

II BÖLMƏ: *TEKNOLOGİYA, İNNOVASIYA VƏ İSTEHSAL SAHƏLƏRİ*

ELEKTROTEKNIKA SƏNAYE SAHƏSİNDƏ MÜASİR TEKNOLOJİ TRENDLƏR

DOI: [10.71447/2413-7235-2025-1-68](https://doi.org/10.71447/2413-7235-2025-1-68)

i.ü.f.d., dosent Turanə V. Əhmədova
Azərbaycan Respublikası İqtisadiyyat Nazirliyi
İqtisadi Elmi Tədqiqat İnstitutu
“İstehsal sahələri” şöbəsinin baş elmi işçisi,
E-mail: turana.ahmadova@esri.gov.az
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6406-3377>

Xülasə

Müasir dövrdə süni intellekt (Sİ) və Əşyaların İnterneti (İoT) elektrotexnika sənayesində texnoloji transformasiyanın əsas amilləri hesab olunur. İnsan yaradıcılığı nəticəsində formalaşan artefaktlar olmaqla süni intellekt insan intellekti ilə əlaqəli tapşırıqları yerinə yetirən hesablama sistemlərini əhatə edir. İoT isə müxtəlif sahələrdə, o cümlədən sənaye istehsalı, ağıllı şəhərlər, e-hökumət və səhiyyədə tətbiq olunaraq rəqabət üstünlüyünü təmin edir.

Kontekstə uyğun həssaslıq, avtonom hesablama və şəbəkə bağlantısı kimi əsas xüsusiyyətlərə malik ağıllı cihazlar və ağıllı istehsal sistemləri Sənaye 4.0-ın əsas komponentlərini təşkil etməklə məlumatları toplayır, emal edir və idarə edir. Sİ ilə inteqrasiya olunmuş sistemlər rəqəmsal əkizlər, generativ dizayn və proqnozlaşdırıcı texniki xidmət vasitəsilə istehsalı optimallaşdırır, məhsuldarlığı artırır, xərcləri azaldır və keyfiyyəti yüksəldir. Sənaye və fərdi istifadəçilər üçün mühüm əhəmiyyətə malik “yaşıl” texnologiyalar - bulud hesablama, virtualizasiya və bərpa olunan enerji mənbələri enerji istehlakını və karbon emissiyasını azaldır, bu tendensiyalar ölkəmizin rəqəmsal transformasiyası və dayanıqlı iqtisadi inkişafını gücləndirir, ölkəni regionda texnoloji inkişaf baxımından liderə çevirir.

Açar sözlər: *ağıllı cihazlar, süni intellekt (AI), Əşyaların İnterneti (İoT), elektrotexnika sənayesi, enerji səmərəliliyi.*

MODERN TECHNOLOGICAL TRENDS IN ELECTRICAL ENGINEERING

PhD in Economics, associate professor Turana V. Ahmadova
Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan
The Economic Scientific Research Institute
Senior researcher of “Production sectors” department
E-mail: turana.ahmadova@esri.gov.az
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6406-3377>

Abstract

In the modern era, Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) are considered key drivers of technological transformation in the electrical engineering industry. AI, as an artifact resulting from human creativity, encompasses computational systems capable of performing tasks associated with human intelligence. IoT provides competitive advantages through applications across various domains, including industrial manufacturing, smart cities, e-government, and healthcare.

Smart devices and intelligent manufacturing systems, featuring context-aware sensitivity, autonomous computation, and network connectivity, form the core components of Industry 4.0, collecting, processing, and managing data. AI-integrated systems optimize production, enhance productivity, reduce costs, and improve quality through digital twins, generative design, and predictive maintenance. Green technologies - such as cloud computing, virtualization, and renewable energy sources - are crucial for both industrial and individual users, reducing energy consumption and carbon emissions. These trends strengthen the country's digital transformation, promote sustainable economic development, and position it as a regional technological leader.

Keywords: *smart devices, Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), electrical engineering industry, energy efficiency.*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

экономики, доцент Турана В. Ахмедова

Министерство Экономики Азербайджанской Республики

Научно-исследовательский Институт

Экономики

старший научный сотрудник отдела «Производственные отрасли», доктор философских наук по

3-почта: turana.ahmadova@esri.gov.az

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6406-3377>

Резюме

В современную эпоху искусственный интеллект (ИИ) и Интернет вещей (IoT) считаются ключевыми факторами технологической трансформации в электро-энергетической отрасли. Искусственный интеллект, являясь результатом человеческого творчества и представляя собой артефакты, охватывает вычислительные системы, способные выполнять задачи, связанные с человеческим интеллектом. IoT применяется в различных сферах, включая промышленное производство, умные города, электронное правительство и здравоохранение, обеспечивая конкурентные преимущества.

Умные устройства и интеллектуальные производственные системы, обладающие такими ключевыми характеристиками, как контекстная чувствительность, автономные вычисления и сетевое подключение, являются основными компонентами Индустрии 4.0, собирая, обрабатывая и управляя данными. Системы, интегрированные с ИИ, с помощью цифровых двойников, генеративного проектирования и прогнозного технического обслуживания оптимизируют производство, повышают продуктивность, снижают затраты и улучшают качество. «Зеленые» технологии, имеющие важное значение как для промышленного, так и для индивидуального использования - облачные вычисления, виртуализация и возобновляемые источники энергии - снижают потребление энергии и выбросы углекислого газа. Эти тенденции укрепляют цифровую трансформацию и устойчивое экономическое развитие страны, превращая её в регионального лидера по технологическому развитию.

Ключевые слова: *умные устройства, искусственный интеллект (ИИ), Интернет вещей (IoT), электроэнергетическая промышленность, энергоэффективность.*

GİRİŞ

Sürətlə texnoloji transformasiyaya məruz qalan elektrotexnika sahəsi və süni intellekt (Sİ), Əşyaların İnterneti (İoT) və “ağıllı” istehsal sistemləri kimi innovativ texnologiyalar istehsal proseslərinin optimallaşdırılması, məhsuldarlığın artırılması və enerji səmərəliliyinin təmin edilməsində əhəmiyyətli rol oynayır. “Süni intellekt” - hesablama sistemlərinin öyrənmə, məntiqi düşünmə, problemlərin həlli, qavrama və qərar vermə kimi adətən insan intellekti ilə əlaqələndirilən tapşırıqları yerinə yetirmək qabiliyyətidir. O, təbii (xüsusilə bioloji və ya təkamül yolu ilə baş verən) proseslərin nəticəsi deyil, insanın yaradıcılığı, ixtirası və mühəndis fəaliyyəti nəticəsində meydana gəlmişdir.

İoT (Əşyaların İnterneti) cəmiyyətin bütün sahələrdə sürətlə yayılaraq yeni imkanlar yaradır və rəqabət üstünlüyü təmin edən bir vasitəyə çevrilir. İoT-dan faydalanan sahələrə nəqliyyat, ağıllı şəhər, ağıllı ev texnologiyaları, ağıllı səhiyyə, e-hökumət, e-təhsil, pərakəndə satış, logistika, kənd təsərrüfatı, avtomatlaşdırma, sənaye istehsalı və proses idarəçiliyi və digər sahələr daxildir (Silverio-Fernández, Renukappa, & Suresh, 2018).

Ağıllı cihazlar və ağıllı istehsal sistemləri. Bu gün - Sənaye 4.0-da əsas rol oynayan ağıllı cihazlar: məqsədyönlü şəkildə dizayn edilmiş X vahidi o qədər ağıllıdır ki, avtomatlaşdırılmış qabiliyyətlərdən və digər fiziki, informasiya, texniki və intellektual resurslardan istifadə edərək məlumatları işlətmək, təhlil etmək və ya onlardan öyrənməklə faydalı nəticələr əldə etməyə yönəlmiş funksiyaları yerinə yetirir və idarə edir. (Alter, 2019).

Ağıllı cihaz müxtəlif simsiz rabitə protokolları (məsələn, Bluetooth, Zigbee, yaxın sahə rabitəsi – NFC, Wi-Fi, NearLink, Li-Fi və ya 5G) vasitəsilə digər cihazlara və ya şəbəkələrə qoşula bilən elektron qurğudur. Ağıllı cihazların smartfonlar, ağıllı dinamiklər, ağıllı avtomobillər, ağıllı kartlar, ağıllı termostatlar, ağıllı qapı zəngləri, ağıllı kilidlər, ağıllı soyuducular, fabletlər və planşetlər, ağıllı saatlar, ağıllı eynəklər, ağıllı televizorlar və digər oxşar qurğular kimi növləri mövcuddur. “Ağıllı cihaz” anlayışı həmçinin hər yerdə mövcud olan hesablama (ubiquitous computing) xüsusiyyətlərinə malik olan, bəzi hallarda isə maşın öyrənməsi elementlərini də özündə birləşdirən qurğulara da aid edilir. Ağıllı cihazlar aşağıdakı əsas xüsusiyyətlərə malikdir:

Ağıllı cihazlar kontekstə uyğun həssaslığa malikdir. Bu bir sistemin və ya sistem komponentinin istənilən zamanda ətraf mühiti haqqında məlumat toplamaq və davranışlarını buna uyğun tənzimləmək qabiliyyətidir. Kameralar, mikrofonlar, qlobal yer müəyyənləşdirmə sistemi (GPS) qəbulediciləri, radar və LiDAR sensorları kontekstə əsaslanan hesablama üçün potensial məlumat mənbələridir.

Ağıllı cihazlar avtonom hesablama qabiliyyətinə malikdir. Burada əsas xüsusiyyət - cihaz istifadəçinin birbaşa əmri olmadan tapşırıqları müstəqil şəkildə yerinə yetirə bilməsidir. Məsələn, malik olduğumuz smartfonlar bizə geolokasiya və ya hava şəraiti əsasında müxtəlif təkliflər təqdim edir. Bu zahirən sadə funksiyaları yerinə yetirmək üçün smartfon avtonom fəaliyyət göstərməli və qərar qəbul etmək üçün kontekst məlumatlarından istifadə etməlidir.

Ağıllı cihazlarda şəbəkə bağlantısı. Şəbəkə bağlantısı ağıllı cihazın məlumat şəbəkələri ilə əlaqə qurmaq və bu şəbəkələr vasitəsilə məlumat mübadiləsi aparmaq qabiliyyətini ifadə edir. Bağlantı imkanları olmadan cihazın avtonom fəaliyyət göstərməsi və kontekst məlumatlarını emal etməsi praktiki baxımdan məhdud əhəmiyyət kəsb edir. Simli və ya simsiz rabitə texnologiyaları vasitəsilə təmin edilən şəbəkə əlaqəsi cihazların Əşyaların İnterneti (İoT) ekosisteminə inteqrasiyasını mümkün edən əsas texnoloji xüsusiyyətlərdən biri hesab olunur.

Sürətlə inkişaf edən texnologiyalar, xüsusilə informasiya və kommunikasiya texnologiyaları (İCT), bulud hesablama, Əşyaların İnterneti (İoT), böyük verilənlərin analitikası və süni intellekt kimi bir sıra inqilabi texnologiyalar davamlı olaraq meydana çıxır. Bu yeni texnologiyaların sənaye sahələrinə inteqrasiyası artan fərdiləşdirilmiş tələblərin ödənilməsində, yüksək keyfiyyətin və qısa zaman kəsiyində bazara çıxışın təmin olunmasında mühüm əhəmiyyətə malikdir. Məsələn, sensorların

(məsələn, emal maşınları) yerləşdirilməsi sayəsində istehsal avadanlıqları ətrafı anlamaq (məlumat toplamaq), müstəqil fəaliyyət göstərən (məsələn, iş sürətini tənzimləmək, nasazlığı aşkar etmək) və bir-biri ilə məlumat mübadiləsi apararaq koordinasiya şəklində işləyə bilirlər.

Ağıllı istehsal, ənənəvi istehsal proseslərinin səmərəliliyini və çevikliyini artırmaq məqsədilə süni intellekt (AI), bulud bağlantısı və sənaye Əşyaların İnterneti (Industrial IoT - IIoT) kimi qabaqcıl texnologiyalardan istifadə etməklə istehsal proseslərinin daha effektiv idarə olunmasına, məlumatların real vaxt rejimində emalına və istehsal fəaliyyətinin optimallaşdırılmasına imkan yaradır. Bundan əlavə, bu texnologiyaların imkan verdiyi şəraitdə real vaxt istehsal məlumatlarını toplamaq və paylaşmaq mümkündür ki, bu da sürətli və dəqiq qərar vermə üçün istifadə edilə bilər. Xüsusilə, fiziki istehsal avadanlıqlarının və cihazlarının internet üzərindən birləşdirilməsi və rəqəmsal mühitdə (məsələn, buludda) böyük verilənlərin analitikası ilə işləməsi inqilabi istehsal modelini - Kiber-Fiziki İstehsal Sistemlərini (Cyber-Physical Production Systems - CPPS) meydana gətirir. CPPS, istehsal mühitində Kiber-Fiziki Sistemlərin (Cyber-Physical Systems -CPS) ümumi konseptinin realizasiyasıdır. CPS və ya CPPS-in geniş tətbiqi sənaye istehsalının dördüncü mərhələsi - Sənaye 4.0-ın başlanğıcını göstərir.

Smart istehsal sistemi (SMS) istehsal sisteminin hər bir hissəsinin rəqəmsallaşdırılmasıdır və bu, qarşılıqlı fəaliyyət, real vaxtda nəzarət və monitorinqi, çevik istehsalı, bazar dəyişikliklərinə sürətli reaksiyanı, qabaqcıl sensorları və böyük verilənlər analitikasını əhatə etməklə məhsuldarlığın artırılmasını təmin edir. Yarı-avtonom və tam avtonom olmaqla SMS iki rejimdə fəaliyyət göstərir. Yarı-avtonom sistemdə istehsal mühəndisi məqsədləri müəyyən edir və istehsal sistemində parametrləri təyin edir. Tam avtomatik sistemdə isə SMS özü optimal iş parametrlərini müəyyən edir və bunlar bir-biri ilə əlaqəli bütün istehsal vahidlərinə avtomatik şəkildə tətbiq olunur (Phuyal, Bista, & Bista, 2020).

Rəqabətqabiliyyətliliyin təmin edilməsində müəssisələrin qarısında duran əsas məsələlər - xərclərin minimumlaşdırılması, məhsulun optimal istehsalı və çatdırılma vaxtı, məhsulun keyfiyyəti, dəyişən ətraf mühit amillərinə uyğunluq və fərdiləşdirmə baxımından çevikliyin təmin olunmasıdır. Mövcud sistemlərin smart istehsal sistemə çevirmək üçün düzgün strategiyalar tətbiq etmək lazımdır (Məsələn, Supply Chain Readiness Level və Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA) tərəfindən təklif olunan "Manufacturing Transformation Strategy" (ISA-95 metodları)). Ağıllı istehsal sistemlərinə ağıllı dizayn, ağıllı emal, ağıllı monitorinq, ağıllı idarəetmə, ağıllı planlaşdırma və sənaye tətbiqləri daxildir.

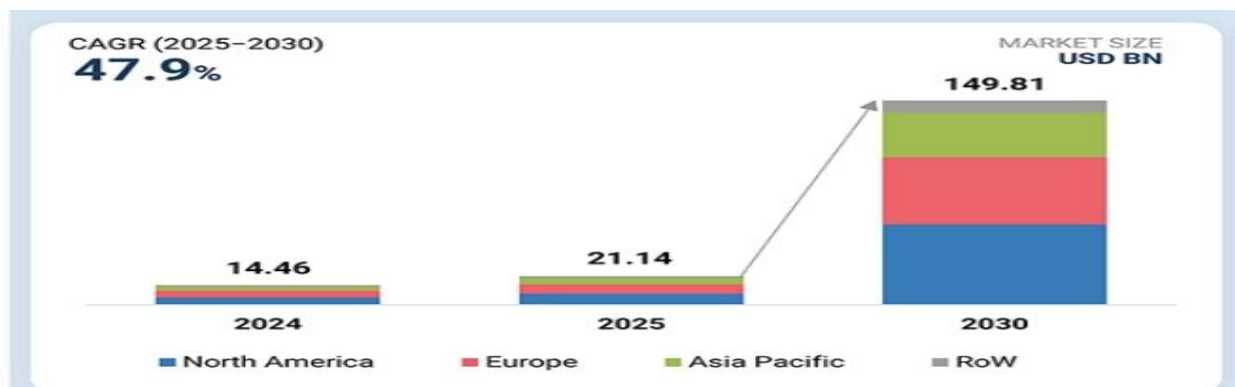
Sənaye və istehlak elektronika nümunələri

Ağıllı və ya intellektual istehsal adlanan yeni istehsal yanaşması sistem mühəndisliyi, intellektual elm və texnologiya, genişmiqyaslı istehsal texnologiyaları, o cümlədən dizayn, istehsal, idarəetmə, sınaq və inteqrasiya, həmçinin əlaqəli məhsul texnologiyalarını qabaqcıl və effektiv məhsulların inkişaf dövrünə inteqrasiya edir. Süni intellektlə işləyən robot texnologiyaları və avtomatlaşdırma sənaye müəssisələrində səmərəliliyi və məhsuldarlığı artırmış, eyni zamanda xərcləri və səhvləri azaltmışdır. Proqnozlaşdırıcı texniki xidmət avadanlıqların etibarlılığını artırmış və dayanma müddətini azaltmışdır ki, bu da daha yaxşı istehsal göstəricilərinə və artan mənfəətə səbəb olmuşdur. Sənayedə tətbiq edilən əsas texnoloji həllərə daxildir:

Çatbotlar. Süni intellektlə işləyən çatbotlar müştərilərlə qarşılıqlı əlaqələri yaradaraq iş yükünü azaltmışdır. Çatbotlar yalnız müştərilərlə ünsiyyət vasitəsi kimi deyil, həmçinin əməkdaşlar tərəfindən yerinə yetirilən təkrarlanan tapşırıqların asanlaşdırılması üçün effektiv alət kimi də istifadə edilə bilər. Məsələn, Avanade Chatbot tərəfindən "Siemens" şirkətində tətbiq olunan çatbot əməkdaşlar üçün ümumi rəqəmsal iş mühiti təcrübəsini yaxşılaşdırmışdır. Bu alət əməkdaşların aktual məlumatları axtarmağa və təkrarlanan suallara cavab tapmağa sərf etdikləri vaxtı əhəmiyyətli dərəcədə azaltmışdır.

Rəqəmsal əkizlər (Digital Twins). Fiziki obyektlərin və ya sistemlərin virtual təsviri olan rəqəmsal əkizlər real vaxt məlumatları ilə yenilənir və simulyasiya metodlarından istifadə edirlər. Digər alqoritmlərin rəqəmsal əkizlərlə inteqrasiyası daha səmərəli olur: müəssisələr məlumatları sürətlə analiz edir və düzgün qərarlar qəbul edir, əməliyyatların detallı təhlilini təmin edir, performansını optimallaşdırır, dayanma müddətlərini azaldır və məhsulun keyfiyyətini artırır.

Şəkil 1. Rəqəmsal əkiz bazarının ölçüsü.



Mənbə: www.marketsandmarkets.com

Şəklə əsasən qeyd edə bilərik ki, qlobal rəqəmsal əkizlər bazarının 2025-ci ildə 21,14 milyard ABŞ dollarından 2030-cu ildə 149,81 milyard ABŞ dollarına çatacağı və proqnoz dövrü ərzində illik orta artım tempi (CAGR) 47,9% olacağı gözlənilir. Rəqəmsal əkiz texnologiyasının tətbiqi sektorlarda əməliyyatları inqilabi şəkildə dəyişdirir, real vaxt monitorinqi, simulyasiya və proqnozlaşdırıcı texniki xidmət imkanlarını təmin edir. İoT, AI və maşın öyrənmə ilə inteqrasiya müəssisələrə fiziki aktivlərin, proseslərin və sistemlərin dəqiq virtual surətlərini yaratmağa imkan verərək performansını optimallaşdırır və dayanma müddətlərini azaldır.

Məhsul dizaynı. Süni intellekt məhsul dizaynı üsullarını da dəyişdirir. Bir metod, dizaynerlər və mühəndislər tərəfindən müəyyən edilmiş ətraflı bir qısa məlumatın AI alqoritminə daxil edilməsi ilə həyata keçirilir (generativ dizayn). Bu qısa məlumat məhdudiyyətləri və müxtəlif parametrləri, məsələn, material növləri, mövcud istehsal üsulları, büdcə məhdudiyyətləri və vaxt məhdudiyyətləri barədə məlumatları əhatə edə bilər. Alqoritm bütün mümkün konfigurasiyaları araşdırır və optimal dizayn həllinə çatana qədər işləyir (Buchmeister, Palcic, & Ojstersek, 2019).

Keyfiyyətə nəzarət. Gözlə görünməyən qüsurları zamanında aşkar etmək və preventiv tədbirlər görməklə məhsulun geri çağırmaqlarını azaltmaq və tullantıları minimallaşdırmaq çox asanlıqla mümkündür. Bundan əlavə, bu sistem zərərli qaz emissiyaları kimi anomaliyaları real vaxt rejimində aşkar edə bilər, bu da işçilərin təhlükəsizliyini təmin etməyə imkan yaradır. Məsələn, BMW Group keyfiyyət yoxlamaları, inspeksiyalar və pseudo-qüsurların (faktiki səhvlər olmasa da hədəfdən sapmalar) aradan qaldırılması üçün avtomatlaşdırılmış görüntü tanıma texnologiyasından istifadə edir. Nəticədə, onlar istehsalda yüksək dəqiqlik səviyyələrinə nail olmuşlar. Süni intellektdən istehsalatda faydalanan digər bir şirkət isə Porsche-dir. Onlar avtonom idarə olunan nəqliyyat vasitələrindən (Automated Guided Vehicles-AGV) avtomobil istehsalının əhəmiyyətli hissələrini avtomatlaşdırmaq üçün istifadə edirlər. AGV-lər avtomobilin korpus hissələrini bir emal stansiyasından digərinə daşıyaraq insan müdaxiləsini aradan qaldırır (Mewari & Kamath, 2021).

Resursların idarə edilməsi. Süni intellekt istehsal müəssisələrinə resurslardan daha səmərəli istifadə etməyə kömək edir, gələcək tələbi proqnozlaşdırır. AI alqoritmləri maşınların istifadə və dayanma məlumatlarını analiz edərək planlaşdırmanı optimallaşdırır və boş dayanma vaxtını azalda bilər. Bu, istehsal səmərəliliyini artırmağa və xərcləri azaltmağa kömək edir. Real vaxt rejimində məlumat

toplayan istehsalçılar anbarları fasiləsiz izləyə bilir, robotlar sayəsində müəyyən işləri həyata keçirə bilir və bununla da iş yerində xəsarət riskini azaltmaq mümkün olur.

Müəssisənin avtomatlaşdırması. AI əsaslı proses mədənciliyi alətləri istehsalda məhdudlaşdırıcı amilləri aşkar edib aradan qaldırır və performans müqayisəsini asanlaşdırır, iş axınlarını standartlaşdıraraq səmərəliliyi artırır. Robotik proses avtomatlaşdırması təkrarlanan tapşırıqları müstəqil yerinə yetirir və kompüter vasitəsilə ilə insan müdaxiləsi olmadan yoxlama aparır. Beləliklə, istehsal xərclərini azaldır, məhsuldarlığı artırır və təhlükəsizliyi təmin edir. Məsələn, yarımkeçirici sənayedə AI tətbiqi məhsuldarlığı 30%-dək artırır və tullantıları azaldır (Abdelaal, 2024).

Təchizat zəncirinin optimallaşdırılması. Süni intellekt istehsalçılara təchizat zəncirlərini optimallaşdırmaqda kömək edir, tədarükçülər, inventar səviyyələri və müştəri tələbi barədə məlumatları təhlil edir. AI alqoritmləri tədarükçü performansı və çatdırılma vaxtlarını analiz edərək potensial nöqtələri müəyyənləşdirir və inventarı proaktiv idarə edə bilər, bu da çatdırılma müddətlərini azaldır və müştəri məmnuniyyətini artırır. AI dəstəkli sistemlər son mərhələ çatdırılmalarını yaxşılaşdırmaq, optimal marşrutları proqnozlaşdırmaq, performansı real vaxtda izləmək və hava-yol şəraiti məlumatlarını təhlil edərək gələcək çatdırılma vaxtlarını dəqiq proqnozlaşdırmaq imkanına malikdir. “McKinsey”-in proqnozuna görə, AI ilə təkmilləşdirilmiş təchizat zəncirləri proqnoz səhvlərini 20-50%, itirilmiş satışları 65% və inventarın həddindən artıq yığılmasını 20-50% azaldır (Mewari & Kamath, 2021).

Avropa istehlak elektronikasısı bazarında aparıcı prinsiplər son onilliklər ərzində tədricən dəyişmişdir. İlk dalğa 1970-ci illərdə başlamış və yeni texnologiyaların inkişafına yönəlmişdir. İkinci dalğa 1980-ci illərdə baş vermiş və burada OEM-lər (Original Equipment Manufacturers) texnologiya vasitəsilə yeni məhsullar inkişaf etdirib bazara təqdim etmiş, nəticədə məhsul mərkəzli yanaşma formalaşmışdır. 1990-cı illərin əvvəllərindən etibarən isə biznes modelləri təchizat zənciri əsaslı olmuş və “istehsal et və sat” prinsipindən “qavra və cavab ver” prinsipi istiqamətində dəyişmişdir. Hal-hazırda isə OEM-lər məhsul inkişafı, əməliyyat mükəmməlliyi və müştəri yaxınlığı konseptlərini balanslaşdırmaq məcburiyyətindədirlər (Janse, Schuur, & de Brito, 2009).

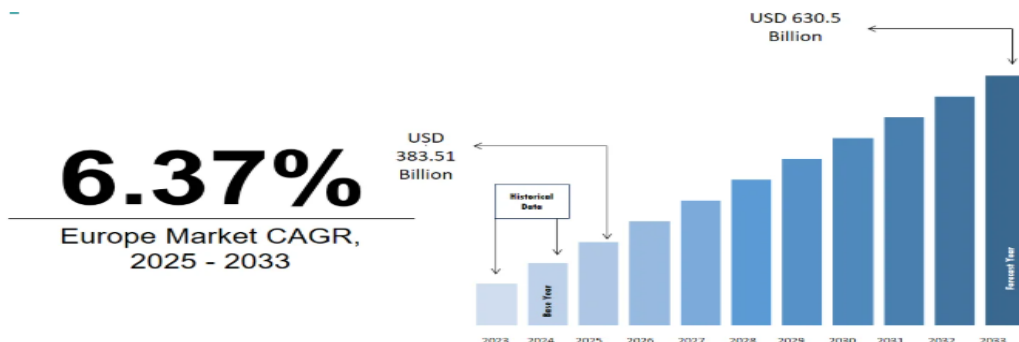
İstehlak elektronikasısı sənayesi əsasən məhdud sayda iri şirkətin CD/DVD pleyerlər, televizorlar və ev kinoteatrı kimi məhsullar üzərində üstünlük təşkil etdiyi bir sahədir. Bu şirkətlər arasında ən tanınmışları Sony, Matsushita Electric (Panasonic, National, Technics və JVC brendləri ilə) və Philips şirkətləridir. Təchizat zənciri və innovasiya sistemi baxımından, istehlak elektronikasısının inkişafında yalnız bu sahəyə aid şirkətlər yox, digər şirkətlər də mühüm rol oynayır. Bunlara komponent və modullar üzrə ixtisaslaşmış kiçik təchizatçılar, geniş fəaliyyət sahəsinə malik elektron komponent təminatçıları, geniş seqmentə malik bazarlarda fəaliyyət göstərən kiçik son məhsul istehsalçıları, eləcə də komponent və sistemlərin istehsalı və yığılması ilə məşğul olan ixtisaslaşmış istehsalçılar və montaj şirkətləri daxildir (Christensen, Olesen, & Kjær, 2005).

Qlobal kütləvi bazarlarda audio-vizual (AV) məhsulların əsas istehsalçıları əsasən Yaponiya, Cənubi Koreya və Niderland şirkətləridir. Bu şirkətlərə Matsushita Electric, Pioneer Corporation, Sanyo, Sharp Corporation və Sony (Yaponiya), LG Electronics və Samsung Electronics (Cənubi Koreya), həmçinin Philips (Niderland) daxildir. Bu şirkətlər tanınmış sistem inteqratorları (vahid işlək sistem yaradan subyekt) kimi çıxış edir və AV məhsullarının eləcə də müxtəlif digər istehlak elektronikasısı məhsullarının innovasiyası, istehsalı, marketinqi və paylanmasına xüsusi əhəmiyyət verirlər. Eyni zamanda, müxtəlif dərəcələrdə bu şirkətlər daxili komponent portfəllərinə, eləcə də sənaye tədqiqatı, dizayn və istehsal imkanlarına malikdirlər. Bu xüsusiyyət əsasən Philips, Sony və Matsushita Electric şirkətlərində daha aydın müşahidə olunur.

Qlobal bazarda audio-vizual (AV) məhsulların əsas istehsalçıları arasında Amerika şirkətləri yer almasa da, ABŞ-da yerləşən şirkətlər komponent təchizatçıları kimi mühüm rol oynayırlar. Böyük miqyaslı komponent təminatçılarına nümunə olaraq “Texas Instruments”, “Motorola”, “National Semiconductor”, “Intel” və “Analog Devices” göstərilə bilər.

Məlumatlara əsasən Avropada istehlak elektronikasası bazarının həcmi 2024-cü ildə 360,53 milyard ABŞ dolları həcmində qiymətləndirilmişdir. Avropa bazarının 2033-cü ilə qədər 630,5 milyard ABŞ dolları olacağı proqnozlaşdırılır (2025-ci ildə 383,51 milyard ABŞ dollarından), 2025-2033-cü illər dövründə illik artım dərəcəsi (CAGR) 6,37% təşkil edəcək (şəkil 2).

Şəkil 2. İstehlak elektronikasası bazarının ölçüsü.



Mənbə: <https://www.marketdataforecast.com>

Avropada yüksək rəqabətliyyə malik istehlak elektronikasası bazarı sürətlə inkişaf edir. Bu, yeni texnologiyalar və dəyişən müştəri üstünlükləri tərəfindən formalaşdırılır. Xüsusilə Qərbi Avropada güclü infrastruktur və yüksək gəlirlər ağıllı cihazlara tələbi artırmışdır. Məlumatlara görə, Almaniya, Fransa və Böyük Britaniya birlikdə region bazarının 50%-dən çoxunu təşkil edir.

Azərbaycanda müəssisələr rəqəmsal transformasiyaya aktiv şəkildə uyğunlaşaraq ASAN İmza, ASAN Pay vasitəsilə rəqəmsal ödənişlər, ASAN Sertifikat Xidmətləri Mərkəzi, Açıq Məlumatlar Portalı, İnteraktiv Monitoring Paneli və Avtomatlaşdırılmış Vergi İnformasiya Sistemi daxil olmaqla 430-dan artıq innovativ rəqəmsal xidmətdən faydalanır. “Vahid pəncərə” modeli vasitəsilə həyata keçirilən bu mərkəzləşdirilmiş təşəbbüslər milli strategiyanın tələblərinə uyğun olaraq səmərəliliyi və xidmətlərin əlçatanlığını artırmağa yönəlib. Bu yanaşma, Azərbaycanın dövlət idarəçiliyində süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi üzrə daha geniş öhdəlikləri ilə uyğunluq təşkil edir və AI-ın tətbiqi vasitəsilə proseslərin sadələşdirilməsi və xidmət keyfiyyətinin yüksəldilməsi məqsədini daşıyır.

“Oxford Insights” tərəfindən hazırlanan hesabat əsasən “AI Readiness Index”ə (ölkələrin rəqəmsal inkişaf səviyyəsini göstərir) görə 195 ölkə arasında Azərbaycan 2024-cü il ilə müqayisədə 42 pillə irəliləyərək 69-cu yerdə qərarlaşmışdır. 2025-ci il hesabatında qiymətləndirmə əvvəlki ildən fərqli olaraq 6 əsas istiqamət üzrə aparılmışdır: ölkəmiz “Dövlət sektorunda tətbiq” (Public Sector Adoption) üzrə 66,97 bal, “Dayanıqlılıq” (Resilience) üzrə 56,35 bal, “Siyasət potensialı” (Policy Capacity) üzrə 53,50 bal, “İdarəetmə” (Governance) üzrə 60,00 bal, “Süni intellekt infrastruktur” (AI Infrastructure) üzrə 51,45 bal, “İnkişaf və diffuziya” (Development and Diffusion) üzrə 36,08 bal nəticə göstərmişdir. Bununla da Cənubi Qafqazda birinci və Mərkəzi Asiyada 3-cü sırada qərarlaşmışdır. Azərbaycanın göstəriciləri xüsusilə dövlət sektorunda tətbiq və dayanıqlılıq istiqamətlərində daha yüksəkdir (E-reforms, 2026).

Azərbaycanın AI mənimsəmə qaydaları rəqəmsal transformasiyaya strateji bağlılığın nümunəsidir. Ölkənin texnologiyaları sosial və iqtisadi strukturlara inteqrasiya etməkdə irəliləyən yanaşmasını göstərir. AI Readiness Index-in göstəriciləri ölkənin dövlət xidmətləri və idarəçiliyi təkmilləşdirmək üçün AI-dan istifadə sahəsində əhəmiyyətli irəliləyişlər əldə etdiyini sübut edir. Texnoloji infrastruktur və fəaliyyət sahələri üzrə inkişafda bəzi çətinliklər olsa da, rəqəmsal idarəetmənin inkişafı və insan kapitalının təşviqi istiqamətində atılan qabaqçılıq addımlar Azərbaycanın regionda AI ilə idarə olunan innovasiyada lider olmaq potensialını göstərir.

Gələcəkdə siyasətçilər, sənaye liderləri və təhsil müəssisələri qalan boşluqları aradan qaldırmaq üçün əməkdaşlıq səylərini davam etdirməsi vacibdir ki, süni intellekt yalnız davamlı inkişafı dəstəkləməsin, həm də Azərbaycan cəmiyyətinin bütün təbəqələrinə fayda gətirsin. Bu davamlı öhdəlik Azərbaycanın gələcəyini dayanıqlı və dinamik rəqəmsal iqtisadiyyat kimi formalaşdırmaqda həlledici rol oynayacaq. Bundan əlavə, Azərbaycan sürətlə dəyişən rəqəmsal mühitin mürəkkəbliyini idarə etməyə davam etdikcə, AI-ın inteqrasiyası ölkənin iqtisadi və sosial paradiqmasını yenidən müəyyən etmək üçün bir fürsət təqdim edir. Milli süni intellekt strategiyasının formalaşdırılması innovativ inkişafın sürətləndirilməsinə töhfə verir və Azərbaycanın qlobal süni intellekt mühitində yalnız iştirakçı deyil, həm də qabaqcıl mövqə tutmasına şərait yaradır.

Süni intellektin səhiyyə, təhsil və dövlət idarəçiliyi kimi sahələrdə əhəmiyyətli inkişaf və transformativ təsir göstərmək potensialı yüksəkdir. Bu texnologiyaların tətbiqi Azərbaycan üçün iqtisadi artımı üstələyən dəyişikliklər yarada, həmçinin məlumatlı, əlaqəli bir cəmiyyət formalaşdırmağa bilər. Süni intellektin etik prinsiplərinə riayət olunması, əhalinin bu sahə üzrə bilik və bacarıqlarının artırılması, eləcə də mövcud faydaların maksimum səviyyədə reallaşdırılması ölkənin bütün vətəndaşları üçün dayanıqlı və ədalətli texnoloji gələcəyin təmin edilməsi baxımından əhəmiyyətlidir.

Enerji səmərəli və “yaşıl” elektronika texnologiyaları

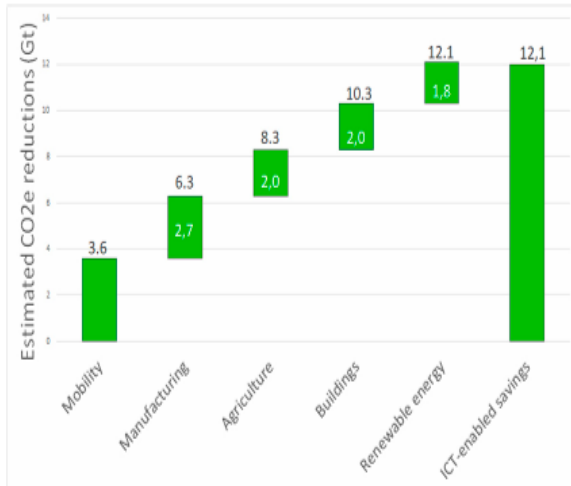
Müasir dövrdə enerji istehlakı və onun ekosistemə təsirləri də ciddi narahatlıq yaratdığından müzakirə mövzusunə çevrilmişdir. Enerji səmərəli hesablama, xüsusilə yaşıl bulud hesablama kontekstində göstərilən diqqət, məlumat mərkəzləri və İT infrastrukturunun ətraf mühitə təsirinin azaldılmasına yönəlmişdir. Bu yanaşma performans, etibarlılığı qorumaq və ya artırmaq şərtlə enerji istehlakının, karbon emissiyalarının və ümumi resurs istifadəsinin minimuma endirilməsini hədəfləyir. Yaşıl bulud hesablama məlumat mərkəzlərinin enerji təminatında günəş və külək kimi bərpa olunan enerji mənbələrinin inteqrasiyasını, eyni zamanda enerji səmərəli avadanlıq və proqram təminatı həllərinin tətbiqini əhatə edir. Bu yanaşmanın tətbiqi təşkilatlara karbon izlərini azaltmaqla yanaşı, əməliyyat xərclərini optimallaşdırmaq və dayanıqlı inkişafın təşviqinə töhfə vermək imkanı yaradır (Devineni & Gorantla, 2023).

Təşkilat üzrə yaşıl alternativləri araşdırarkən, serverlər kimi avadanlıqlara olan ehtiyacı aradan qaldıran bulud hesablama texnologiyası nəzərə alınmalıdır. Virtualizasiya kimi də tanınan bulud hesablama avadanlıqları “virtual” serverlərlə və ya “buludda” yerləşən serverlərlə əvəz edir. Əslində, bulud hesablama şirkətlərə iri, həcmli və çox enerji sərf edən serverlərə olan ehtiyacı azaltmağa, həmçinin texniki xidmət və dəstək sahəsində vaxta, pula və resurslara qənaət etməyə imkan yaradır (Kumar & Kiruthiga, n.d.).

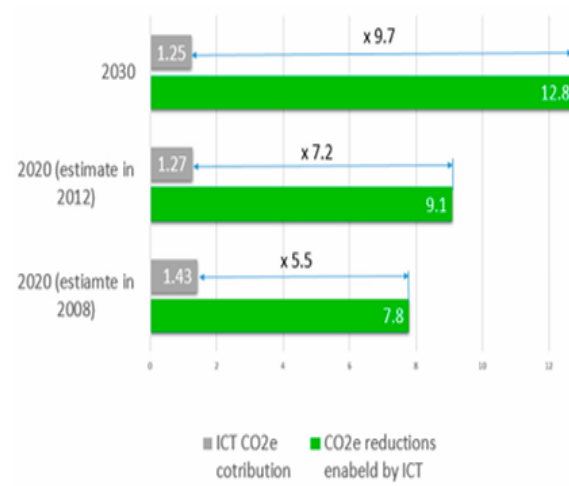
İKT və şəbəkə texnologiyaları qlobal enerji istehlakı və karbon dioksid (CO₂) emissiyalarına əhəmiyyətli töhfə verməklə, digər sənaye sahələrinin karbon dioksid (CO₂) emissiyalarının və enerji istehlakının azalmasına da kömək edir. İKT sektorunun bu unikalığı Global e-Sustainability Initiative (GeSI) tərəfindən hazırlanan SMARTer2030 hesabatında təsdiqlənir. Hesabata görə, 2030-cu ildə İKT sektorunun gözlənilən karbon dioksid ekvivalenti (CO₂e) emissiyaları (müxtəlif sənaye sahələri üzrə) 2015-ci il səviyyəsində saxlanıla bilər. Bu isə o deməkdir ki, İKT-lər 2030-cu ilədək qlobal CO₂e emissiyalarının 20% azaldılmasına töhfə verəcək (Şəkil 3). CO₂e emissiyalarının azaldılmasında İKT-lərin əhəmiyyətini göstərmək üçün qeyd etmək lazımdır ki, 2030-cu ilə qədər bərpa olunan enerji mənbələrinin tətbiqi nəticəsində CO₂e azalmaya töhfə 10.3 Gt qiymətləndirilir ki, bu, İKT sektorunun gətirəcəyi 12.1 Gt CO₂e azalma ilə müqayisədə (1.8 Gt fərq) daha aşağıdır (Şəkil 3).

Bu yeni texnologiyalar (ağıllı şəhərlər, İoT, AI) müxtəlif sahələrdə enerji səmərəliliyini artıraraq emissiyaları azaldır. İkinci hissədə İKT sektoru özü müəyyən miqdarda CO₂ emissiyası yaratsa da, digər sahələrdə tətbiqi sayəsində daha çox emissiyaların azalmasına səbəb olur. Məsələn, 2030-cu il üçün İKT-nin emissiyası təxminən 1.25 Gt, lakin onun vasitəsilə əldə olunan azalma 12.8 Gt təşkil edəcək.

Şəkil 3. (1) - Müxtəlif sənaye sahələrinin 2030-cu ilə qədər global karbon dioksid ekvivalenti (CO₂e) azalmaya töhfəsi; (2) - İnformasiya və kommunikasiya texnologiyaları (İKT) sektorunun CO₂e “iz”i və global CO₂e emissiyalarının azalmasına verdiyi töhfə, Gt ilə ifadə olunmuşdur.



(1)



(2)

İKT öz yaratdığı emissiyadan dəfələrlə (təxminən 9-10 dəfə) daha çox CO₂ azalmasına imkan verir və bu da onun ekoloji baxımdan müsbət təsirini göstərir (şəkil 3 (2)) (Lorincz, Capone, & Wu, 2019). Bir sözlə, resursların qorunması məhsulların istehsalı, istifadəsi və utilizasiyası üçün tələb olunan enerjini azaldır, həmçinin enerji və resursların qənaəti maliyyə xərclərinin də azalmasına səbəb olur. Yaşıl texnologiyalardan istifadə nəticəsində əldə olunan faydalara aşağıdakılar daxildir:

- hesablama resurslarının (serverlər, superkompüterlər və s.) enerji istehlakını pik əməliyyat zamanı azaltmaq;
- istirahət vəziyyətində enerji qənaəti təmin etmək;
- ekoloji cəhətdən təmiz enerji mənbələrindən istifadə etmək;
- hesablama resurslarının zərərli təsirlərini və tullantılarını azaltmaq.

Yaşıl yanaşmalarda yalnız sənaye sahələri deyil, eləcə də hər bir şəxsin fərdi mövqeyi nəzərə alınmalıdır. Məsələn: ev şəraitində belə istifadə edilmədikdə noutbukları söndürmək (ABŞ Ekologiya Agentliyinin (EPA) qiymətləndirməsinə görə, bu enerji istifadəsini 60–70%-ə qədər azaldır), istifadə olunmuş kompüter avadanlıqlarını təkrar emal etmək (E-cycle) və s. kimi tətbiqlərin yerinə yetirilməsi əhəmiyyətlidir (Irimia-Vladu, 2014).

Azərbaycan uzun illərdir neft və qaz ehtiyatları ilə tanınan bir ölkə olsa da, hazırda enerji tarixində mühüm dönüş nöqtəsindədir. Neft-qaz sektoru hələ də iqtisadiyyatın əsasını təşkil edir – ÜDM-in təxminən yarısını və ixrac gəlirlərinin 90%-dən çoxunu təmin edir. Bununla yanaşı, ölkə zəngin bərpa olunan enerji potensialından istifadə etməyə çalışır. Son illərdə hökumət ambisiyalı “yaşıl enerji” hədəfləri müəyyən edib və 2030-cu ilə qədər elektrik enerjisinin təxminən 30%-nin bərpa olunan enerji mənbələrindən əldə olunmasını planlaşdırır.

Energetika Nazirliyinin 2025-ci ilin ilk doqquz ayının məlumatlarına əsasən Azərbaycanda ümumi elektrik enerjisi istehsalı 12,1 milyon kVt·saat (0,1%) artaraq 21 798,7 milyon kVt·saata çatmışdır. Bu dövrdə istilik elektrik stansiyalarında (İES) 18 659,6 milyon kVt·saat, su elektrik stansiyalarında (SES) 2 414,3 milyon kVt·saat, digər mənbələrdən isə 724,8 milyon kVt·saat elektrik enerjisi istehsal olunmuşdur. Xüsusilə, külək elektrik stansiyalarında (KES) 30,5 milyon kVt·saat, günəş elektrik stansiyalarında (GES) 511,0 milyon kVt·saat, məişət tullantılarının yandırılması üzrə stansiyada isə 183,3 milyon kVt·saat elektrik enerjisi istehsal edilmişdir. Bərpa olunan enerji hələlik ümumi

istehsalda kiçik paya malik olmasının səbəbi isə iri günəş və külək layihələrinin hələ yeni mərhələdə olması ilə əlaqədardır (Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi, 2025).

Azərbaycan hökuməti bərpa olunan enerji sahəsinə investisiyaları cəlb etmək üçün əlverişli hüquqi və iqtisadi mühit formalaşdırmağa çalışır. 2021-ci ildə qəbul edilən “Bərpa olunan enerji haqqında” qanun bu istiqamətdə mühüm addım olmuşdur. Qanun çərçivəsində - “feed-in tariff” (sabit alışı tarifləri), uzunmüddətli elektrik alqı-satqı müqavilələri, rəqabətli hərrac mexanizmləri tətbiq edilir. Bundan əlavə, investorlar üçün şəbəkəyə prioritet qoşulma və torpaq icarəsi zəmanətləri kimi stimullar da nəzərdə tutulur. Əvvəlcə ölkənin hədəfi 2030-cu ilə qədər 1500 MVt yeni bərpa olunan enerji gücü yaratmaq idi. Lakin Respublika prezidenti cənab İlham Əliyev tərəfindən açıqlanan son planlara əsasən bu göstərici 6000 MVt (6 GVt)-a qədər artırılıb. Bu isə o deməkdir ki, onilliyin sonuna qədər ölkənin ümumi enerji gücünün təxminən üçdə biri “yaşıl enerji” mənbələri hesabına təmin olunacaq. Energetika Nazirliyinin proqnozlarına görə isə mövcud inkişaf tempi qorunarsa, artıq 2027-ci ilə qədər bu göstərici 32%-dən çox olacaq. Nəzərdə tutulan layihələrin həyata keçirilməsi ilə Azərbaycan yalnız daxili elektrik tələbatını daha çox təmiz enerji ilə təmin etməyəcək, həm də artıq “yaşıl enerji” ixrac edən ölkəyə çevriləcək (Nuriyev & McFerren, 2025).

Elmi nəticə. AI və IoT-nin elektrotexnika sənayesinə və ölkənin iqtisadi-sosial inkişafına inteqrasiyası innovasiya, məhsuldarlıq, enerji səmərəliliyi və dayanıqlı inkişaf baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Müasir texnologiyaların inteqrasiyası istehsal proseslərinin optimallaşdırılmasına, məhsuldarlığın artırılmasına, enerji sərfiyyatının və xərclərin azalmasına, eləcə də məhsul keyfiyyətinin yüksəldilməsinə mühüm təsir göstərir. Azərbaycanın strateji rəqəmsal transformasiya səyləri və “yaşıl enerji” təşəbbüsləri ölkəni regionda texnoloji lider mövqeyinə gətirir və gələcəkdə global AI və enerji bazarlarında iştirakını gücləndirir. Süni intellekt əsaslı avtomatlaşdırma, proqnozlaşdırıcı texniki xidmət, rəqəmsal əkizlər, generativ dizayn, resursların səmərəli idarə olunması və təchizat zəncirinin optimallaşdırılması müəssisələr üçün əlavə dəyər yaradır, AI və IoT inteqrasiyası məhsuldarlığı artırır, istehsal xərclərini azaldır, dayanıqlığı təmin etməklə müştəri məmnuniyyətini yüksəldir.

Elmi yenilik:

- elektrotexnika sahəsində AI və IoT-nin tətbiqi ilə bağlı yeni inteqrativ yanaşma təqdim edilmişdir;
- rəqəmsal əkizlər və ağıllı istehsal sistemlərinin CPPS (Cyber-Physical Production Systems) əsasında inteqrasiyasının nəzəri və praktik təsirləri sistemli şəkildə təhlil edilmişdir;
- ölkənin dövlət sektorunda AI tətbiqinin nəticələri və milli rəqəmsal transformasiya strategiyasının təsiri qiymətləndirilmiş, ölkənin regionda süni intellekt üzrə lider potensialı göstərilmişdir.

İqtisadi səmərə. Süni intellekt, Əşyaların İnterneti və ağıllı istehsal texnologiyalarının elektrotexnika və sənaye sahələrində tətbiqi müəssisələr üçün iqtisadi baxımdan əhəmiyyətli üstünlükləri vəd edir. Bu texnologiyalar istehsal xərclərinin azaldılmasına, resurslardan səmərəli istifadəyə, məhsuldarlığın yüksəldilməsinə və məhsul keyfiyyətinin optimallaşdırılmasına imkan yaradır. Real vaxtda məlumatların toplanması və rəqəmsal əkizlərin istifadəsi təchizat zəncirlərinin effektivliyini artırır, dayanma müddətlərini azaldır və işçi təhlükəsizliyini təmin edir.

Tətbiqi əhəmiyyəti. Bu yeni yanaşmalar yalnız sənaye əməliyyatlarının idarə edilməsini təkmilləşdirmir, həm də dövlət sektorunda rəqəmsal transformasiya və süni intellekt texnologiyalarının istifadəsi ilə əlaqəli xidmətlərin keyfiyyətini də yüksəldir. Beləliklə, ölkənin milli rəqəmsal inkişaf strategiyasına inteqrasiya edilən bu texnologiyalar rəqabətqabiliyyətliliyin artırılmasına və davamlı inkişafın dəstəklənməsinə strateji töhfə verir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Alter, S. (2019). Making sense of smartness in the context of smart devices and smart systems. *Information Systems Frontiers*.
2. Abdelaal, M. (2024). *AI in manufacturing: Market analysis and opportunities*.
3. Buchmeister, B., Palcic, I., & Ojstersek, R. (2019). Artificial intelligence in manufacturing companies and broader: An overview. In *DAAAM International Scientific Book* (pp. 81–98). Chapter 7.
4. Christensen, J. F., Olesen, M. H., & Kjær, J. S. (2005). *The industrial dynamics of open innovation: Evidence from the transformation of consumer electronics*. Copenhagen Business School, Department of Industrial Economics and Strategy.
5. Devineni, S., & Gorantla, B. (2023). Energy-efficient computing and green computing techniques. *Computer Science, Engineering and Technology*, 1(4).
6. Irimia-Vladu, M. (2014). “Green” electronics: Biodegradable and biocompatible materials and devices for sustainable future. *Chemical Society Reviews*.
7. Kumar, V. T., & Kiruthiga, P. (n.d.). Green computing: An eco-friendly approach for energy efficiency and minimizing e-waste. *International Journal of Engineering Research*, 3(5), 356–359.
8. Lorincz, J., Capone, A., & Wu, J. (2019). Greener, energy-efficient and sustainable networks: State-of-the-art and new trends.
9. Mewari, M. M., & Kamath, G. (2021). 17 remarkable use cases of AI in the manufacturing industry.
10. Nuriyev, R. E., & McFerren, C. J. (2025). The current state of the gas industry and the emerging green energy sector in Azerbaijan. *SOCAR Proceedings*, 2, 159–170.
11. Phuyal, S., Bista, D., & Bista, R. (2020). Challenges, opportunities and future directions of smart manufacturing: A state of art review. *Sustainable Futures*, 2, 100023.
12. Silverio-Fernández, M., Renukappa, S., & Suresh, S. (2018). What is a smart device? A conceptualisation within the paradigm of the Internet of Things. *Visualization in Engineering*, 6(3).
13. Janse, B., Schuur, P., & de Brito, M. P. (2009). A reverse logistics diagnostic tool: The case of the consumer electronics industry.
14. <https://www.marketdataforecast.com>
15. <https://minenergy.gov.az>
16. <https://ereforms.gov.az>
17. <https://oxfordinsights.com>