir xil optimum olindi; bunda ko‘pi bilan 63 ta taqqoslash yetarli bo‘ldi.

**1-jadval.** Huquqiy rejimlar bo‘yicha optimal joylashtirish narxi (nisbiy birliklarda)

| Rejim | Umumiy narx | Bazaga nisbatan qo‘shimcha xarajat |
|---|---|---|
| Cheklovsiz (bazaviy) | 3,780 | - |
| Qat’iy lokalizatsiya (2021) | 7,080 | +87,3% |
| Shartli rejim (2026) | 6,450 | +70,6% |
| “Hammasi o‘z serverimizda” (optimallashtirilmagan) | 8,400 | +122,2% |

Olingan natijalardan uchta xulosa kelib chiqadi. Birinchidan, muvofiqlik narxini aniq son bilan ifodalash mumkin: qat’iy lokalizatsiya oqim tannarxini 87,3% ga, 2026-yilgi shartli rejim esa 70,6% ga oshiradi. Ikkinchidan, “hammasini o‘z serverimizga ko‘chiramiz” degan odatiy javob optimal muvofiq rejadan 18,6% qimmat: optimallashtiruvchi hisoblashga og‘ir o‘rta bosqichlarni milliy bulutga chiqarib, qonun doirasida qolgan holda tejaydi. Uchinchidan, sezgirlik tahlili chegaraviy nuqtani ko‘rsatdi: uzatish narxi bazaviydan 2,25 barobar oshganda xorijiy bulutdan foydalanish o‘zini oqlamay qo‘yadi va qonuniy eksport ruxsati amalda qiymatini yo‘qotadi.

**Xulosa.** Ma’lumotlarni lokalizatsiya qilish to‘g‘risidagi qonunchilik tizim arxitekturasiga masshtab yoki kechikish kabi kuchli ta’sir qiladi. Taklif etilgan yondashuvda asosiy to‘siq algoritmik emas, balki ifodalash bilan bog‘liq: yetishmayotgan narsa - hal qiluvchi emas, maska. Platformalarga qonuniylik maskasini yuristlar va arxitektorlar birgalikda yuritadigan versiyalangan konfiguratsiya sifatida saqlash tavsiya etiladi; shunda navbatdagi qonun o‘zgarishi loyiha emas, qayta hisoblash bo‘ladi. Tartibga soluvchi organlar esa qonun loyihasiga 1-jadvaldagi kabi xarajat bahosini ilova qilishi mumkin. Keyingi tadqiqotlar tarmoqlanuvchi oqimlarga, rejalar orasidagi migratsiya xarajatiga va federativ yangilanish oqimiga bag‘ishlanadi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining “Shaxsga doir ma’lumotlar to‘g‘risida”gi O‘RQ-547-son Qonuni, 02.07.2019. - URL: https://lex.uz/docs/4396419

2. O‘zbekiston Respublikasining O‘RQ-666-son Qonuni, 14.01.2021. - URL: https://lex.uz/docs/5220725

3. O‘zbekiston Respublikasining “Shaxsga doir ma’lumotlar to‘g‘risida”gi Qonunga o‘zgartish va qo‘shimcha kiritish haqida”gi O‘RQ-1125-son Qonuni, 26.03.2026. - URL: https://lex.uz/docs/8104580

4. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 415-son qarori, 29.07.2026. - URL: https://lex.uz/uz/docs/8371371

5. Chai D., Wang L., Chen K., Yang Q. Secure federated matrix factorization // IEEE Intelligent Systems. - 2021. - Vol. 36, No. 5. - P. 11–20. - DOI: 10.1109/MIS.2020.3014880

6. Zhang C., Long G., Zhou T. et al. Dual personalization on federated recommendation // Proceedings of IJCAI-23. - 2023. - P. 4558–4566. - DOI: 10.24963/ijcai.2023/507

7. Bellman R. Dynamic Programming. - Princeton: Princeton University Press, 1957.