

**ENGINEERING FACILITIES AND CONSTRUCTION STRUCTURES**  
**MÜHƏNDİS QURĞULARI VƏ İNŞAAT KONSURKSİYALARI**

<https://doi.org/10.58225/ekosu.2026.3-97-101>

UDK:621

CAVADOVA M.M., ALMURADLI Ə.X.

*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*  
*[alialmuradli@gmail.com](mailto:alialmuradli@gmail.com)*

**SMART ENERJİ SİSTEMLƏRİNİN AVTOMATLAŞDIRILMASI**

**Giriş.** Smart enerji sistemləri müasir dövrdə enerji infrastrukturunun inkişafında əsas rol oynayan innovativ yanaşmadır. Ənənəvi enerji sistemləri mərkəzləşdirilmiş və passiv idarəetmə prinsipləri əsasında fəaliyyət göstərərəkən, smart enerji sistemləri rəqəmsal texnologiyalar, avtomatlaşdırma və informasiya-kommunikasiya elementlərinin inteqrasiyası ilə daha çevik, səmərəli və etibarlı enerji idarəetməsi təmin edir. Bu sistemlər enerji istehsalı, ötürülməsi, paylanması və istehlakı sahələrində real vaxt rejimində məlumat toplamaq, təhlil etmək və avtomatik qərarlar qəbul etmək qabiliyyətinə malikdir. Beləliklə, smart enerji sistemləri enerji infrastrukturunun rəqəmsal transformasiyasını reallaşdırmaqla həm iqtisadi performansını, həm də ekoloji dayanıqlığı artırır.

Enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılması smart enerji yanaşmasının mərkəzi komponentidir. Avtomatlaşdırma vasitəsi ilə enerji şəbəkələrinin idarə olunması ənənəvi modellərlə müqayisədə daha çevik və səmərəli şəkildə həyata keçirilir. Smart şəbəkələrdə (smart grids) avtomatlaşdırılmış sensorlar, ağıllı sayğaclar və digər IoT (Internet of Things – Əşyalar İnterneti) cihazları vasitəsilə enerji istehsalı və istehlakı ilə bağlı məlumatlar real vaxtda toplanır. Bu məlumatlar daha sonra mərkəzi idarəetmə sistemləri tərəfindən analiz edilir və şəbəkənin istismarını optimallaşdırmaq üçün avtomatik əmrələr verilir. Nəticədə enerji itkisi azalır, tələbat-paylama balansı daha düzgün tənzimlənir və enerji daşıyıcılarının inteqrasiyası daha effektiv şəkildə həyata keçirilir.

Avtomatlaşdırma həm də bərpa olunan enerji mənbələrinin şəbəkəyə qoşulmasını asanlaşdırır. Günəş, külək və digər müxtəlif bərpa olunan enerji mənbələrinin istehsal etdiyi dəyişkən enerji paylarını proqnozlaşdırmaq və idarə etmək çətinlik yarada bilər. Lakin smart sistemlərdə avtomatlaşdırılmış idarəetmə alqoritmləri bu dəyişkənliyi nəzərə alaraq enerjinin paylanması və istehlakını optimal şəkildə planlaşdırır. Bu proses, həm enerji sisteminin dayanıqlığını artırır, həm də şəbəkədəki yükün balanslaşdırılmasına kömək edir.

Enerji sistemlərində avtomatlaşdırma texnologiyaları eyni zamanda istehlakçı davranışının təhlilini və idarə olunmasını da mümkün edir. Ağıllı sayğaclar vasitəsilə toplanan istifadəçi məlumatları sayəsində enerji təminatçıları tələbə cavab mexanizmlərini həyata keçirə bilər. Bu mexanizmlər istifadəçilərin enerji istifadəsini pik saatlardan kənarlaşdırmaqla ümumi şəbəkə yükünü azaltmağa imkan verir və nəticədə daha stabil enerji təchizatı təmin edilir. Smart enerji sistemlərində avtomatlaşdırma enerji səmərəliliyini artırmaqla yanaşı, enerji xərclərini də azaldır və ətraf mühitə olan neqativ təsirləri minimuma endirir.

İnformasiya-kommunikasiya texnologiyaları (İKT) smart enerji sistemlərinin digər vacib elementidir. İKT şəbəkələr vasitəsilə müxtəlif enerji komponentləri arasında məlumat mübadiləsinə təmin edir və avtomatlaşdırma sistemlərinə real vaxt məlumat axını üçün infrastruktur yaradır. Belə bir sistemdə insan müdaxiləsi minimuma endirilir və qə-

rarlar daha tez və dəqiq şəkildə həyata keçirilir. Bu yanaşma yalnız texniki əməliyyatların səmərəliliyini artırır, eyni zamanda enerji sistemlərinin təhlükəsizliyini və etibarlılığını da gücləndirir.

Nəticə etibarilə, smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılması enerji sektorunun transformasiyası üçün zəruri addımdır. Bu yanaşma enerji istehsalı və istifadəsini daha ağıllı, səmərəli və davamlı edir. Avtomatlaşdırma texnologiyaları gələcək enerji sistemlərinin daha çevik və dayanıqlı olmasını təmin etməklə bərabər, global iqlim hədəflərinə çatmaq üçün də mühüm rol oynayır.

**Təhlil.** Smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılması enerji sektorunda idarəetmə yanaşmalarının keyfiyyətə yeni mərhələyə keçidini ifadə edir. Ənənəvi enerji sistemləri əsasən mərkəzləşdirilmiş, passiv və insan əməyindən yüksək dərəcədə asılı idarəetmə modelinə əsaslandığı halda, smart sistemlər rəqəmsal texnologiyalar və avtomatik qərar vermə mexanizmləri vasitəsilə çevik və adaptiv struktura malikdir. Bu transformasiya enerji axınlarının daha dəqiq planlaşdırılmasına və risklərin qabaqcadan müəyyən edilməsinə şərait yaradır [1, s.32].

Avtomatlaşdırılmış smart enerji sistemlərinin əsas üstünlüklərindən biri real vaxt rejimində məlumatların toplanması və emalıdır. Sensorlar, ağıllı sayğaclar və SCADA tipli idarəetmə sistemləri vasitəsilə şəbəkənin bütün elementləri üzrə operativ informasiya əldə olunur. Bu isə enerji itkilərinin aşkarlanmasını, qəza vəziyyətlərinin tez aradan qaldırılmasını və texniki xidmət xərclərinin azaldılmasını təmin edir. Nəticədə enerji təchizatının etibarlılığı yüksəlir və fasiləsiz xidmət səviyyəsi qorunur [2, s.13].

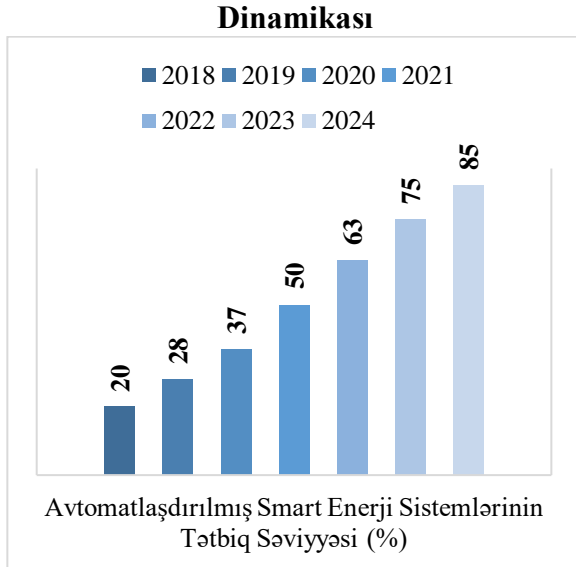
Digər mühüm aspekt bərpa olunan enerji mənbələrinin smart sistemlərə inteqrasiyasıdır. Günəş və külək enerjisi kimi mənbələrin istehsalı qeyri-sabit xarakter daşdığından, onların şəbəkəyə təhlükəsiz qoşulması avtomatlaşdırılmış balanslaşdırma və proqnozlaşdırma alqoritmlərini tələb edir. Smart enerji sistemləri istehsal və istehlak arasındakı fərqi avtomatik tənzimləyərək enerji balansının

pozulmasının qarşısını alır və sistemin dayanıqlılığını artırır.

Təhlil göstərir ki, avtomatlaşdırma istehlakçıların rolunu da dəyişir. İstehlakçılar artıq yalnız enerji alan subyektlər deyil, eyni zamanda “aktiv istehlakçı” (prosumer) kimi sistemdə iştirak edirlər. Tələbə cavab (demand response) mexanizmləri vasitəsilə istehlakçılar enerji qiymətlərinə və yüklənmə səviyyəsinə uyğun davranış nümayiş etdirə bilər. Bu isə pik yüklərin azaldılmasına və ümumi enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsinə səbəb olur [3, s.32].

Ümumilikdə, smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılmasının təhlili göstərir ki, bu yanaşma enerji təhlükəsizliyinin gücləndirilməsi, iqtisadi xərclərin optimallaşdırılması və ekoloji təsirlərin azaldılması baxımından kompleks üstünlüklərə malikdir. Lakin texnoloji infrastrukturun qurulması, kibertəhlükəsizlik riskləri və yüksək ilkin investisiya tələbləri bu sahədə əsas çağırışlar kimi qalmaqdadır. Buna baxmayaraq, uzunmüddətli perspektivdə avtomatlaşdırılmış smart enerji sistemləri dayanıqlı enerji gələcəyinin əsasını təşkil edir [4, s.10].

Qrafik 1-də illər üzrə smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılma səviyyəsinin ardıcıl və stabil şəkildə artdığı müşahidə olunur. Başlanğıc mərhələdə tətbiq səviyyəsi nisbətən aşağı olsa da, sonrakı illərdə rəqəmsallaşma, ağıllı şəbəkə texnologiyalarının yayılması və enerji sektorunda innovativ həllərə investisiyaların artması bu göstəricinin sürətlə yüksəlməsinə səbəb olmuşdur. Xüsusilə 2020-ci ildən sonra artım tempinin güclənməsi enerji idarəetməsində avtomatlaşdırılmış sistemlərin strateji prioritetə çevrildiyini göstərir. Qrafik 1 həmçinin onu göstərir ki, smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılması yalnız texnoloji inkişaf deyil, eyni zamanda enerji səmərəliliyinin artırılması, itkilərin azaldılması və dayanıqlı enerji təminatının gücləndirilməsi məqsədləri ilə birbaşa əlaqəlidir. Ümumilikdə dinamika gələcək illərdə bu sahənin daha da genişlənməyini və enerji sektorunda əsas idarəetmə modelinə çevriləcəyini deməyə əsas verir [5, s.6].



*Qrafik 1: Smart Enerji Sistemlərinin  
Avtomatlaşdırılmasının İllər üzrə İnkişaf  
Mənbə: [https://www.iea.org/energy-  
system/electricity/smart-grids](https://www.iea.org/energy-system/electricity/smart-grids)*

## NƏTİCƏ

Aparılan təhlil və statistik göstəricilər əsasında demək olar ki, smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılması müasir enerji sektorunun inkişafında həlledici rol oynayır. Avtomatlaşdırılmış idarəetmə mexanizmləri enerji istehsalı, paylanması və istehlakı proseslərinin daha səmərəli, etibarlı və çevik şəkildə həyata keçirilməsini təmin edir. Bu sistemlər enerji itkilərinin azalmasına, resurslardan rəşional istifadəyə və əməliyyat xərclərinin optimallaşdırılmasına şərait yaradır.

Eyni zamanda, bərpa olunan enerji mənbələrinin enerji sistemində inteqrasiyası smart və avtomatlaşdırılmış həllər olmadan mümkün deyil. Real vaxt monitorinqi, proqnozlaşdırma və balanslaşdırma alətləri enerji təhlükəsizliyinin möhkəmləndirilməsinə və ekoloji davamlılığın təmin olunmasına mühüm töhfə verir. Statistik dinamika da göstərir ki, illər üzrə avtomatlaşdırma səviyyəsinin artması bu texnologiyalara olan ehtiyacın və marağın davamlı xarakter daşdığını sübut edir.

Nəticə etibarilə, smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılması rəqəmsal transformasiya, dayanıqlı inkişaf və “yaşıl enerji” stra-

tegiyalarının əsas sütunlarından biri kimi çıxış edir. Gələcək perspektivdə bu sahədə texnoloji yeniliklərin və institusional dəstəyin gücləndirilməsi enerji sektorunun uzunmüddətli səmərəliliyini və rəqabət qabiliyyətini artıracaqdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Aslam, M., Shahbaz, N., Ur Rahim, R., & Khan, M. G. (2018). Smart Grid Communication Infrastructure, Automation Technologies and Recent Trends. *American Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 7(3), 25–32. <https://doi.org/10.11648/j.epes.20180703.11> (8 s.)
2. Mahmoud, M.A., Tang, A.Y.C., Maseleño, A., & Lim, F.-C. (2020). A Review on Smart Energy Grid Technology: Features and Specifications. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(2), 535–547. (13 s.)
3. Silva, N. S. (2025). Smart Grids in the Context of Smart Cities: A Literature Review. *Energies*, 18(5), 1186. (32 s., PDF). <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/5/1186>
4. Rodríguez, V.A.M. (2023). Impact of Automation on Enhancing Energy Quality in Grid Systems. *Energies*, 16(17), 6161.(10s.)
5. Anvari-Moghaddam, A., & Seifi, A. (2010). Smart Grid: An Intelligent Way to Empower Energy Choices. *In Proceedings of the IEEE International Conference and Exhibition (EnergyCon)* (pp. 1–6). (6 s.). <https://doi.org/10.1109/issst.2012.6227983>
6. Alsaigh, R., Mehmood, R., & Katib, I. (2022). AI Explainability and Governance in Smart Energy Systems: A Review. arXiv. (PDF format, ~25 s.). <https://arxiv.org/abs/2211.00069>
7. Aslam, S., Altaweel, A., & Bou Nassif, A. (2023). Optimization Algorithms in Smart Grids: A Systematic Literature Review. arXiv. (PDF, ~30 s.). <https://arxiv.org/abs/2301.07512>
8. B.P. Pham, Q.-V., Liyanage M., Deepa, N., et al. (2021). Deep Learning for Intelligent Demand Response and Smart Grids: A

- Comprehensive Survey. arXiv. (PDF, ~40 s.). <https://arxiv.org/abs/2101.08013>
9. Energy Management and Smart Grids. (2013). Department of Electrical and Electronic Engineering, University of Palermo. (PDF, ~28 s.).
10. Intelligent Automation System for Smart Grid Renewable Energy Generation. (2025). ResearchGate Publication. (PDF, ~15 s.).
11. Sadiku, M.N.O., Uwakwe, C.C., Abayomi, A.-M., & Sarhan, M.M. (2021). Smart Grid. Journal of Scientific and Engineering Research, 8(9), 21–30. (10 s.)
12. Tristan, A., Emde, A., Reisinger, M., Stauch, M., & Sauer, A. (2019). Energy Flexibility in Industrial Smart Grids – Methodical Approach... wt Werkstattstechnik online, 109(05), 301–306. (6 s.)

**UDK:621**

**Cavadova M.M., Almuradlı Ə.X.**

*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*  
*[alialmuradli@gmail.com](mailto:alialmuradli@gmail.com)*

***Smart enerji sistemlərinin***  
***avtomatlaşdırılması***

### **XÜLASƏ**

Smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılması müasir enerji infrastrukturunun səmərəliliyinin, etibarlılığının və dayanıqlılığının artırılmasına yönəlmiş əsas texnoloji istiqamətlərdən biridir. Bu sistemlər informasiya-kommunikasiya texnologiyaları, sensorlar, ağıllı ölçmə cihazları və avtomatik idarəetmə mexanizmlərinin inteqrasiyası əsasında fəaliyyət göstərir. Avtomatlaşdırma enerji istehsalı, ötürülməsi, paylanması və istehlakı proseslərinin real vaxt rejimində monitorinqini və optimallaşdırılmasını təmin edir.

Smart enerji sistemlərində avtomatlaşdırılmış idarəetmə enerji itkilərinin azaldılmasına, yük balansının düzgün tənzimlənməsinə və bərpa olunan enerji mənbələrinin şəbəkəyə effektiv inteqrasiyasına imkan yaradır. Eyni zamanda, istehlakçı davranışının analizi

və tələbə cavab mexanizmləri vasitəsilə enerji istifadəsinin optimallaşdırılması mümkün olur. Bu yanaşma həm iqtisadi səmərəliliyi yüksəldir, həm də ekoloji təsirlərin minimuma endirilməsinə töhfə verir.

Nəticə etibarilə, smart enerji sistemlərinin avtomatlaşdırılması enerji təhlükəsizliyinin gücləndirilməsi, rəqəmsal transformasiyanın sürətləndirilməsi və dayanıqlı inkişaf məqsədlərinə nail olunması baxımından mühüm strateji əhəmiyyət daşıyır. Bu sahədə tətbiq olunan innovativ texnologiyalar gələcək enerji sistemlərinin daha çevik, ağıllı və ekoloji baxımdan məsuliyyətli olmasını təmin edir.

**Açar sözlər:** *Smart, avtomatlaşdırma, enerji, rəqəmsal, sayğaclar, sensor.*

**UDK:621**

**Джавадова М.М., Алмурадлы А.Х.**

*Азербайджанский Университет*  
*Архитектуры и Строительства*  
*[alialmuradli@gmail.com](mailto:alialmuradli@gmail.com)*

**Автоматизация интеллектуальных**  
**энергетических систем**

### **РЕЗЮМЕ**

Автоматизация интеллектуальных энергетических систем является одним из основных технологических направлений, направленных на повышение эффективности, надежности и устойчивости современной энергетической инфраструктуры. Эти системы работают на основе интеграции информационно-коммуникационных технологий, датчиков, интеллектуальных счетчиков и механизмов автоматического управления. Автоматизация обеспечивает мониторинг и оптимизацию процессов производства, передачи, распределения и потребления энергии в режиме реального времени.

Автоматизированное управление в интеллектуальных энергетических системах позволяет сократить потери энергии, обеспечить надлежащую балансировку

нагрузки и эффективную интеграцию возобновляемых источников энергии в сеть. В то же время, использование энергии может быть оптимизировано за счет анализа поведения потребителей и механизмов реагирования на спрос. Такой подход повышает экономическую эффективность и способствует минимизации воздействия на окружающую среду.

Следовательно, автоматизация интеллектуальных энергетических систем имеет большое стратегическое значение с точки зрения укрепления энергетической безопасности, ускорения цифровой трансформации и достижения целей устойчивого развития. Инновационные технологии, применяемые в этой области, гарантируют, что будущие энергетические системы будут более гибкими, интеллектуальными и экологически ответственными.

**Ключевые слова:** *Интеллектуальные, автоматизация, энергия, цифровые, счетчики, датчики.*

**UDK:621**

**Javadova.M.M., Almuradlı A.Kh.**

*Azerbaijan University of Architecture and  
Construction*  
[alialmuradli@gmail.com](mailto:alialmuradli@gmail.com)

**Automation of smart energy systems**

**ABSTRACT**

Automation of smart energy systems is

**Redaksiyaya daxil olma/Received 02.04.2026**

**Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 04.05.2026**

one of the main technological directions aimed at increasing the efficiency, reliability and sustainability of modern energy infrastructure. These systems operate on the basis of the integration of information and communication technologies, sensors, smart metering devices and automatic control mechanisms. Automation provides real-time monitoring and optimization of energy production, transmission, distribution and consumption processes.

Automated control in smart energy systems allows for the reduction of energy losses, proper load balancing and effective integration of renewable energy sources into the network. At the same time, energy use can be optimized through consumer behavior analysis and demand response mechanisms. This approach both increases economic efficiency and contributes to minimizing environmental impacts.

Consequently, automation of smart energy systems is of great strategic importance in terms of strengthening energy security, accelerating digital transformation and achieving sustainable development goals. Innovative technologies applied in this field ensure that future energy systems are more flexible, intelligent and environmentally responsible.

**Keywords:** *Smart, automation, energy, digital, meters, sensor.*

*Məqaləyə AzMIU-nun "Mühəndis sistemləri və qurğularının tikintisi" kafedrasının dosenti B.Q. Mehdiyev rəy vermişdir.*