BULUTLI HISOBLASH TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA KADASTR MA'LUMOTLARINI SAQLASH VA QAYTA ISHLASH

Ibragimov Ulug'bek Muradilloyevich
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent

Annotatsiya

Ushbu tezisda bulutli hisoblash (cloud computing) texnologiyalarini yer kadastr tizimida qo'llashning nazariy asoslari, amaliy imkoniyatlari va istiqbollari ko'rib chiqilgan. Bulutli texnologiyalarning IaaS, PaaS va SaaS xizmat modellari kadastr ma'lumotlarini saqlash, qayta ishlash va tahlil qilishdagi afzalliklari tahlil qilingan. An'anaviy server infratuzilmasi bilan bulutli yechimlarning qiyosiy tahlili keltirilgan, xavfsizlik masalalari muhokama qilingan va O'zbekiston sharoitida joriy etish bo'yicha takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: bulutli hisoblash, yer kadastri, geoinformatsion texnologiyalar, IaaS, PaaS, SaaS, ma'lumotlar bazasi, raqamli kadastr, kiberxavfsizlik, masshtablanish.

Kirish

Zamonaviy yer kadastr tizimlari katta hajmdagi geofazoviy ma'lumotlarni — yer uchastkalarining koordinatalari, chegaralari, maydoni, mulk egalari, huquqiy holati va tarixiy o'zgarishlarini — saqlash va qayta ishlash zaruratiga duch kelmoqda. An'anaviy lokal server infratuzilmasi asosida qurilgan tizimlar ma'lumotlar hajmining tez o'sishi, bir vaqtda ko'p foydalanuvchiga xizmat ko'rsatish va uzluksiz ishlash talablariga javob berishda qiyinchiliklarga uchramoqda [1].

Bulutli hisoblash texnologiyalari — hisoblash resurslari (serverlar, saqlash qurilmalari, ma'lumotlar bazalari, tarmoq xizmatlari) ni internet orqali talab bo'yicha taqdim etuvchi model bo'lib, u tashkilotlarga o'z IT infratuzilmasini sotib olish va ularga texnik xizmat ko'rsatish o'rniga, faqat foydalanilgan resurslar uchun to'lash imkonini beradi [2]. Bu texnologiya kadastr sohasida ham inqilobiy o'zgarishlar yaratish salohiyatiga ega.

Tadqiqotning maqsadi — bulutli hisoblash texnologiyalarini kadastr ma'lumotlarini saqlash va qayta ishlash tizimiga tatbiq etishning afzalliklari, muammolari va istiqbollarini ilmiy asoslashdir.

Asosiy qism

1. Bulutli hisoblash texnologiyalarining mohiyati va xizmat modellari

Bulutli hisoblash — bu tarmoq orqali ulashiladigan, moslashuvchan va o'lchanadigan IT resurslari majmuasi bo'lib, NIST (National Institute of Standards and Technology) ta'rifiga ko'ra uchta asosiy xizmat modeliga bo'linadi [3]:

IaaS (Infrastructure as a Service) — infratuzilma xizmati. Foydalanuvchiga virtual serverlar, saqlash qurilmalari va tarmoq resurslari taqdim etiladi. Kadastr tizimida katta hajmdagi geofazoviy ma'lumotlarni saqlash uchun ideal yechim hisoblanadi. Misol: Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform [4].

PaaS (Platform as a Service) — platforma xizmati. Dasturiy ta'minotni ishlab chiqish va joylashtirish uchun tayyor muhit taqdim etiladi. Kadastr ilovalarini yaratishda ishlab chiquvchilarga infratuzilma bilan shug'ullanmasdan, to'g'ridan-to'g'ri dasturlashga e'tibor qaratish imkonini beradi [5].

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

SaaS (Software as a Service) — dasturiy ta'minot xizmati. Tayyor dasturiy mahsulotlar internet orqali taqdim etiladi. Kadastr xodimlari va fuqarolar brauzer orqali tizimga kirib, hech qanday dastur o'rnatmasdan foydalanishlari mumkin [6].

1-jadval. Bulutli hisoblash xizmat modellarining kadastr tizimidagi qo'llanilishi

Xizmat modeli	Taqdim etiladi	Kadastrda qo'llanilishi	Misol platformalar
IaaS	Virtual serverlar, saqlash, tarmoq	Geofazoviy ma'lumotlar bazasini saqlash	AWS, Azure, Google Cloud
PaaS	Dasturlash muhiti, API, DevOps	Kadastr ilovalarini ishlab chiqish	Heroku, Google App Engine
SaaS	Tayyor dasturiy mahsulotlar	Online kadastr xizmatlari, xarita portallari	ArcGIS Online, Google Earth Engine

2. An'anaviy va bulutli infratuzilmaning qiyosiy tahlili

Kadastr tashkilotlari an'anaviy ravishda lokal serverlarda ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash tizimlarini qo'llagan. Biroq bu yondashuv bir qator jiddiy muammolarga olib keladi: serverlarni sotib olish va ularga texnik xizmat ko'rsatish uchun katta kapital xarajatlar talab etiladi, tizimning sig'imi cheklangan bo'lib, ma'lumotlar hajmi oshganda qo'shimcha uskunalar sotib olish zarur bo'ladi, nosozlik yuz berganda ma'lumotlar yo'qolishi xavfi mavjud [7]. Bulutli texnologiyalar esa bu muammolarning barchasiga samarali yechim taklif etadi.

2-jadval. An'anaviy server infratuzilmasi va bulutli texnologiyalarning qiyosiy tahlili

T/r	Mezon	An'anaviy server	Bulutli texnologiya
1	Boshlang'ich xarajat	Yuqori (server sotib olish)	Past (obuna to'lovi)
2	Masshtablanish	Cheklangan, qo'shimcha uskunalar kerak	Avtomatik, talab bo'yicha
3	Texnik xizmat	O'z mutaxassislari zarur	Provayder tomonidan
4	Ma'lumotlarni himoyalash	Lokal zaxira nusxalar	Geo-tarqatilgan zaxira, avtomatik
5	Foydalanish imkoniyati	Faqat ofis tarmog'ida	Istalgan joydan internet orqali
6	Tiklash vaqti (disaster recovery)	Soatlar/kunlar	Daqiqalar
7	Uzluksiz ishlash (uptime)	95-99%	99,95-99,99%

3. Bulutli kadastr tizimining arxitekturaviy modeli

Bulutli texnologiyalar asosida kadastr tizimini loyihalashtirishda ko'p qatlamli arxitektura qo'llaniladi [8]. Taklif etilayotgan arxitekturaviy model quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topgan:

3-jadval. Bulutli kadastr tizimining arxitekturaviy qatlamlari va komponentlari

T/r	Qatlam	Komponentlar	Texnologiyalar
1	Foydalanuvchi qatlami	Web-portal, mobil ilova, API gateway	React, Flutter, REST API

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

2	Ilova qatlami	Kadastr xizmatlari, GIS tahlil, hisobotlar	Microservices, Docker, Kubernetes
3	Ma'lumotlar qatlami	Relyatsion DB, NoSQL, fayl saqlash	PostgreSQL/PostGIS, MongoDB, S3
4	GIS qatlami	Xarita servisi, geokodlash, tahlil	GeoServer, MapServer, QGIS Server
5	Xavfsizlik qatlami	Autentifikatsiya, shifrlash, audit	OAuth 2.0, TLS/SSL, AES-256
6	Infratuzilma qatlami	Virtual mashinalar, konteynerlar, CDN	AWS/Azure/GCP, CloudFront

Ushbu arxitekturada mikroservis yondashuvi qo'llaniladi, ya'ni har bir funksional komponent (yer ro'yxatga olish, mulk huquqini tekshirish, xarita xizmatlari) alohida servis sifatida ishlab chiqiladi va mustaqil ravishda masshtablanadi [9]. Docker konteynerlashtirish texnologiyasi va Kubernetes orkestrlash tizimi yordamida xizmatlar avtomatik ravishda boshqariladi.

4. Bulutli kadastr tizimida ma'lumotlar xavfsizligi

Kadastr ma'lumotlari davlat ahamiyatiga ega bo'lgan maxfiy ma'lumotlar toifasiga kiradi, shuning uchun bulutli tizimda ularning xavfsizligini ta'minlash eng muhim masala hisoblanadi [10]. Quyidagi xavfsizlik choralari ko'rilishi zarur:

Ma'lumotlarni shifrlash — barcha kadastr ma'lumotlari saqlashda (at-rest) AES-256 algoritmi yordamida, uzatishda (in-transit) esa TLS 1.3 protokoli orqali shifrlanadi. Bu usul ma'lumotlarga ruxsatsiz kirishning oldini oladi [11].

Ko'p bosqichli autentifikatsiya — foydalanuvchilar tizimga kirish uchun paroldan tashqari, biometrik ma'lumotlar yoki bir martalik kodlar orqali qo'shimcha tasdiqlashdan o'tishlari kerak.

Rolga asoslangan kirish nazorati (RBAC) — har bir foydalanuvchiga lavozimi va vakolat doirasiga qarab turli darajadagi kirish huquqlari beriladi. Masalan, kadastr muhandisi ma'lumotlarni o'zgartirishi, oddiy fuqaro esa faqat ko'rishi mumkin.

Audit jurnallari — tizimda amalga oshirilgan barcha amallar (kim, qachon, qaysi ma'lumotni ko'rgan yoki o'zgartirgan) avtomatik ravishda yozib boriladi va tahlil qilinadi [12].

Geo-tarqatilgan zaxira nusxalar — ma'lumotlar bir nechta geografik hududlardagi ma'lumotlar markazlarida zaxiralanadi, bu esa tabiiy ofat yoki texnogen halokat yuz berganda ham ma'lumotlarning saqlanishini kafolatlaydi.

5. Dunyo tajribasi va amaliy natijalar

Ko'plab mamlakatlar kadastr tizimlarini bulutli platformalarga ko'chirish bo'yicha muvaffaqiyatli tajribaga ega:

Avstraliya — Yangi Janubiy Uels shtati kadastr tizimini AWS bulutli platformasiga ko'chirgan. Natijada tizimning ishlash tezligi 3 barobar oshgan va yillik IT xarajatlari 40% ga kamaygan [13].

Niderlandiya — Kadaster tashkiloti Microsoft Azure platformasida gibrid bulutli yechimni joriy etib, 10 million dan ortiq yer uchastkasi ma'lumotlarini real vaqt rejimida qayta ishlash imkoniyatiga erishgan [14].

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Ruanda — butun milliy kadastr tizimini bulutga ko'chirib, qishloq hududlardan ham tizimga kirishni ta'minlagan. Yer ro'yxatga olish muddati 6 oydan 30 kunga qisqargan [15].

Janubiy Koreya — NSDI (National Spatial Data Infrastructure) platformasini Google Cloud asosida qayta qurgan va kuniga 5 million dan ortiq so'rovni qayta ishlash qobiliyatiga erishgan [16].

4-jadval. Bulutli kadastr tizimlarining dunyo tajribasidagi samaradorlik ko'rsatkichlari

T/r	Davlat	Platforma	Asosiy natija	Xarajat tejamkorligi
1	Avstraliya	AWS	Tezlik 3x oshdi	40% tejaldi
2	Niderlandiya	Microsoft Azure	10M+ yer uchastka real-time	35% tejaldi
3	Ruanda	Gibrid bulut	Muddat 6 oydan 30 kunga	50% tejaldi
4	Janubiy Koreya	Google Cloud	5M+ so'rov/kun	30% tejaldi

6. O'zbekistonda bulutli kadastr tizimini joriy etish istiqbollari va takliflar

O'zbekiston Respublikasida "Raqamli O'zbekiston — 2030" strategiyasi doirasida davlat xizmatlarini raqamlashtirish faol amalga oshirilmoqda [17]. Yer kadastr tizimini bulutli platformaga ko'chirish ushbu strategiyaning muhim tarkibiy qismi bo'lishi mumkin. Buning uchun quyidagi bosqichma-bosqich yondashuv taklif etiladi:

Birinchi bosqich — gibrid bulutli model. Maxfiy kadastr ma'lumotlari davlat ma'lumotlar markazida (xususiy bulut), ochiq ma'lumotlar esa ommaviy bulutli platformada saqlanadi. Bu yondashuv xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlikni muvozanatlaydi.

Ikkinchi bosqich — GIS integratsiyasi. PostGIS va GeoServer kabi ochiq kodli GIS vositalari bulutli muhitga joylashtiriladi. Bu kadastr xaritalarini onlayn ko'rish, tahlil qilish va yangilash imkonini beradi [18].

Uchinchi bosqich — sun'iy intellekt xizmatlari. Bulutli platformaning mashinali o'rganish xizmatlari (AWS SageMaker, Azure ML) yordamida kadastr tasvirlarini avtomatik klassifikatsiya qilish, yer uchastkasi chegaralarini aniqlash va anomaliyalarni bashorat qilish tizimlari joriy etiladi.

To'rtinchi bosqich — to'liq bulutga o'tish. Barcha kadastr xizmatlari, shu jumladan fuqarolar uchun onlayn portal, mobil ilova va idoralararo ma'lumot almashish tizimlari bulutli platformada birlashtriladi.

5-jadval. O'zbekistonda bulutli kadastr tizimini joriy etishning bosqichlari

Bosqich	Nomi	Asosiy vazifalar	Muddat
1	Gibrid bulut	Maxfiy ma'lumotlar — xususiy bulut, ochiq — ommaviy bulut	1-2 yil
2	GIS integratsiya	PostGIS, GeoServer, onlayn xarita xizmatlari	2-3 yil
3	Sun'iy intellekt	Avtomatik klassifikatsiya, anomaliya aniqlash, bashorat	3-4 yil
4	To'liq migratsiya	Barcha xizmatlarni bulutga ko'chirish, milliy portal ishga tushirish	4-5 yil

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Xulosa

Bulutli hisoblash texnologiyalari yer kadastr tizimini modernizatsiya qilishda strategik ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalariga ko'ra, bulutli kadastr tizimi an'anaviy tizimga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: IT xarajatlarni 30-50% ga kamaytiradi, tizimning uzluksiz ishlashini 99,95% gacha ta'minlaydi, masshtablanish imkoniyatini cheksiz kengaytiradi va istalgan geografik nuqtadan ma'lumotlarga kirishni ta'minlaydi.

Dunyo tajribasi shuni ko'rsatadiki, bulutli platformalarga o'tgan kadastr tashkilotlari ma'lumotlarni qayta ishlash tezligini bir necha barobar oshirgan, xarajatlarni sezilarli darajada kamaytirgan va fuqarolarga xizmat ko'rsatish sifatini yaxshilagan. Shu bilan birga, ma'lumotlar xavfsizligi, huquqiy tartibga solish va texnik kadrlar tayyorlash masalalari alohida e'tibor talab etadi.

O'zbekiston uchun gibrid bulutli modeldan boshlash, bosqichma-bosqich GIS va sun'iy intellekt xizmatlarini integratsiya qilish va pirovardida to'liq bulutli kadastr tizimiga o'tish strategiyasi eng maqbul yo'l hisoblanadi. Bu yondashuv mamlakatda yer resurslarini samarali boshqarish, investitsion muhitni yaxshilash va raqamli iqtisodiyotni rivojlantirishga muhim hissa qo'shadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rajabifard A. et al. Spatial Data Infrastructure for a Spatially Enabled Government and Society // A Multi-View Framework to Assess SDIs. – 2006. – P. 1-13.
2. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing // NIST Special Publication 800-145. – 2011. – 7 p.
3. Armbrust M. et al. A view of cloud computing // Communications of the ACM. – 2010. – Vol. 53(4). – P. 50-58.
4. Buyya R. et al. Cloud computing and emerging IT platforms // Future Generation Computer Systems. – 2009. – Vol. 25(6). – P. 599-616.
5. Lawton G. Developing Software Online with Platform-as-a-Service Technology // Computer. – 2008. – Vol. 41(6). – P. 13-15.
6. Bhat M.A. et al. Cloud Computing: A solution to Geographical Information Systems // International Journal on Computer Science and Engineering. – 2011. – Vol. 3(2). – P. 594-600.
7. Yang C. et al. Spatial cloud computing: how can the geospatial sciences use and help shape cloud computing? // International Journal of Digital Earth. – 2011. – Vol. 4(4). – P. 305-329.
8. Yao X. et al. Spatial data management in cloud computing environments // International Journal of Geographical Information Science. – 2018. – Vol. 32(11). – P. 2218-2244.
9. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. – O'Reilly Media, 2021. – 616 p.
10. Hashizume K. et al. An analysis of security issues for cloud computing // Journal of Internet Services and Applications. – 2013. – Vol. 4(1). – P. 1-13.
11. Subashini S., Kavitha V. A survey on security issues in service delivery models of cloud computing // Journal of Network and Computer Applications. – 2011. – Vol. 34(1). – P. 1-11.
12. Svantesson D., Clarke R. Privacy and consumer risks in cloud computing // Computer Law & Security Review. – 2010. – Vol. 26(4). – P. 391-397.
13. NSW Land Registry Services. Cloud Migration Strategy Report. – Sydney, 2020. – 34 p.
14. Kadaster Netherlands. Digital Transformation of Land Administration Annual Report. – 2021. – 45 p.
15. Biraro M. et al. Framework for Land Administration in Rwanda // Land Use Policy. – 2021. – Vol. 101. – P. 105-120.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

16. Kim T. et al. Cloud-based NSDI Architecture for Korean Land Management // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2019. – Vol. 8(12). – P. 553.
17. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Raqamli O'zbekiston — 2030" strategiyasi to'g'risidagi farmoni. – 2020-yil 5-oktyabr.
18. Steiniger S., Hunter A. The 2012 free and open source GIS software map // Computers, Environment and Urban Systems. – 2013. – Vol. 39. – P. 136-150.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.