

BULUTLI HISOBLASH (CLOUD COMPUTING) ARXITEKTURASI

IBRAGIMOV SH.M.¹, SHAVKATOVA D.I.²

¹*FarDU dotsenti, shavkat19702008@gmail.com*

²*FarDU talabasi, dildoradhavkatova@gmail.com*

Annotatsiya: Maqolada bulutli hisoblash arxitekturasi, uning qatlamlari, xizmat modellari va amaliy qo'llanilish yo'nalishlari tahlil qilindi. Rasmiy statistik manbalar asosida gibril cloud modelining ustunligi, public cloud bozori o'sishi hamda korxonalarda cloud xizmatlardan foydalanish dinamikasi baholandi.

Kalit so'zlar: bulutli hisoblash, arxitektura, IaaS, PaaS, SaaS, gibril cloud, virtualizatsiya, xavfsizlik

KIRISH. Bulutli hisoblash zamonaviy raqamli iqtisodiyotning tayanch texnologiyalaridan biri bo'lib, server, saqlash, tarmoq va dasturiy ta'minotni xizmat sifatida taqdim etadi. NIST ta'rifiga ko'ra, cloud computing umumiy foydalaniladigan konfiguratsiyalanadigan resurslar havzasiga talab bo'yicha va keng tarmoq orqali kirishni ta'minlaydigan modeldir [6]. Mazkur modelning asosiy xususiyatlari — on-demand self-service, broad network access, resource pooling, rapid elasticity va measured service — bulutli arxitekturaning nazariy poydevorini tashkil etadi [6].

Gartner ma'lumotiga ko'ra, jahon bo'yicha public cloud xizmatlariga xarajatlar 2023-yildagi 561 mlrd dollardan 2024-yilda 675,4 mlrd dollarga va 2025-yilda 723,4 mlrd dollarga yetishi prognoz qilingan [5]. Shuningdek, 2027-yilgacha tashkilotlarning 90 foizi gibril cloud yondashuvini qabul qilishi kutilmoqda [5]. Eurostat ma'lumotlariga ko'ra esa 2025-yilda Yevropa Ittifoqi korxonalarining 52,74 foizi pullik cloud xizmatlaridan foydalangan [3]. Bu ko'rsatkichlar mavzuning dolzarbligini tasdiqlaydi.

Maqolaning maqsadi - bulutli hisoblash arxitekturasining ilmiy-texnik asoslarini, qatlamli tuzilishini, xizmat modellarini va qo'llanilish tendensiyalarini tahlil qilishdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Bulutli hisoblash nazariyasining shakllanishida bir qator xorijiy olimlarning ishlari fundamental ahamiyat kasb etadi. Mell va Grance cloud computingni

standartlashtirilgan shaklda ta'riflab, uning beshta muhim xususiyati (on-demand self-service, broad network access, resource pooling, rapid elasticity, measured service), uchta xizmat modeli va to'rtta joylashtirish modelini aniqlashtirdi. Ushbu yondashuv bugungi kunda ham cloud arxitekturasini tavsiflashda asosiy metodologik tayanch bo'lib qolmoqda [1].

Berkeley ilmiy maktabi vakillari Armbrust va hammualliflar cloud computingni servis sifatida taqdim etiladigan ilovalar hamda ushbu xizmatlarni qo'llab-quvvatlovchi ma'lumotlar markazlari yig'indisi sifatida izohlaydi. Ular cloud modelining asosiy afzalliklari sifatida elastiklik, resurslarni tez kengaytirish, kapital xarajatlarni operatsion xarajatlarga aylantirish va xizmatlarni jadal masshtablarni ko'rsatadi; shu bilan birga mavjud to'siqlar sifatida kechikish, xavfsizlik, ma'lumotlarni ko'chirish va vendor lock-in muammolarini ajratadi [4].

Buyya va hammualliflar esa cloud computingni "hisoblashning beshinchi kommunal xizmati" konsepsiyasi bilan bog'lab, bozor yo'naltirilgan, SLA asosida boshqariladigan arxitektura modelini ilgari suradi. Ularning yondashuvida virtual mashinalar, brokerlar, monitoring, avtorizatsiya va iqtisodiy mexanizmlar cloud resurslarini taqsimlashning markaziy komponentlari sifatida qaraladi [5].

Vaquero va hammualliflar cloud tushunchasining chegaralarini aniqlashtirishga urinib, uni grid computing, utility computing va virtualizatsiya kabi yaqin paradigmalardan ajratib ko'rsatadi. Mualliflar cloud modelining eng muhim belgisi sifatida tez kengayuvchi resurslar havzasi va foydalanuvchi uchun minimal operatsion aralashuv tamoyilini ko'rsatadi [6]. Zhang, Cheng va Boutaba cloud arxitekturasining holatini umumlashtirib, xizmat sifati, xavfsizlik, ishonchlilik, ma'lumotlar markazlarini boshqarish va energiya samaradorligini ustuvor tadqiqot yo'nalishlari sifatida belgilaydi [7].

Marston va hammualliflar esa cloud computingni texnik jihatdan emas, balki biznes va boshqaruv nuqtayi nazaridan tahlil qilib, SWOT model asosida uning kuchli va zaif tomonlarini, imkoniyatlari hamda xavf-xatarlarini ko'rsatadi. Mazkur tadqiqot

cloud arxitektura tanlovida faqat texnologik emas, balki iqtisodiy, tashkiliy va huquqiy mezonlar ham muhimligini asoslaydi [8].

Xorijiy tadqiqotlar bo'yicha qiyosiy tahlil

Cloud computing bo'yicha xorijiy tadqiqotlarning qiyosiy tavsifi

1-jadval.

Olim(lar)	Asosiy g'oya	Mazkur maqola uchun ahamiyati
Mell, Grance	Cloud computingning standart ta'rifi, 5 xususiyat, 3 xizmat modeli, 4 joylashtirish modeli	Nazariy va terminologik tayanchni belgilaydi
Armbrust va boshq.	Cloudning afzalliklari va to'siqlari, elastiklik va masshtablash	Arxitektura samaradorligi hamda cheklovlarini tahlil qilishga xizmat qiladi
Buyya va boshq.	SLA va bozor yo'naltirilgan resurs boshqaruvi	Orkestratsiya, monitoring va iqtisodiy boshqaruv masalalarini asoslaydi
Vaquero va boshq.	Cloud tushunchasini yaqin paradigmalar bilan chegaralash	Cloud modelining konseptual chegaralarini aniqlaydi
Zhang, Cheng, Boutaba	State-of-the-art va tadqiqot chaqiriqlari	Xavfsizlik, QoS va resurs boshqaruvi bo'yicha muammolarni ochib beradi
Marston va boshq.	Cloudning biznes nuqtayi nazardagi SWOT tahlili	Texnik qarorlarning iqtisodiy va tashkiliy oqibatlarini ko'rsatadi

Tadqiqotda tizimli tahlil, qiyosiy tahlil, kontent-tahlil va statistik taqqoslash usullari qo'llanildi. Nazariy manbalar sifatida fundamental ilmiy maqolalar va NIST hujjatlari, amaliy-statistik manbalar sifatida esa Gartner, Eurostat, Flexera hamda yirik cloud provayderlarning rasmiy hisobotlari tanlandi [1]–[3], [9]–[12].

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqotda tizimli tahlil, qiyosiy tahlil va statistik taqqoslash usullari qo'llanildi. Nazariy manba sifatida NIST SP 800-145 hujjati, amaliy-statistik manba sifatida esa

Gartner, Eurostat, Flexera hamda Amazon, Microsoft va Alphabetning rasmiy hisobotlari tanlandi [1]–[7].

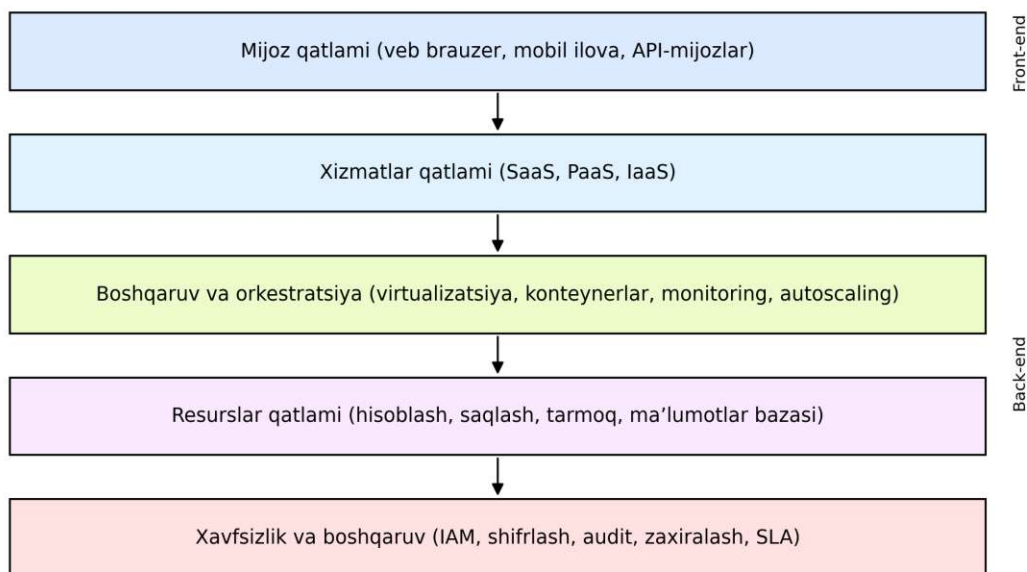
Bulutli hisoblash arxitekturasi front-end va back-end qismlarga ajratilib o‘rganildi. Front-end foydalanuvchi interfeysi va API qatlamlarini, back-end esa hisoblash, saqlash, tarmoq, boshqaruv, monitoring va xavfsizlik modullarini qamrab oladi. Xizmat modellari sifatida IaaS, PaaS va SaaS; joylashtirish modellari sifatida esa public, private va hybrid cloud ko‘rib chiqildi [6].

Bulutli hisoblash arxitekturasi asosiy qatlamlari va funksiyalari

2-jadval.

Qatlam	Asosiy komponentlar	Funksional vazifa
Mijoz	Veb, mobil, API	So‘rovlarni qabul qilish
Xizmatlar	SaaS, PaaS, IaaS	Xizmatlarni taqdim etish
Boshqaruv	Virtualizatsiya, orkestratsiya	Resurs va yuklamani boshqarish
Resurs/Xavfsizlik	Hisoblash, saqlash, tarmoq, IAM	Infratuzilma va himoyani ta’minlash

Bulutli hisoblash arxitekturasi ko‘p qatlamli modeli

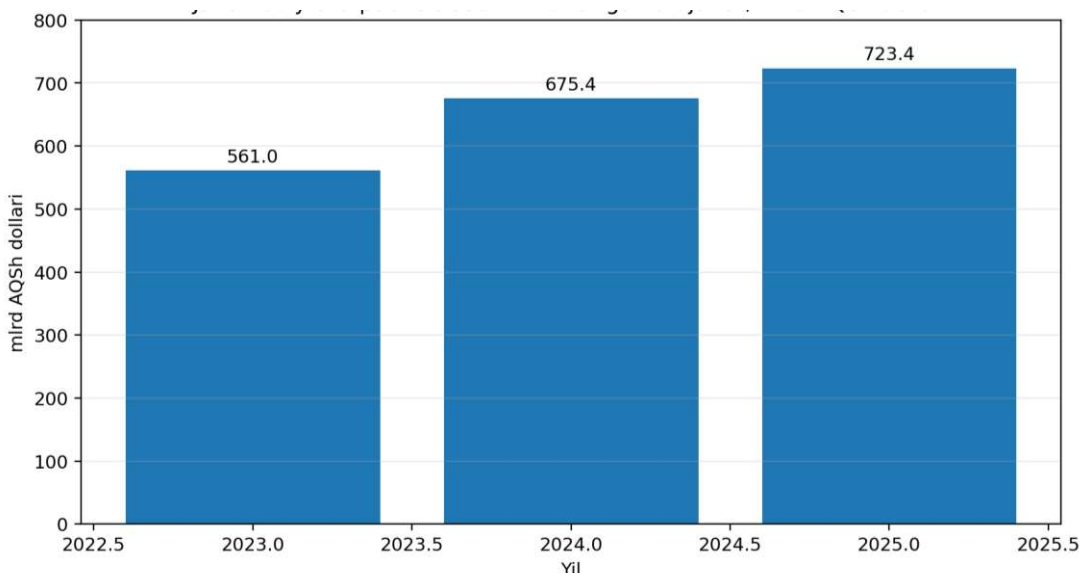


1-rasm. Bulutli hisoblash arxitekturasi ko‘p qatlamli konseptual modeli

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tahlil natijalariga ko‘ra, cloud arxitektura ko‘p qatlamli va elastik model bo‘lib, resurslarni markazlashgan boshqarish, avtomatlashtirilgan provisioning va xizmatlarni tez masshtablash imkonini beradi. Flexera ma’lumotiga ko‘ra, 2026-yilda tashkilotlarning 73 foizi gibridd cloud infratuzilmasida faoliyat yuritmoqda [4]. Bu esa public va private muhitlarning uyg‘un kombinatsiyasi amaliy jihatdan eng maqbul yechim ekanini ko‘rsatadi.

Gartner statistikasi public cloud bozorining barqaror o‘shishini tasdiqlaydi. 2023–2025-yillarda xarajatlar hajmining oshishi cloud-native ilovalar, platforma xizmatlari va AI yuklamalari hisobiga kuchaymoqda [5]. Demak, cloud arxitektura bugungi kunda oddiy hosting modeli emas, balki innovatsion xizmatlarni ishlab chiqish va yetkazib berish platformasiga aylangan.



2-rasm. Jahon bo‘yicha public cloud xizmatlariga xarajatlar dinamikasi, mlrd AQSh dollari

Bulutli hisoblash bozorining ayrim asosiy statistik ko‘rsatkichlari

3-jadval.

Ko‘rsatkich	2023	2024	2025
Jahon public cloud xarajatlari, mlrd AQSh dollari	561,0	675,4	723,4
Google Cloud daromadi, mlrd AQSh dollari	33,1	43,2	58,7

AWS daromadi, mlrd AQSh dollari	—	108,0	129,0
Azure daromadi, mlrd AQSh dollari	—	—	>75,0
EU korxonalarida cloud'dan foydalanish, %	45,32*	—	52,74

* 2025-yil uchun EU bo'yicha ko'rsatkich Eurostat ma'lumotlarida 45,2% sifatida berilgan [3].

Yirik cloud provayderlarning moliyaviy natijalari ham bozorning jadal kengayayotganini ko'rsatadi. Amazon hisobotiga ko'ra, AWS daromadi 2025-yilda 129 mlrd dollarga yetgan [2]. Microsoft hisobotida Azure daromadi ilk bor 75 mlrd dollardan oshgani qayd etiladi [7]. Alphabet ma'lumotiga ko'ra esa Google Cloud daromadi 2025-yilda 58,705 mlrd dollarni tashkil etgan [1].

Korxonalar miqyosida cloud xizmatlardan foydalanish ulushi yirik biznesda ayniqsa yuqori. Eurostat ma'lumotiga ko'ra, 2025-yilda yirik korxonalarining 84,67 foizi, o'rta korxonalarining 66,78 foizi va kichik korxonalarining 49,30 foizi pullik cloud xizmatlaridan foydalangan [3]. Mazkur holat cloud arxitekturaning rezerv nusxalash, hamkorlik, analitika va xavfsizlik bo'yicha ustunliklarini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, cloud arxitekturani joriy etishda xavfsizlik, identifikatsiya, ma'lumotlar rezidentligi, vendor lock-in va xarajatlarni boshqarish kabi muammolar mavjud. Shuning uchun cloud infratuzilmasini loyihalashda zero trust xavfsizlik siyosati, IAM, audit, zaxiralash, konteyner orkestratsiyasi va FinOps yondashuvlarini birgalikda qo'llash maqsadga muvofiq [4], [6].

XULOSA

Bulutli hisoblash arxitekturasi zamonaviy axborot tizimlarining ilmiy-texnik tayanchi bo'lib, resurslarni talab bo'yicha taqsimlash, elastiklik, keng ko'lamli integratsiya va xizmat sifatini boshqarishni ta'minlaydi. Tadqiqot natijalari cloud arxitekturaning samaradorligi qatlamli tuzilish, avtomatlashtirilgan boshqaruv va kuchli xavfsizlik siyosatiga bog'liqligini ko'rsatdi.

Statistik ma'lumotlar public cloud bozorining jadal o'sishini, gibrid cloud modelining amaliy ustunligini va korxonalarda cloud xizmatlardan foydalanish ulushi ortib borayotganini tasdiqladi [1]–[5], [7]. Shundan kelib chiqib, cloud-native ilovalar,

konteynerlash, gibrid boshqaruv va xarajatlarni optimallashtirish kelajakdagi asosiy ilmiy-amaliy yoʻnalishlar sifatida baholandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI

1. Alphabet Inc. Annual Report 2025. - Mountain View: Alphabet Inc., 2026.- 99 p.
2. Amazon. 2025 Annual Report and CEO Andy Jassy's 2025 Letter to Shareholders. - Seattle: Amazon, 2026.
3. Eurostat. Cloud computing - statistics on the use by enterprises. - Luxembourg: European Commission, 2026.
4. Flexera. 2026 State of the Cloud Report. - Itasca: Flexera Software LLC, 2026.
5. Gartner. Forecasts Worldwide Public Cloud End-User Spending to Total 723 Billion Dollars in 2025. - Stamford: Gartner, 2024.
6. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. NIST Special Publication 800-145. - Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2011. - 7 p.
7. Microsoft. Annual Report 2025. - Redmond: Microsoft Corporation, 2025.