

<https://doi.org/10.67471/XWLW8249>

ENERJİ KEÇİDİNDƏ İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARININ ROLU VƏ DAYANIQLI İNKİŞAF

Elgiz Çingiz oğlu Mahmudov
Mingəçevir Dövlət Universiteti
elgiz.mahmudov@mdu.edu.az

Xülasə: Müasir dövrdə global iqlim dəyişiklikləri, enerji təhlükəsizliyi və dayanıqlı inkişaf məsələləri dünya dövlətlərinin əsas prioritet istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir. Ənənəvi enerji mənbələrindən bərpa olunan enerji mənbələrinə keçid prosesi yalnız texnoloji deyil, həm də iqtisadi, sosial və ekoloji transformasiyanı özündə ehtiva edir. Bu transformasiyanın uğurla həyata keçirilməsində informasiya texnologiyaları (İT) mühüm strateji vasitə kimi çıxış edir. Süni intellekt, böyük verilənlər (Big Data), bulud texnologiyaları, Əşyaların İnterneti (IoT), blokçeyn, rəqəmsal əkizlər (Digital Twin), ağıllı şəbəkələr (Smart Grid) və kibertəhlükəsizlik sistemləri enerji sektorunun səmərəliliyinin artırılmasına, karbon emissiyalarının azaldılmasına, enerji istehlakının optimallaşdırılmasına və dayanıqlı inkişaf məqsədlərinin həyata keçirilməsinə əhəmiyyətli töhfə verir.

Məqalədə enerji keçidi anlayışı, informasiya texnologiyalarının enerji sistemlərində tətbiq istiqamətləri, rəqəmsallaşmanın enerji idarəçiliyinə təsiri, Azərbaycanın yaşıl enerji strategiyası, beynəlxalq təcrübə və qarşıda duran problemlər kompleks şəkildə araşdırılmışdır. Eyni zamanda informasiya texnologiyalarının enerji təhlükəsizliyi, ekoloji davamlılıq və iqtisadi inkişaf baxımından yaratdığı imkanlar elmi yanaşma əsasında təhlil edilmişdir.

Açar sözlər: enerji keçidi, informasiya texnologiyaları, dayanıqlı inkişaf, rəqəmsallaşma, bərpa olunan enerji, Smart Grid, IoT, süni intellekt, böyük verilənlər, yaşıl enerji.

Giriş

XXI əsrdə enerji sektoru global iqtisadi, ekoloji və texnoloji dəyişikliklərin təsiri altında fundamental transformasiya mərhələsinə daxil olmuşdur. Dünya əhalisinin artması, sənaye istehsalının genişlənməsi, şəhərləşmə proseslərinin sürətlənməsi və rəqəmsal iqtisadiyyatın inkişafı enerji resurslarına olan tələbatı əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır. Bununla yanaşı, ənənəvi enerji mənbələrindən – xüsusilə neft, təbii qaz və kömürdən geniş istifadə atmosferdə istixana qazlarının konsentrasiyasının artmasına, iqlim dəyişikliklərinin dərinləşməsinə və ekoloji problemlərin kəskinləşməsinə səbəb olmuşdur. Bu amillər dünya ölkələrini enerji sistemlərinin daha dayanıqlı, təhlükəsiz və aşağı karbonlu modelə transformasiyasına istiqamətləndirmişdir [1].

Müasir dövrdə enerji keçidi global inkişaf strategiyalarının əsas istiqamətlərindən biri hesab olunur. Enerji keçidi anlayışı yalnız ənənəvi enerji resurslarının bərpa olunan enerji mənbələri ilə əvəz edilməsini deyil, eyni zamanda enerji istehsalı, ötürülməsi və istehlakı proseslərinin kompleks şəkildə yenidən qurulmasını ifadə edir. Bu prosesdə günəş, külək, hidroenerji, biokütlə və digər alternativ enerji mənbələrinin tətbiqi ilə yanaşı, enerji sistemlərinin rəqəmsallaşdırılması, avtomatlaşdırılması və məlumat əsaslı idarə olunması mühüm əhəmiyyət daşıyır [2].

Enerji keçidinin əsas məqsədlərindən biri iqtisadi inkişafın ekoloji təhlükəsizlik prinsipləri ilə uyğunlaşdırılmasıdır. Bu baxımdan enerji siyasəti artıq yalnız enerji istehsalının artırılmasına deyil, həm də enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsinə, karbon emissiyalarının azaldılmasına və enerji resurslarından daha rəşional istifadəyə yönəlmişdir. Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Dayanıqlı İnkişaf Məqsədlərində enerji məsələsi xüsusi yer tutur. Xüsusilə 7-ci məqsəd – “Ölçətan, etibarlı, dayanıqlı

və müasir enerjiyə çıxışın təmin edilməsi” – global enerji siyasətinin əsas prioritetlərindən biri kimi müəyyən edilmişdir [3].

Enerji sistemlərinin qarşılaşdığı əsas problemlərdən biri bərpa olunan enerji mənbələrinin dəyişkən xarakter daşmasıdır. Günəş və külək enerjisinin istehsalı təbii amillərdən asılı olduğuna görə ənənəvi enerji idarəetmə üsulları bu prosesləri tam effektiv şəkildə tənzimləməyə imkan vermir. Bu səbəbdən enerji sektorunda real vaxt məlumatlarının toplanması, təhlili və operativ qərarların qəbul edilməsini təmin edən informasiya texnologiyalarının tətbiqi zəruri hala gəlmişdir [4].

Informasiya texnologiyaları müasir enerji keçidinin əsas texnoloji dayaqlarından biri kimi çıxış edir. Süni intellekt, böyük verilənlər (Big Data), Əşyaların İnterneti (Internet of Things – IoT), bulud hesablama texnologiyaları, blokçeyn, rəqəmsal əkizlər (Digital Twin) və ağıllı enerji şəbəkələri (Smart Grid) enerji sistemlərinin idarə edilməsində yeni imkanlar yaratmışdır. Bu texnologiyalar vasitəsilə enerji istehsalı və istehlakı arasında optimal balans yaradılır, enerji itkiləri minimuma endirilir, avadanlıqların texniki vəziyyəti əvvəlcədən müəyyən edilir və enerji resurslarının daha səmərəli istifadəsi təmin olunur [5].

Rəqəmsallaşma enerji sektorunda yalnız texniki səmərəliliyi artıran vasitə deyil, həm də enerji bazarlarının inkişafına, istehlakçıların enerji idarəciliyində iştirakına və yeni iqtisadi modellərin formalaşmasına təsir edən strateji amildir. Ağıllı sayğaclar, rəqəmsal enerji platformaları və avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri istehlakçıların enerji istifadəsi haqqında daha ətraflı məlumat əldə etməsinə və enerjiden daha məsuliyyətli istifadə etməsinə imkan verir [6].

Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, enerji keçidində uğur qazanan ölkələr enerji siyasətini rəqəmsal transformasiya strategiyaları ilə paralel şəkildə həyata keçirirlər. Avropa İttifaqı, ABŞ, Çin və digər inkişaf etmiş ölkələr enerji infrastrukturunun modernləşdirilməsi, ağıllı şəbəkələrin yaradılması və enerji sektorunda süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi istiqamətində genişmiqyaslı layihələr həyata keçirirlər [7].

Azərbaycan Respublikası üçün də enerji keçidi və enerji sektorunun rəqəmsallaşdırılması strateji əhəmiyyət daşıyır. Ölkənin zəngin enerji resursları ilə yanaşı, böyük günəş və külək enerjisi potensialına malik olması bərpa olunan enerji sahəsinin inkişafı üçün geniş imkanlar yaradır. Son illərdə Azərbaycanda “yaşıl enerji” konsepsiyasının inkişaf etdirilməsi, Qarabağ və Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonlarının yaşıl enerji zonası elan edilməsi, alternativ enerji layihələrinin həyata keçirilməsi və enerji infrastrukturunun rəqəmsal idarəetmə sistemləri ilə təkmilləşdirilməsi istiqamətində mühüm addımlar atılmışdır [8].

Mövzunun aktuallığı ondan ibarətdir ki, enerji keçidinin uğurlu həyata keçirilməsi yalnız yeni enerji mənbələrinin yaradılmasından deyil, həm də həmin sistemlərin səmərəli idarə olunmasını təmin edən informasiya texnologiyalarının tətbiqindən asılıdır. Rəqəmsal texnologiyalar enerji təhlükəsizliyinin möhkəmləndirilməsi, ekoloji dayanıqlılığın təmin olunması və iqtisadi inkişafın sürətləndirilməsi baxımından mühüm vasitəyə çevrilmişdir.

Bu tədqiqatın məqsədi enerji keçidi prosesində informasiya texnologiyalarının rolunu araşdırmaq, rəqəmsal həllərin enerji sistemlərinin səmərəliliyinə və dayanıqlı inkişaf məqsədlərinə təsirini təhlil etməkdir. Məqalədə informasiya texnologiyalarının əsas tətbiq istiqamətləri, onların enerji sektorunda yaratdığı imkanlar, mövcud problemlər və gələcək inkişaf perspektivləri elmi yanaşma əsasında nəzərdən keçirilir.

Əsas mətn

Enerji keçidində informasiya texnologiyalarının strateji əhəmiyyəti

Müasir enerji sistemlərinin transformasiyası yalnız enerji mənbələrinin dəyişdirilməsi ilə məhdudlaşmır. Enerji keçidi texnoloji, iqtisadi və idarəetmə aspektlərini özündə birləşdirən mürəkkəb prosesdir. Bu prosesin əsas məqsədi enerji təhlükəsizliyini qorumaqla yanaşı, karbon emissiyalarını azaltmaq, enerji səmərəliliyini artırmaq və ekoloji baxımdan dayanıqlı enerji sistemləri formalaşdırmaqdır. Bu baxımdan informasiya texnologiyaları enerji keçidinin əsas

təminədi vasitələrindən biri hesab edilir [9].

Ənənəvi enerji sistemləri əsasən mərkəzləşdirilmiş istehsal modelinə əsaslanırdı. Lakin bərpa olunan enerji mənbələrinin geniş yayılması, kiçik miqyaslı enerji istehsalçıların artması və istehlakçı davranışlarının dəyişməsi enerji sistemlərinin daha çevik idarə edilməsini tələb edir. Bu yeni şəraitdə enerji axınlarının real vaxt rejimində izlənilməsi, məlumatların təhlili və avtomatlaşdırılmış qərar qəbul etmə mexanizmləri mühüm əhəmiyyət kəsb edir [10].

İnformasiya texnologiyalarının enerji sektoruna inteqrasiyası istehsal, ötürmə və istehlak proseslərinin optimallaşdırılmasına imkan verir. Rəqəmsal texnologiyalar vasitəsilə enerji istehsalının proqnozlaşdırılması, avadanlıqların texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi, enerji itkilərinin müəyyən edilməsi və istehlakın səmərəli idarə olunması mümkündür. Bu xüsusiyyətlər enerji sistemlərinin iqtisadi və ekoloji effektivliyini artırır [11].

Enerji keçidi şəraitində məlumat əsaslı idarəetmə (data-driven management) yanaşması xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Böyük həcmdə məlumatların toplanması və analizi enerji şirkətlərinə daha düzgün qərarlar qəbul etməyə, resurslardan optimal istifadə etməyə və dəyişən enerji bazarına uyğunlaşmağa imkan yaradır [12].

Ağıllı enerji şəbəkələri (Smart Grid) və enerji sistemlərinin rəqəmsal transformasiyası

Enerji keçidinin əsas texnoloji elementlərindən biri ağıllı enerji şəbəkələridir (Smart Grid). Smart Grid ənənəvi elektrik şəbəkələrinin informasiya-kommunikasiya texnologiyaları ilə birləşdirilməsi nəticəsində yaranan müasir idarəetmə sistemidir. Bu texnologiya elektrik enerjisinin istehsalı, ötürülməsi və istehlakı arasında qarşılıqlı məlumat mübadiləsini təmin edir [13].

Ənənəvi elektrik şəbəkələrində enerji axını əsasən istehsalçıdan istehlakçıya doğru istiqamətlənirdi. Smart Grid sistemlərində isə enerji istehlakçıları eyni zamanda kiçik enerji istehsalçıları kimi çıxış edə bilirlər. Məsələn, günəş panellərinə malik ev təsərrüfatları artıq enerji istehsal edərək ümumi şəbəkəyə enerji ötürə bilirlər. Bu model enerjinin daha səmərəli bölüşdürülməsinə imkan yaradır [14].

Ağıllı şəbəkələrin əsas üstünlükləri aşağıdakılardır:

1. enerji itkilərinin azaldılması;
2. enerji təchizatının etibarlılığının artırılması;
3. nasazlıqların erkən aşkarlanması;
4. enerji istehlakının optimallaşdırılması;
5. bərpa olunan enerji mənbələrinin sistemə inteqrasiyası.

Smart Grid texnologiyalarının tətbiqi xüsusilə dəyişkən xarakterli günəş və külək enerjisinin idarə olunmasında mühüm rol oynayır. Bu sistemlər enerji istehsalındakı dəyişiklikləri əvvəlcədən müəyyən etməyə və enerji balansını qorumağa imkan verir [15].

Süni intellekt texnologiyalarının enerji sektorunda tətbiqi

Süni intellekt (Artificial Intelligence – AI) enerji sektorunda rəqəmsal transformasiyanın ən mühüm istiqamətlərindən biridir. Süni intellekt alqoritmləri böyük həcmdə məlumatları emal edərək enerji sistemlərində proqnozlaşdırma, optimallaşdırma və avtomatlaşdırma proseslərini təkmilləşdirir [16].

Enerji sektorunda süni intellekt əsasən aşağıdakı sahələrdə tətbiq olunur:

1. enerji tələbatının proqnozlaşdırılması;
2. bərpa olunan enerji istehsalının hesablanması;
3. elektrik şəbəkələrinin idarə edilməsi;
4. avadanlıqların texniki vəziyyətinin monitorinqi;
5. enerji bazarlarında qərarların optimallaşdırılması.

Bərpa olunan enerji mənbələrinin əsas xüsusiyyətlərindən biri istehsal həcmının dəyişkən

olmasıdır. Günəş və külək enerjisinin istehsalı hava şəraitindən asılı olduğuna görə ənənəvi proqnozlaşdırma üsulları kifayət qədər effektiv olmaya bilər. Süni intellekt modelləri isə meteoroloji məlumatları, əvvəlki istehsal göstəricilərini və digər faktorları təhlil etməklə daha dəqiq nəticələr əldə etməyə imkan verir [17].

Süni intellekt həmçinin enerji avadanlıqlarında profilaktik texniki xidmət sistemlərinin yaradılmasına imkan verir. Bu yanaşma avadanlıqların nasazlığını əvvəlcədən müəyyən etməyə və qəza hallarının qarşısını almağa kömək edir.

Böyük verilənlər (Big Data) texnologiyalarının enerji idarəçiliyində rolu

Enerji sektorunun rəqəmsallaşması nəticəsində böyük həcmdə məlumatlar formalaşır. Ağıllı sayğaclar, sensor sistemləri və avtomatlaşdırılmış idarəetmə qurğuları vasitəsilə əldə edilən məlumatların effektiv təhlili enerji sistemlərinin optimallaşdırılmasında mühüm rol oynayır [18].

Big Data texnologiyaları aşağıdakı imkanları yaradır:

1. enerji istehlakının strukturunun müəyyən edilməsi;
2. enerji tələbatının uzunmüddətli proqnozlaşdırılması;
3. itkilərin və səmərəsiz istifadənin aşkarlanması;
4. istehlakçı davranışlarının təhlili;
5. enerji resurslarının optimal idarə olunması.

Böyük verilənlər analitikası enerji şirkətlərinə daha dəqiq planlaşdırma aparmağa və enerji istehsalı ilə istehlakı arasında tarazlıq yaratmağa imkan verir. Bu texnologiyalar həmçinin enerji bazarlarında qiymət dəyişikliklərinin təhlili və investisiya qərarlarının optimallaşdırılması üçün istifadə olunur [19].

Əşyaların İnterneti (IoT) və enerji infrastrukturunun avtomatlaşdırılması

Əşyaların İnterneti (Internet of Things – IoT) enerji obyektlərinin vahid rəqəmsal şəbəkədə əlaqələndirilməsini təmin edən texnologiyadır. IoT vasitəsilə enerji avadanlıqları haqqında məlumatlar fasiləsiz toplanır, ötürülür və analiz edilir [20].

Enerji sektorunda IoT tətbiqləri aşağıdakı istiqamətləri əhatə edir:

1. ağıllı elektrik sayğacları;
2. elektrik yarımstansiyalarının monitorinqi;
3. günəş və külək qurğularının idarə olunması;
4. sənaye müəssisələrində enerji nəzarəti;
5. ağıllı bina sistemləri.

IoT texnologiyaları enerji istehlakının daha dəqiq ölçülməsinə və idarə edilməsinə imkan verir. Bu isə həm istehlakçılar, həm də enerji təchizatçıları üçün əlavə səmərəlilik yaradır.

İnformasiya texnologiyaları və Azərbaycanın enerji keçidi strategiyası

Azərbaycanın enerji siyasətində rəqəmsallaşma və yaşıl enerji istiqamətləri son illərdə mühüm yer tutur. Ölkənin zəngin neft və qaz ehtiyatları ilə yanaşı, günəş və külək enerjisi potensialının yüksək olması bərpa olunan enerji sahəsinin inkişafına geniş imkan yaradır [21].

Enerji sektorunda rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi aşağıdakı istiqamətlərdə həyata keçirilir:

1. enerji infrastrukturunun avtomatlaşdırılması;
2. ağıllı ölçmə sistemlərinin tətbiqi;
3. elektrik şəbəkələrinin modernləşdirilməsi;
4. bərpa olunan enerji layihələrinin idarə olunması.

Qarabağ və Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonlarının yaşıl enerji zonası elan edilməsi Azərbaycanın enerji keçidi siyasətinin mühüm istiqamətlərindən biridir. Bu ərazilərdə ağıllı şəhər və ağıllı kənd konsepsiyalarının tətbiqi rəqəmsal enerji texnologiyalarının inkişafını sürətləndirir [22].

Enerji keçidində informasiya texnologiyalarının problemləri və perspektivləri

İnformasiya texnologiyalarının enerji sektorunda tətbiqi ilə yanaşı, müəyyən çağırışlar da mövcuddur. Əsas problemlərdən biri kibertəhlükəsizlik məsələsidir. Enerji sistemlərinin rəqəmsallaşması məlumat təhlükəsizliyi risklərini artırır və yeni müdafiə mexanizmlərinin yaradılmasını tələb edir [23].

Digər problemlərə aşağıdakılar daxildir:

1. yüksək maliyyə xərcləri;
2. rəqəmsal infrastrukturun inkişaf səviyyəsində fərqlər;
3. ixtisaslı kadr çatışmazlığı;
4. texnoloji uyğunluq problemləri.

Bununla belə, gələcək perspektivlər enerji sektorunda rəqəmsal texnologiyaların daha geniş tətbiq olunacağını göstərir. Süni intellekt, enerji saxlama sistemləri, blokçeyn və yeni nəsil rabitə texnologiyaları enerji keçidinin sürətlənməsinə mühüm təsir göstərəcəkdir [24].

Nəticə

Aparılmış tədqiqat göstərir ki, müasir dövrdə enerji keçidi prosesinin uğurlu həyata keçirilməsi yalnız alternativ enerji mənbələrinin genişləndirilməsi ilə deyil, həm də enerji sistemlərinin rəqəmsal transformasiyası ilə sıx bağlıdır. İnformasiya texnologiyaları enerji sektorunda istehsal, ötürmə, paylama və istehlak proseslərinin daha səmərəli, çevik və təhlükəsiz idarə edilməsinə imkan yaradan əsas strateji vasitələrdən birinə çevrilmişdir.

Enerji keçidi çərçivəsində ən mühüm məsələlərdən biri bərpa olunan enerji mənbələrinin mövcud enerji sistemlərinə effektiv inteqrasiyasıdır. Günəş və külək enerjisi kimi dəyişkən xarakterli enerji mənbələrinin geniş tətbiqi enerji şəbəkələrinin daha ağıllı və adaptiv idarə edilməsini tələb edir. Bu baxımdan Smart Grid texnologiyaları, süni intellekt, böyük verilənlər analitikası, Əşyaların İnterneti və rəqəmsal əkizlər enerji sistemlərinin sabitliyinin və səmərəliliyinin artırılmasında mühüm rol oynayır.

Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, informasiya texnologiyalarının tətbiqi enerji sektorunda bir sıra mühüm üstünlüklər yaradır. İlk növbədə, rəqəmsal texnologiyalar enerji istehsalı və istehlakı haqqında real vaxt məlumatlarının əldə edilməsinə imkan verir. Bu məlumatların analizi əsasında enerji tələbatının daha dəqiq proqnozlaşdırılması, enerji resurslarının optimal bölüşdürülməsi və texniki problemlərin əvvəlcədən müəyyən edilməsi mümkündür. Nəticədə enerji itkiləri azalır, əməliyyat xərcləri optimallaşır və enerji sistemlərinin etibarlılığı yüksəlir.

Süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi enerji sektorunda qərarvermə proseslərinin keyfiyyətini artırır. Süni intellekt alqoritmləri enerji istehlakının proqnozlaşdırılması, avadanlıqların texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və enerji istehsalının optimallaşdırılması istiqamətində mühüm imkanlar yaradır. Xüsusilə bərpa olunan enerji mənbələrinin dəyişkənliyinin idarə olunmasında süni intellekt əsaslı modellər mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Böyük verilənlər texnologiyaları enerji sektorunda formalaşan böyük informasiya axınlarının effektiv idarə edilməsinə şərait yaradır. Enerji istehlakı haqqında məlumatların təhlili istehlak davranışlarının öyrənilməsinə, enerji səmərəliliyinin artırılmasına və daha düzgün strateji qərarların qəbul edilməsinə imkan verir. Bu baxımdan məlumatlar müasir enerji sistemlərinin əsas strateji resurslarından birinə çevrilmişdir.

Araşdırma göstərir ki, informasiya texnologiyalarının enerji sektoruna tətbiqi yalnız texniki və iqtisadi deyil, həm də ekoloji baxımdan mühüm nəticələr verir. Rəqəmsal idarəetmə sistemləri enerji resurslarından daha səmərəli istifadə etməyə, karbon emissiyalarını azaltmağa və yaşıl iqtisadiyyatın inkişafına töhfə verməyə imkan yaradır. Bu isə BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədləri, xüsusilə təmiz və əlçatan enerjiyə dair 7-ci məqsədin həyata keçirilməsi baxımından xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Azərbaycanın enerji strategiyası çərçivəsində də rəqəmsallaşma və yaşıl enerji istiqamətləri prioritet sahələrdən biri kimi müəyyən edilmişdir. Ölkənin bərpa olunan enerji potensialının inkişaf

etdirilməsi, enerji infrastrukturunun modernləşdirilməsi və ağıllı enerji sistemlərinin tətbiqi gələcəkdə enerji təhlükəsizliyinin və dayanıqlı inkişafın təmin olunmasına mühüm töhfə verəcəkdir. Xüsusilə Qarabağ və Şərqi Zəngəzurdə həyata keçirilən yaşıl enerji layihələri müasir rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi üçün geniş imkanlar yaradır.

Bununla yanaşı, enerji sektorunda informasiya texnologiyalarının geniş tətbiqi müəyyən çağırışlar da formalaşdırır. Kibertəhlükəsizlik, məlumatların qorunması, yüksək investisiya tələbləri və ixtisaslı kadr çatışmazlığı əsas problemlər sırasında yer alır. Bu problemlərin həlli üçün dövlət, elm və biznes sektorları arasında əməkdaşlığın gücləndirilməsi, innovasiya ekosisteminin inkişaf etdirilməsi və insan kapitalına investisiyaların artırılması vacibdir.

Ümumilikdə, aparılan təhlil göstərir ki, informasiya texnologiyaları enerji keçidinin ayrılmaz komponentidir. Gələcəyin enerji sistemləri rəqəmsal, çevik, avtomatlaşdırılmış və məlumat əsaslı olacaqdır. Bu baxımdan informasiya texnologiyalarının inkişafı yalnız enerji sektorunun modernləşdirilməsi deyil, həm də qlobal səviyyədə ekoloji dayanıqlılığın və iqtisadi inkişafın təmin edilməsi üçün mühüm amildir.

Təkliflər

Enerji keçidi prosesində informasiya texnologiyalarının rolunun artırılması və dayanıqlı enerji sistemlərinin formalaşdırılması məqsədilə aşağıdakı təkliflərin həyata keçirilməsi məqsəduyğun hesab edilir:

1. Enerji sektorunun kompleks rəqəmsallaşdırılması sürətləndirilməlidir. Enerji istehsalı, ötürülməsi və paylanması proseslərində müasir informasiya texnologiyalarının tətbiqi genişləndirilməli, rəqəmsal idarəetmə platformalarının yaradılması prioritet istiqamət kimi müəyyən edilməlidir.

2. Smart Grid texnologiyalarının tətbiqi genişləndirilməlidir. Elektrik şəbəkələrinin ağıllı sistemlərə transformasiyası enerji itkilərinin azaldılması, enerji təchizatının etibarlılığının yüksəldilməsi və bərpa olunan enerji mənbələrinin daha effektiv integrasiyası üçün vacibdir.

3. Süni intellekt əsaslı enerji idarəetmə sistemlərinin yaradılması dəstəklənməlidir. Enerji tələbatının proqnozlaşdırılması, istehsal güclərinin optimallaşdırılması və texniki xidmət proseslərinin təkmilləşdirilməsi üçün süni intellekt həllərindən daha geniş istifadə edilməlidir.

4. Böyük verilənlər infrastrukturunu inkişaf etdirilməlidir. Enerji sektorunda toplanan məlumatların vahid platformada idarə olunması, analitik sistemlərin yaradılması və məlumat əsaslı qərarvermə mexanizmlərinin tətbiqi təmin edilməlidir.

5. Kibertəhlükəsizlik tədbirləri gücləndirilməlidir. Enerji infrastrukturunu strateji sahə olduğu üçün rəqəmsal sistemlərin qorunması, məlumat təhlükəsizliyi standartlarının tətbiqi və kiberhücumlara qarşı müdafiə mexanizmlərinin təkmilləşdirilməsi zəruridir.

6. Enerji və informasiya texnologiyaları sahəsində ixtisaslı kadr hazırlığı artırılmalıdır. Ali təhsil müəssisələrində “rəqəmsal enerji”, “enerji informatikası”, “ağıllı enerji sistemləri” kimi yeni istiqamətlər üzrə təhsil proqramları genişləndirilməli, elmi-tədqiqat fəaliyyəti stimullaşdırılmalıdır.

7. Bərpa olunan enerji layihələrində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi artırılmalıdır. Yeni günəş və külək elektrik stansiyalarında avtomatlaşdırılmış monitorinq sistemləri, rəqəmsal idarəetmə platformaları və süni intellekt əsaslı analiz vasitələrinin istifadəsi təmin edilməlidir.

8. Dövlət və özəl sektor arasında innovasiya əməkdaşlığı genişləndirilməlidir. Enerji şirkətləri, texnologiya müəssisələri və elmi tədqiqat institutları arasında əməkdaşlıq mexanizmləri yaradılmalı, rəqəmsal enerji layihələrinə investisiyalar artırılmalıdır.

9. Azərbaycanda yaşıl enerji zonalarında rəqəmsal enerji modelləri tətbiq edilməlidir. Qarabağ və Şərqi Zəngəzurdə yaradılan yeni enerji infrastrukturlarında ağıllı şəbəkələr, IoT sistemləri və rəqəmsal idarəetmə texnologiyalarının tətbiqi genişləndirilməlidir.

10. Enerji keçidi üzrə vahid milli rəqəmsal strategiya hazırlanmalıdır. Enerji və informasiya texnologiyalarının qarşılıqlı inkişafını təmin edən uzunmüddətli dövlət proqramının hazırlanması

ölkənin enerji təhlükəsizliyinin və dayanıqlı inkişafının gücləndirilməsinə xidmət edəcəkdir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. International Energy Agency. (2023). *World Energy Outlook 2023*. Paris: International Energy Agency (IEA).
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
2. International Renewable Energy Agency. (2023). *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway*. Abu Dhabi: IRENA.
<https://www.irena.org/Publications>
3. International Energy Agency. (2017). *Digitalisation and Energy*. Paris: OECD Publishing.
<https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>
4. Zhou K., Fu C., Yang S. (2016). Big Data Driven Smart Energy Management: From Big Data to Big Insights. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 215–225.
5. Ahmad T., Zhang D., Huang C., Zhang H., Dai N., Song Y., Chen H. (2021). Artificial Intelligence in Sustainable Energy Industry: Status Quo, Challenges and Opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125879.
6. Fang X., Misra S., Xue G., Yang D. (2019). Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(3), 2239–2262.
7. Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi. (2023). *Azərbaycan Respublikasında yaşıl enerji və enerji keçidi üzrə strateji istiqamətlər*. Bakı.
<https://minenergy.gov.az>

THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ENERGY TRANSITION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

E.Ch.Mahmudov

Lecturer

Mingachevir State University

Abstract: In the modern era, global climate change, energy security, and sustainable development have become among the top priorities of countries worldwide. The transition from conventional energy sources to renewable energy sources encompasses not only technological change but also economic, social, and environmental transformation. Information technologies (IT) play a crucial strategic role in ensuring the successful implementation of this transition. Artificial Intelligence (AI), Big Data, cloud computing, the Internet of Things (IoT), blockchain, Digital Twins, Smart Grids, and cybersecurity systems significantly contribute to improving the efficiency of the energy sector, reducing carbon emissions, optimizing energy consumption, and achieving sustainable development goals.

This paper comprehensively examines the concept of the energy transition, the application areas of information technologies in energy systems, the impact of digitalization on energy management, Azerbaijan's green energy strategy, international experience, and the challenges ahead. Furthermore, the opportunities created by information technologies in terms of energy security, environmental sustainability, and economic development are analyzed based on a scientific approach.

Keywords energy transition, information technologies, sustainable development, digitalization, renewable energy, Smart Grid, Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence, Big Data, green energy.

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ПЕРЕХОДЕ И УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ

Э.Ч. Махмудов

Мингячевирский Государственный Университет

Преподаватель

Аннотация: В современных условиях глобальные изменения климата, энергетическая безопасность и устойчивое развитие стали одними из важнейших приоритетов государств мира. Переход от традиционных источников энергии к возобновляемым источникам представляет собой не только технологическую, но и экономическую, социальную и экологическую трансформацию. В успешной реализации данного процесса информационные технологии (ИТ) выступают в качестве важнейшего стратегического инструмента. Искусственный интеллект, большие данные (Big Data), облачные технологии, Интернет вещей (IoT), блокчейн, цифровые двойники (Digital Twin), интеллектуальные энергетические сети (Smart Grid) и системы кибербезопасности вносят значительный вклад в повышение эффективности энергетического сектора, сокращение выбросов углерода, оптимизацию энергопотребления и достижение целей устойчивого развития.

В статье комплексно рассматриваются понятие энергетического перехода, основные направления применения информационных технологий в энергетических системах, влияние цифровизации на управление энергетикой, стратегия «зелёной» энергетики Азербайджана, международный опыт, а также существующие вызовы и перспективы. Кроме того, на основе научного подхода анализируются возможности, создаваемые информационными технологиями в области энергетической безопасности, экологической устойчивости и экономического развития.

Ключевые слова: энергетический переход, информационные технологии, устойчивое развитие, цифровизация, возобновляемая энергетика, Smart Grid, Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект, большие данные (Big Data), зелёная энергетика.