

BEM-lərin TƏTBİQİ ZAMANI 1 kVt-saat ELEKTRİK ENERJİSİNİN İSTEHSALINA OLAN ŞƏRTİ YANACAĞIN STOXAŞTİK PROQNOZ MODELİ

NƏRİMAN RƏHMANOV¹, S.Ə.ƏFƏNDİYEV², R.S. İSMAYILOV³

¹Azərbaycan Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutu,

²Azərbaycan Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutu

saleh.afandiyev@azerenerji.gov.az

³Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi,

raufismayilov82@mail.ru

Azərbaycan Respublikası bərpa olunan enerji mənbələri (BEM) üzrə kifayət qədər yüksək potensiala malik olan ölkələr sırasındadır. İlk hesablamalara görə ölkəmizin iqtisadi cəhətdən əlverişli və eyni zamanda texniki baxımdan istifadəsi mümkün olan BEM-lərin ümumi potensialı 26 940 MVt, o cümlədən, külək enerjisi üzrə 3 000 MVt, günəş enerjisi üzrə 23 040 MVt, bioenerji üzrə 380 MVt, dağ çayları üzrə 520 MVt həcmində qiymətləndirilir [1].

Açar sözlər: bərpa olunan enerji mənbələri (BEM), külək elektrik stansiyası (KES), Günəş elektrik stansiyası (GES), bioenerji stansiyası, hibrid stansiya, inteqrasiya, riyazi model yanacaq-enerji balansı, şərti yanacaq.

GİRİŞ

2030-cu ilə qədər ölkənin ümumi enerji balansında bərpa olunan enerji üzrə qoyuluş gücünün 30%-ə çatdırılması əsas hədəf kimi müəyyən edilmişdir. BEM-lər (külək və günəş) üzrə pilot layihələr çərçivəsində elektrik stansiyalarının elektrik enerjisi şəbəkəsinə qoşulması, BEM-lərin elektrik enerjisi şəbəkəsinə inteqrasiyası ilə əlaqədar, beynəlxalq məsləhətçi şirkət cəlb edilməklə, "Azərbaycanda bərpa olunan enerji layihələrinin dəstəklənməsi üçün şəbəkənin gücləndirilməsi" layihəsi həyata keçirilib. "VPC" şirkəti tərəfindən hazırlanmış hesabat əsasən, qarşıya qoyulmuş 30% hədəfinə nail olmaq üçün, 1500 MVt qoyuluş gücündə yeni bərpa olunan enerji stansiyaları quraşdırılmalıdır ki, bu ümumi gücün də 2020-2022-ci illərdə 440 MVt, 2023-2025-ci illərdə 460 MVt, 2026-2030-cu illərdə 600 MVt olmaqla 3 dövrdə şəbəkəyə inteqrasiyası məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Eyni zamanda, bu hədəf üzrə dövlət investisiyası ilə yanaşı, özəl, o cümlədən xarici investisiya hesabına yeni istehsal güclərinin istifadəyə verilməsi istiqamətində tədbirlər həyata keçirilir.

Azərbaycan Enerjisisteminə BEM-lərin inteqrasiyasının aktuallığı və mühüm əhəmiyyəti ilə əlaqədar olaraq, 2021-ci il yanvarın 9-da Azərbaycanın Energetika Nazirliyi ilə Səudiyyə Ərəbistanının "ACWA Power" və Birləşmiş Ərəb Əmirliklərinin "Masdar" şirkətləri arasında bərpa olunan enerji üzrə pilot layihələrin reallaşdırılmasına dair icra müqavilələri imzalanıb. Müqavilələrə əsasən, "ACWA Power" şirkəti ilə Azərbaycanda 240 MVt gücündə külək, "Masdar" şirkəti ilə isə 230 MVt-ıq günəş stansiyalarının tikintisi ilə bağlı pilot layihələr icra ediləcək. Külək və günəş enerjisi layihələri üzrə ümumilikdə, ildə təxminən 1,4 mlrd. kVt-saat elektrik enerjisinin istehsalı proqnozlaşdırılır.

Layihələrin reallaşdırılması 2 ilə yaxın vaxt aparacaq və mərhələli qaydada icra olunacaq. Sözügedən generasiya güclərinin istifadəyə verilməsi ildə 300 mln. Kubmetr qaza qənaət etməyə imkan yaradacaq ki, bu da Azərbaycanda əhali üzrə qaz istehlakının 10%-nə bərabərdir. Alternativ enerji mənbələrinin inkişafı qə-

naət edilən qaz hesabına ölkənin ixrac potensialının da artırılmasına imkan verəcəkdir.

Hazırkı məqalədə BEM-lərin Enerjisisteminə müxtəlif nüfuzetmə ssenariləri zamanı 1 kVt/s elektrik enerjisi istehsalına sərf olunan şərti yanacağın dəyişmə dinamikasının qiymətləndirilməsi üçün kompleks sistem yanaşması əsasında eksperimentlərin faktorlu planlaşdırılması (EFP) metodunun tətbiqi ilə stoxastik riyazi modelin işlənilməsinə baxılmışdır.

Azərbaycan Respublikası enerji resursları ilə zəngin olmasına və dünyada enerji resurslarının ixracatçısı kimi tanınmasına baxmayaraq, ölkəmizdə BEM-lərdən istifadə hər zaman prioritet istiqamət olaraq diqqət mərkəzində olub. Belə ki, Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyevin bilavasitə təşəbbüsü və rəhbərliyi altında uğurla həyata keçirilən enerji təhlükəsizliyi siyasətinin təməl hədəflərindən biri də ölkəmizdə BEM-lərdən istifadə səviyyəsinin yüksəldilməsindən ibarətdir.

2004-cü ildə "Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə olunması üzrə Dövlət Proqramı"nın qəbul edilməsi bərpa olunan enerji potensialından daha səmərəli şəkildə istifadə olunması işində ciddi dönüş və geniş imkanlar yaratdı. Ölkə rəhbərliyi tərəfindən qəbul edilmiş qanunvericilik aktlarında milli enerji təhlükəsizliyinin genişləndirilməsində BEM-lərin vasitəsilə istehsalın həcmimin artırılmasının mühüm əhəmiyyət kəsb etdiyi dəfələrlə qeyd olunmuşdur.

Bu sahədə görülən işlərin davamı olaraq Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2020-ci il 22 sentyabr tarixli, 1159 nömrəli Fərmanı ilə Azərbaycan Respublikasının Energetika Nazirliyi yanında Bərpa Olunan Enerji Mənbələri Dövlət Agentliyi yaradılmış və Agentliyin Əsasnaməsi təsdiq edilmişdir.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2021-ci il 2 fevral tarixli Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş "Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər" sənədinin 5-ci bəndində (TƏMİZ ƏTRAF MÜHİT VƏ "YAŞIL ARTIM" ÖLKƏSİ) iqlim dəyişikliyi və onunla mübarizə istiqamətində, eləcə də ölkəmizdə yaşıl enerji məkanı prinsiplərinə əsaslanan bərpa

olunan enerjiden iqtisadiyyatın bütün sahələrində istifadə məsələləri öz əksini tapmışdır. Bu Milli Prioritet ölkəmizin bərpa olunan enerji sahəsinə və yaşıllıq iqtisadiyyata diqqətin bariz nümunəsi kimi qiymətləndirilə bilər. Qeyd edilən Milli Prioritetlər BMT-nin “Dünyamızın transformasiyası: 2030-cu ilədək dayanıqlı inkişaf sahəsində Gündəlik”dən irəli gələn öhdəliklərin icrası istiqamətində də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

BEM-lərdən istifadə sahəsində əməkdaşlığın gücləndirilməsi və gələcəkdə sahəyə investisiya qoyuluşunun təşviqi məqsədilə beynəlxalq şirkətlərlə əməkdaşlıq əlaqələri genişləndirilməkdədir. Bu istiqamətdə bir çox beynəlxalq şirkət ilə əməkdaşlıq barədə anlaşma memorandumu və bu tipli sənədlər imzalanmışdır. Təqdim edilmiş təkliflərin səmərəliliyi və xüsusilə də qiymət təkliflərinin ölkəmizdə külək və günəş enerjisi üzrə mövcud olan topdansatış qiymətləri çərçivəsində olduğu nəzərə alınaraq, 2020-ci ilin 9 yanvar tarixində Azərbaycan Respublikasının Nazirlər Kabinetində Energetika Nazirliyi ilə Səudiyyə Ərəbistanının “ACWA Power” və Birləşmiş Ərəb Əmirliklərinin “Masdar” şirkətləri arasında BEM-lər üzrə pilot layihələrin həyata keçirilməsi ilə bağlı İcra müqavilələri imzalanıb. Müqavilələrə uyğun olaraq “ACWA Power” şirkəti ilə 240 MVt gücündə külək, “Masdar” şirkəti ilə isə 230 MVt gücündə günəş stansiyalarının yaxın 2 il müddətində tikintisi və istismara verilməsi ilə bağlı pilot layihələr icra edilməsi nəzərdə tutulub.

MƏSƏLƏNİN QOYULUŞU

BEM-lərin Azərbaycan Enerjisisteminə inteqrasiyası müxtəlif ssenarilər əsasında planlaşdırılıb. İlk olaraq 240 MVt gücündə “Pirəküşkül-Xızı” KES-in və 230 MVt gücündə “Ələt” GES-in istifadəyə verilməsi nəzərdə tutulub. Bu zaman gözlənilən bəzi problemlər və onların aradan qaldırılması yolları tərəfimizdən [2]-də baxılmışdır. Hazırkı məqalədə təqdim olunan tədqiqatla əlaqədar qeyd etmək lazımdır ki, GES və KES-in Enerjisistemə inteqrasiyası zamanı nüfuzetmə səviyyəsindən asılı olaraq, həm yanacaq-enerji balanslarının tərkibi, həm də 1kVt-s elektrik enerjisi istehsalına olan xərclər müvafiq dəyişikliyə məruz qalır. Odur ki, bu dəyişikliyin həcmi və dinamikasının müəyyən olunması üçün riyazi modelin işlənilməsi məsələsi iqtisadi səmərəliliyin qiymətləndirilməsi və perspektiv proqnozların daha dəqiq verilməsi üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

HƏLLİ ÜSULLARI

Qarşıya qoyulan məsələnin realizasiyası zamanı BEM-lərin Enerjisisteminə müxtəlif nüfuzetmə ssenariləri nəzərə alınmaqla 1kVt-s elektrik enerjisi istehsalına sərf olunan şərti yanacağın dəyişmə dinamikasının qiymətləndirilməsi üçün stoxastik modelin işlənilməsi zamanı riyazi aparat olaraq, kompleks sistem yanaşması əsasında eksperimentlərin faktor-larlı planlaşdırılması (EFP) metodunun tətbiqinə baxılmışdır.

Beynəlxalq praktikada enerjisistemə inteqrasiya ilə əlaqədar olaraq bərpaolunan enerji mənbələrinin kompleks sistemlərinin (BEM KS) verilmiş məqsəd

funksiyası əsasında effektiv həllərinin axtarılması üzrə bir sıra hesablama metodologiyaları və müvafiq riyazi modellərin işlənilməsinə baxılmışdır [3].

Optimal BEM KS-lər nəzəriyyəsinin yaranmasının əsası 1981-ci ildə maliyyə portfel alətlərinin optimallaşması sahəsində apardığı kompleks işlərə görə Nobel mükafatı almış C. Tobin tərəfindən qoyulmuşdur. Amerika iqtisadçısının tədqiqatları onun müəllimləri olan Q. Markoviç və U. Şarpın fundamental işlərinə [4] əsaslanmış, hətta ki, bir müddət sonra, yəni 1990-cı ildə onlar da Nobel mükafatına layiq görülmüşlər.

Bərpa olunan energetika ilə bu tədqiqatların nə kimi əlaqəsinin olması bəxəş. Məlum olduğu kimi, müxtəlif müəssisələrin səhmləri və qiymətli kağızları fond bazarlarında müxtəlif gəlirlərə malikdirlər və ən gözlənilməz şəkildə dəyişə bilən stoxastik kəmiyyətlərdir. Məhz stoxastik proseslərin qanunauyğunluqlarının təhlili Q.Markoviç və ardınca da U.Şarpın maliyyə portfellerinin optimallaşdırılması nəzəriyyəsinin yaradılmasına gətirib çıxarmışdır. Bu nəzəriyyə maliyyə portfelinə daxil olan alətlər çoxluqları üzrə kifayət qədər zaman aralığında alınmış böyük sayda stoxastik verilənlərin nəzərə alınmasına əsaslanır.

Bərpaolunan energetika da maliyyə alətləri ilə oxşarlıq təşkil edən bir sıra xarakterin xüsusiyyətlərə malikdir: günəş şüalanmasının intensivliyi, küləyin sürəti, çayın axma sürəti – stoxastik xarakterlidir. BEM-lərin istifadəsi zamanı əsas risklər məhz proseslərin stoxastikliyi səbəbindən yaranır və iri enerji istehsalı şirkətləri və fərdi tələbatçılar üçün BEM-lərin tətbiqi və genişləndirilməsi məsələsinin həlli zamanı əsas problem sayılır.

C.Tobinnin maliyyə modelində göstərilmiş faktorlar (müxtəlif səhmlər toplusunun olması, gəlirin və riskin stoxastikliyi) optimal maliyyə portfeli nəzəriyyəsinin, tərkibində bir neçə müxtəlif tipii sistemləri (külək, günəş, bioqaz, geotermal və s.) birləşdirən optimal BEM KS-in metodologiyasının işlənilməsində istifadə edilməsinin mümkünlüyü fikrinə gətirmişdir. Bu cür sistemlər, hansıların ki, əsas xüsusiyyətləri eyni zamanda bir neçə tip BEM-dən istifadə olunmasıdır, elə kompleks sistem hesab olunur, yəni - BEM KS.

Bizim halda İES-lə birlikdə fəaliyyət göstərən BEM KS-in tərkibinə daxildir: SES-lər, GES-lər və KES-lər.

İndi də stoxastik yanaşma əsasında Azərbaycan Enerjisisteminə BEM-lərin inteqrasiyası zamanı 1kVt-s elektrik enerjisi istehsalına olan şərti yanacağın ($y_{s,y}$) aşağıdakı şəkildə proqnoz modelinin işlənilməsinə baxaq:

$$y_{s,y} = f(x_{IES}, x_{SES}, x_{GES}, x_{KES},), \quad (1)$$

burada x_{IES} – istehsal gücündə İES-in payı, *MVt*;
 x_{SES} – istehsal gücündə SES-in payı, *MVt*;
 x_{GES} – istehsal gücündə GES-in payı, *MVt*;
 x_{KES} – istehsal gücündə KES-in payı, *MVt*.

Təklif olunan proqnoz modelin riyazi əsasını eksperimentlərin faktorlu planlaşdırılması (EFP) nəzəriyyəsi təşkil edir [5,6].

Ümumi şəkildə eksperimentlərin sayının (tədqiqat obyektinin müxtəlif vəziyyətlərinin) faktorların səviyyəsin-dən asılılığı aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$N = p^k, \quad (2)$$

burada N – eksperimentlərin sayı;
 p - səviyyələrin sayı;
 k - faktorların sayı.

Səviyyələrin minimal sayı, hansı ki, adətən işin ilkin mərhələsində yol verilir, 2-yə bərabərdir. Bu, yuxarı və aşağı səviyyələr olub, faktorların təyin olunmasının sərhəddə qiymətləri ilə əlaqədardır və +1 və -1 kodlaşdırılmış koordinatlarla işarə olunur.

(2) ifadəsi o zaman doğrudur ki, planın bütün faktorları üçün onların variasiya səviyyələri eynidir.

Eksperimentlərin planlaşdırılmasında polinom tənliklərdən istifadə olunur. Bununla əlaqədar olaraq, (1) məqsəd funksiyası adətən aşağıdakı polinomla aproksimasiya edilir:

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i,j=1}^k \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \dots, \quad (3)$$

burada $\beta_0, \beta_i, \beta_{ij}, \beta_{ii}$ - nəzəri regressiya əmsalları (polinomun əmsalları) olub, ədədi qiymətləri eksperimentin nəticəsində təyin olunur.

E FP-nin tətbiqi zamanı sərbəst faktorlar olaraq, tərəfimizdən aşağıdakılar qəbul edilib:

- İstilik elektrik stansiyalarının (İES) gücü: $x_{IES} = P_{IES}$;
- Su elektrik stansiyalarının (SES) gücü: $x_{SES} = P_{SES}$;
- Günəş elektrik stansiyalarının (GES) gücü: $x_{GES} = P_{GES}$;
- Külək elektrik stansiyalarının (KES) gücü: $x_{KES} = P_{KES}$.

Bu faktorların öz baza qiymətlərinə nəzərən variasiya diapazonları 2030-cu ilə qədər minimum-maksimum tələbat variantları (3625-4860MVt) üzrə Enerjisistemə 1500MVt (30%) həcmdə BEM güclərinin daxil edilməsini nəzərdə tutan generasiya gücləri üzrə verilmiş göstəricilərə əsasən təyin edilmişdir:

$$P_{IES} = 2525 \div 3360 \text{ (MVt)};$$

$$P_{SES} = 500 \div 610 \text{ (MVt)};$$

$$P_{GES} = 360 \div 490 \text{ (MVt)};$$

$$P_{KES} = 240 \div 400 \text{ (MVt)}.$$

2030-ci ilə qədər 1 kVt/s elektrik enerjisi istehsalına olan şərti yanacağıın ($y_{\bar{y}}$) (məqsəd funksiyasının) nəzərdə tutulmuş faktorlardan (1) ifadəsinə analoji asılılığının qurulması üçün (2) tipli tam faktorlu eksperiment tərtib olunmuşdur.

Eksperimentlərin aparılması üçün 1kVt-s elektrik enerjisinin istehsalına sərf olunan şərti yanacağıın 2021-2030-cu illərə olan proqnoz göstəriciləri Cədvəl 1 -də göstərilmişdir.

Cədvəl 1.

1kVt-s elektrik enerjisinin istehsalına sərf olunan şərti yanacağıın 2021-2030-cu illərə olan proqnoz göstəriciləri, qr/kVt-s

İllər	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2028	2030
Üm.istehsal mlrd.kVt-s, p.c:	23,9	4,8	25,5	26,1	26,9	27,4	28,1	28,6	29,2	29,8
*Azərenerji**	23,7	4,6	25,1	23,4	24,0	20,0	20,7	21,3	21,8	19,9
Digər-BEM/özal	0,2/-	0,2/-	0,4 ¹ /-	0,7 ² /-2,7 ³	0,8/-2,8	0,8/-7,4 ⁴	0,8/-7,4	0,8/-7,4	0,8/-7,4	0,8/-9,9 ⁵
Şərti yanacaq	244,9	254,3	253,5	252,9	252,5	210,4	217,8	224,1	229,4	209,4

Qeyd: 1kVt-s elektrik enerjisinin istehsalına sərf olunan şərti yanacağıın 2021-2025-ci illərə olan proqnoz göstəriciləri Energetika Nazirliyinin hesabatından, 2026-2030-ci illərə olan proqnoz göstəricilər isə "Azərenerji" ASC-nin ümumi istehsaldakı payına əsasən ekstrapolyasiya metodu ilə təyin olunmuşdur.

$N = 2^4 = 16$ sayda eksperimentin cədvəl 2 -də verilmiş nəticələrinin statistik işlənməsi aşağıda şəkildə xətti modelin qurulmasına imkan vermişdir:

$$\bar{y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} x_i x_j + \dots + \sum_{i,j,k=1}^k b_{ijk} x_i x_j x_k, \quad (4)$$

Xətti regressiya əmsalları aşağıdakı kimi hesablanır:

$$b_i = \frac{N}{\sum_{i=1}^N x_{iu}} \frac{y_{iu}}{\sum_{i=1}^N x_{iu}^2} = \frac{N}{\sum_{i=1}^N x_{iu}} \frac{y_{iu}}{N} \quad (5)$$

burada x_{iu} - x_i faktorunun u -cu təcrübədəki qiyməti;

y_{iu} - məqsəd funksiyasının u -cu təcrübədəki qiyməti;

N - matrisadakı təcrübələrin ümumi sayı.

Regressiya tənliyindəki sərbəst həddin təyini üçün matrisada aşağıdakı işarələnmələr qəbul edilmişdir:

$$\bar{y} = Y_{\bar{y},y}; \quad x_i = P_{IES}; \quad x_j = P_{SES}; \quad x_k = P_{GES}; \quad x_m = P_{KES}.$$

Qəbul olunmuş işarələnmələrdən sonra (5) tənliyi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$Y_{\bar{y},y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i P_{IES} + \sum_{j=1}^k b_{ij} P_{IES} P_{SES} + \dots + \sum_{l=1}^k b_{ijklm} P_{IES} P_{SES} P_{GES} P_{KES} \quad (6)$$

(4) tənliyi $b_0, b_i, b_{ij}, \dots, b_{ijklm}$ əmsallarının hesabi qiymətləri nəzərə alınmaqla aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$Y_{\bar{y},y} = 226,95 + 4,55 P_{IES} - 3,51 P_{SES} - 3,66 P_{GES} - 5,15 P_{KES} + 3,03 P_{IES} P_{SES} + 2,54 P_{IES} P_{GES} + 2,18 P_{IES} P_{KES} - 1,91 P_{SES} P_{GES} - 3,6 P_{SES} P_{KES} - 1,87 P_{GES} P_{KES} - 0,93 P_{IES} P_{SES} P_{KES} - 5,36 P_{SES} P_{GES} P_{KES} + 0,64 P_{IES} P_{SES} P_{GES} P_{KES} \quad (7)$$

(7) reqrəsiya tənliyinin statistik işlənməsi nəticəsində Styudent kriteriyası üzrə əhəmiyyətsiz əmsalların nəzərdən atılmasından sonra (7) tənliyi aşağıdakı şəkildə alınır:

$$Y_{\bar{y},y} = 226,95 + 4,55 P_{IES} - 3,51 P_{SES} - 3,66 P_{GES} - 5,15 P_{KES} + 3,03 P_{IES} P_{SES} + 2,54 P_{IES} P_{GES} + 2,18 P_{IES} P_{KES} - 1,91 P_{SES} P_{GES} - 3,6 P_{SES} P_{KES} - 1,87 P_{GES} P_{KES} + 0,26 P_{IES} P_{SES} P_{GES} - 5,36 P_{SES} P_{GES} P_{KES} \quad (8)$$

Cədvəl 2.

Ekspirimentin nəticələrinin statistik işlənməsi

Təcrübənin nömrəsi №-si	Planlaşdırma matrisası					Ekspirimentərin nəticələri (\bar{y}), $Y_{\bar{y},y}$, qr/kVt.s
	X_0	X_1 P_{IES}	X_2 P_{SES}	X_3 P_{GES}	X_4 P_{KES}	
1	+	+	+	+	+	216,5
2	+	-	+	+	+	211,9
3	+	+	-	+	+	228,4
4	+	-	-	+	+	210,8
5	+	+	+	-	+	239,4
6	+	-	+	-	+	233,7
7	+	+	-	-	+	229,8
8	+	-	-	-	+	203,9
9	+	+	+	+	-	226,7
10	+	-	+	+	-	234,3
11	+	+	-	+	-	229,6
12	+	-	-	+	-	228,1
13	+	+	+	-	-	231,2
14	+	-	+	-	-	221,7
15	+	+	-	-	-	250,4
16	+	-	-	-	-	234,8

Alınmış (8) tənliyinin Fişer kriteriyasının köməyiylə yoxlanılması onun 0,95 əminlik ehtimalı ilə adekvat olduğunu göstərir.

(8) reqrəsiya tənliyi şəklində işlənmiş riyazi proqnoz modeli müxtəlif rejimlər üzrə (maksimum / minimum) ənənəvi və BEM istehsal güclərinin qiymətindən asılı olaraq 1kVt-s elektrik enerjisinin istehsalına sərf olunan şərti yanacaqın miqdarının hesablanmasına və iqtisadi baxımdan daha qənaətcil rejim üçün istehsal güclərinin optimal paylanmasının əldə olunmasına imkan verir.

NƏTİCƏ

1. Azərbaycan Respublikası BEM-lər üzrə kifayət qədər yüksək potensiala malikdir. İlk hesablamalara görə ölkəmizin iqtisadi cəhətdən əlverişli və eyni zamanda texniki baxımdan istifadəsi mümkün olan BEM-lərin ümumi potensialı 26 940 MVt, o cümlədən, külək enerjisi üzrə 3 000 MVt, günəş

enerjisi üzrə 23 040 MVt, bioenerji üzrə 380 MVt, dağ çayları üzrə 520 MVt həcmində qiymətləndirilir.

2. Ölkədə həyata keçirilən enerji təhlükəsizliyi siyasətinin təməl hədəfləri sırasında BEM-lərdən istifadə səviyyəsinin yüksəldilməsi və bu sahədə beynəlxalq əməkdaşlığın genişləndirilməsi mühüm yer tutur.

3. Respublikada BEM-lərin tətbiqi üzrə regional yol xəritələri müəyyən olunmuş, enerji istehsalının artırılması istiqamətində perspektiv hədəf olaraq külək və günəş elektrik stansiyalarının tikintisi nəzərdə tutulmuş, iri həcmli layihələrin tətbiqi ilə əlaqədar hazırlıq işlərinə başlanılmış və işlər uğurla davam etdirilir.

4. BEM-lər üzrə kifayət qədər yüksək potensiala malik olan Azərbaycan Respublikasında ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılması məqsədilə, 2030-cu ilə qədər ölkənin ümumi enerji balansında bərpa olunan enerji üzrə qoyuluş gücünün 30%-ə çatdırılması və ilkin olaraq 240 MVt gücündə "Pirəküşkül-Xızı" KES-in və 230 MVt gücündə "Ələt" GES-in tikilərək

istismara verilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Bu mənbələrin 2022-2024-cü illər ərzində Azərbaycan Enerjisisteminə daxil edilməsi illik 1,5 mlrd. kVt-s elektrik enerjisi istehsal olunaraq, müxtəlif ssenariyalar üzrə elektrik enerjisinin buraxılışına olan şərti yanacağıın xüsusi sərfi 331-264 q/kVt-s, təşkil etməklə 435-346mln.m³ həcmində təbii qaza qənaət etməyə imkan verəcək və beləliklə də bir tərəfdən Respublikanın ekoloji durumunun yaxşılaşmasına, digər tərəfdən isə təbii qazın digər ölkələrə ixrac həcmnin artırılmasına şərait yaradacaqdır.

5. BEM-lərin Azərbaycan Enerjisisteminə inteqrasiyası ilə əlaqədar səmərəliliyin qiymətləndirilməsi məqsədi ilə stoxastik və sistemli yanaşma nəzəriyyəsi əsasında eksperimentlərin faktorlu planlaşdırıl-

ması (EFP) metodunun tətbiqi ilə Respublika üzrə 2030-cu ilə qədər olan dövr üçün 1 kVt-s elektrik enerjisi istehsalına sərf olunan şərti yanacağıın BEM-lərin enerjisistemə inteqrasiya səviyyəsindən asılı olaraq optimal qiymətinin təyin olunması üçün yeni riyazi model işlənmişdir. Bu model BEM-lərin Azərbaycan Enerjisisteminə inteqrasiya prosesində ənənəvi enerji istehsal mənbələri ilə paralel işləməsi zamanı səmərəlilik baxımından daha optimal güc nisbətinin təyininə və 2030-cu ilə qədər olan dövr ərzində Respublika üzrə 1 kVt-saat elektrik enerjisi istehsalına sərf olunan şərti yanacağıın optimal qiymətinin öncədən müəyyən olunmasına imkan verəcəkdir.

-
- [1] *S.Ə. Əfəndiyev, M.H. Həmidov, R.S. İsmayilov.* Azərbaycanda BEM-lərin tətbiqinin mövcud vəziyyəti və perspektiv inkişaf prioritetləri. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. Cild 12, buraxılış 01. 2022, səh.72-81. <https://scia.website/index.php/pahtei/>
- [2] *M.Г. Гамидов, С.Э. Эфендиев, Р.С. Исмаилов.* Проблемы интеграции переменных ВИЭ в энергосистему Азербайджана. Научно-образовательский журнал для студентов и преподавателей “Stud Net”. (РИНЦ- №3050 от 17 апреля 2022), М.:Изд-во «Электронная наука», №4, 2022, 7 стр. <https://stud.net.ru>.
- [3] *В.И. Велькин.* Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах. –Екатеринбург: УрФУ. 2015, с.216.
- [4] *В.И. Ширяев.* Модели финансовых рынков: Оптимальные портфели управление финансами и рисками: учебное пособие. В. И. Ширяев. 2-е изд. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 216 с.
- [5] *В.В. Налимов, Чернова Н.А.* Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука., 1965–340 с.
- [6] *В.Б. Тихомиров.* Планирование и анализ эксперимента. М.Легкая индустрия.1974, 63с.

Н. Рахманов, С.А. Эфендиев, Р.С. Исмаилов

УСЛОВНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА 1 КВТ/Ч ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ СТОХАСТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЕМ

Азербайджанская Республика входит в число стран с достаточно высоким потенциалом возобновляемых источников энергии (ВИЭ). По предварительным оценкам, суммарный потенциал экономически целесообразных и технически пригодных БЭМ страны составляет 26 940 МВт, в том числе 3 000 МВт энергии ветра, 23 040 МВт энергии солнца, 380 МВт энергии биоэнергии и 520 МВт энергии горных рек.