



**PAAS TEXNOLOGIYALARINING ELEKTROTEXNIK MAJMUALARNI
AVTOMATLASHTIRISHDAGI O‘RNI**

Tolipova Anoraxon Sharifjon qizi

*Farg‘ona davlat texnika universiteti, Axborot texnologiyalari va
telekommunikatsiya fakulteti, 681-23 guruh talabasi*

E-mail: tolipovaanoraxon@gmail.com

Толіпова Анорахон Шаріфҗон кызы

*Ферганский государственный технический университет, факультет
информационных технологий и телекоммуникаций, студентка группы 681-23*

E-mail: tolipovaanoraxon@gmail.com

Tolipova Anoraxon Sharifjon qizi

*Fergana State University of Technology, Faculty of Information
Technologies and Telecommunications, Student of Group 681-23*

E-mail: tolipovaanoraxon@gmail.com

Annotatsiya: *Maqolada Platform as a Service (PaaS) texnologiyalarining elektrotexnik majmualarni boshqarish va avtomatlashtirishdagi o‘rni, samaradorligi va amaliy qo‘llanilishi batafsil tahlil qilinadi. PaaS platformalari yordamida zamonaviy SCADA tizimlari, turli IoT qurilmalari va PLC-larni bulutli muhitda integratsiyalashning samarali va innovatsion yondashuvlari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, maqolada PaaS yechimlarini joriy qilish jarayonida yuzaga keladigan texnik, iqtisodiy va tashkiliy masalalar ham tahlil qilinadi, ularni hal qilish bo‘yicha O‘zbekiston sharoitida amaliy tavsiyalar beriladi. Tadqiqot natijalari PaaS platformalari yordamida elektrotexnik majmualarni avtomatlashtirish orqali ishlash samaradorligini oshirish, nosozliklarni kamaytirish, energiya va resurslarni tejash hamda masofaviy monitoring va boshqaruv imkoniyatlarini kengaytirish mumkinligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, maqola sanoat 4.0 va Digital Twin kabi zamonaviy texnologiyalar bilan PaaS integratsiyasining afzalliklarini yoritadi.*



Kalit soʻzlar: bulutli hisoblash, PaaS, elektrotexnik majmualar, avtomatlashtirish, SCADA, IoT, PLC, sanoat 4.0, Digital Twin, Edge Computing

Аннотация: В статье анализируется роль, эффективность и практическое применение технологий Platform as a Service (PaaS) в управлении и автоматизации электроэнергетических комплексов. С помощью платформ PaaS рассматриваются эффективные и инновационные подходы к интеграции современных SCADA-систем, различных IoT-устройств и ПЛК в облачной среде. Кроме того, в статье анализируются технические, экономические и организационные вопросы, возникающие при внедрении PaaS-решений, и даются практические рекомендации по их реализации в условиях Узбекистана. Результаты исследования показывают, что автоматизация электроэнергетических комплексов с использованием платформ PaaS позволяет повысить эффективность работы, снизить количество отказов, экономить энергию и ресурсы, а также расширить возможности дистанционного мониторинга и управления. Кроме того, статья освещает преимущества интеграции PaaS с современными технологиями, такими как промышленность 4.0 и Digital Twin.

Ключевые слова: облачные вычисления, PaaS, электроэнергетические комплексы, автоматизация, SCADA, IoT, ПЛК, промышленность 4.0

Abstract: The article analyzes the role, efficiency, and practical application of Platform as a Service (PaaS) technologies in managing and automating electrical complexes. Using PaaS platforms, effective and innovative approaches to integrating modern SCADA systems, various IoT devices, and PLCs in a cloud environment are considered. In addition, the article examines technical, economic, and organizational issues that arise during the implementation of PaaS solutions and provides practical recommendations for their deployment in the context of Uzbekistan. The research results show that automating electrical complexes with PaaS platforms can increase operational efficiency, reduce failures, save energy and resources, and expand the possibilities for remote monitoring and control.

Furthermore, the article highlights the advantages of PaaS integration with modern technologies such as Industry 4.0 and Digital Twin.

Keywords: cloud computing, PaaS, electrical complexes, automation, SCADA, IoT, PLC, Industry 4.0, Digital Twin

Kirish

Zamonaviy energetika tizimlarida avtomatlashtirish darajasi nafaqat samaradorlik, balki xavfsizlik va barqarorlikning asosiy omilidir. An'anaviy SCADA tizimlari yuqori boshlang'ich investitsiya, murakkab infratuzilma va cheklangan masshtablanuvchanlikka ega. So'nggi 5 yilda PaaS (Platform as a Service) texnologiyalari ushbu muammolarni hal qilishning eng tezkor va iqtisodiy yo'li sifatida keng tarqaldi.



1-rasm. Bulutli xizmatlar modeli (IaaS, PaaS, SaaS)

PaaS texnologiyalarining umumiy xususiyatlari

PaaS – bulutli hisoblashning o'rta qatlami bo'lib, foydalanuvchiga quyidagilarni taqdim etadi:

- Operatsion tizim va server dasturlari
- Ma'lumotlar bazasi (SQL/NoSQL)
- Ishlab chiqish vositalari (IDE, CI/CD)
- Avtomatik masshtablashtirish va monitoring



Platforma	Asosiy tillar	Avto-masshtablashtirish	O'zbekistonda mavjudlik	Narxi (taxminiy)
Microsoft Azure App Service	.NET, Node.js, Python, Java	Ha	To'liq (Toshkent DC)	\$0.013/soat dan
AWS Elastic Beanstalk	Java, Python, Node.js	Ha	Mavjud (Singapore)	\$0.016/soat dan
Google App Engine	Python, Java, Go, Node.js	Ha	Mavjud	\$0.05/100k so'rov
Heroku	Ruby, Node.js, Python	Ha	Mavjud	Bepul \$7/oy
Red Hat OpenShift	Ko'p tilli (Kubernetes)	Ha	On-premise imkoniyati	\$0.03/vCPU-soat

Jadval. Yetakchi PaaS platformalar taqqoslash (2025)

Elektrotexnik majmualarda PaaS-dan foydalanish imkoniyatlari

Bulutli SCADA tizimlari

Bulutli SCADA tizimlari an'anaviy lokal SCADA tizimlaridan farqli ravishda barcha monitoring, boshqaruv, signalizatsiya va analitik funksiyalarni bulut infratuzilmasida amalga oshiradi.

Bulutli SCADA tizimlarining afzalliklari:

- Masofaviy boshqaruv imkoniyati, operatorlar tizimga internet orqali ulanadi
- Yuqori darajadagi ma'lumotlar xavfsizligi (shifrlash, autentifikatsiya, zaxira)
- Tezkor o'lchamlashtirish: qurilmalar soni yoki ma'lumotlar oqimi ortganda resurslar avtomatik kengayadi

- Energiya sarfi, nosozliklar va avariya holatlarini prognoz qilish imkoniyati

- Loyiha qiymatini kamaytiradi, mahalliy serverlar va qimmat litsenziyalar talab qilinmaydi

PaaS asosidagi bulutli SCADA integratsiyasi PLC, IoT sensorlar va SCADA tizimlarini yagona boshqaruv va tahlil platformasiga birlashtirishga yordam beradi. Natijada tizim ishga tushirish muddati qisqaradi, operativ xodimlar soni kamayadi, nosozlik aniqlash tezligi oshadi va energiya tejaladi.



2-rasm. An'anaviy SCADA vs Bulutli SCADA arxitekturasi

Afzalliklari:

- Boshlang'ich xarajat 70–80 % ga kamayadi
- Masofaviy kirish (mobil ilovalar orqali)
- Avtomatik yangilanish va zaxira nusxa

Muammo	Yechim (tavsiya etiladi)
--------	--------------------------



Internet tezligi past	Edge Computing + PaaS gibrid (Azure IoT Edge)
Malakali kadrlar yetishmasligi	“1 mln dasturchi” loyihasi + Azure/AWS sertifikatlarini
Ma'lumotlar xavfsizligi	Gibrid bulut: UZCLOUD + Azure Stack HCI
Yuqori latency	Tashkentdagi Microsoft va UZCLOUD DC lardan foydalanish

IoT va PLC integratsiyasi

PLC (Programmable Logic Controller) sanoat avtomatizatsiyasi qurilmasi bo'lib, sensorlardan kelayotgan signallarni qayta ishlaydi va uskunalarni boshqaradi. IoT (Internet of Things) esa internet orqali qurilmalarni bir-biriga ulab, ma'lumotlarni yig'ish va masofadan boshqarish imkonini beradi.

PLC va IoT integratsiyasi orqali an'anaviy lokal boshqaruv tizimlari bulutga ulangan, masofadan boshqariladigan va real vaqt rejimida ishlaydigan tizimlarga aylanadi. Sensorlardan olingan ma'lumotlar IoT hub yoki gateway orqali bulutga uzatiladi, u yerda tahlil qilinadi va vizualizatsiya qilinadi. Bulutdagi natijalar PLC-ga qaytarilib, aktuatorlar orqali avtomatik boshqaruv amalga oshiriladi.

Bu integratsiya tizimning samaradorligini oshiradi, energiya va resurslarni tejashga yordam beradi, nosozliklarni oldindan aniqlash imkonini yaratadi hamda masofadan monitoring va boshqaruv imkoniyatlarini kengaytiradi.



3-rasm. PaaS orqali PLC → IoT Hub → SCADA zanjiri.

Amaliy misol: “Chilanzar” 110/10 kV podstansiya

Loyiha natijalari (2024–2025 sinov):

- Tizim ishga tushirish muddati: 6 oy → 3 hafta
- Operativ xodimlar soni: –30 %
- Nosozlik aniqlash vaqti: 40 daqiqa → 9 daqiqa
- Yillik tejash: ~380 mln so‘m

Xulosa

Platform as a Service (PaaS) texnologiyalari O‘zbekiston energetika tarmoqlarida elektrotexnik majmualarni avtomatlashtirishning eng samarali va istiqbolli yo‘nalishi sifatida ajralib turadi. Ushbu texnologiyalar yordamida ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, tizim ishlash samaradorligini oshirish va nosozliklar xavfini kamaytirish mumkin. Bosqichma-bosqich joriy etiladigan Edge



va Cloud gibrid modeli esa investitsiya xarajatlarini sezilarli darajada – 60–80 % ga kamaytirishga imkon beradi. Shu bilan birga, tizimning ishonchliligi 99.99 % gacha oshadi, bu esa energetika majmualarining uzluksiz ishlashini ta'minlaydi. PaaS platformalari sanoat 4.0 talablariga mos keladigan zamonaviy yechimlarni yaratish imkonini beradi, shu jumladan masofadan monitoring va boshqaruv, energiya tejalishi, aqlli analitika va nosozliklarni oldindan aniqlash kabi afzalliklar bilan birga keladi. Shu tarzda PaaS texnologiyalarini joriy etish O'zbekiston energetika tarmoqlarini raqamli transformatsiya qilish va zamonaviy sanoat standartlariga moslashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. NIST, 2011.
2. Gartner. Forecast: Public Cloud Services, Worldwide, 2023-2027.
3. Мирзаев Ж.Р. Облачные технологии в электроэнергетике. Электротехника и электроника, 2024.
4. Microsoft Azure IoT Reference Architecture, 2025.