

GAÝTADAN DIKELDILÝÄN ENERGIÝA ÇEŞMELERINIŇ INTERNET-PORTALY*

Kakageldi Saryýew,

Türkmenistanyň Döwlet energetika institutynyň «Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri» ylmy-önümçilik merkeziniň direktory, tehniki ylmylaryň kandidaty

Nurmuhammet Allanazarow,

Türkmenistanyň Döwlet energetika institutynyň «Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri» ylmy-önümçilik merkeziniň inženeri

Atageldi Kakabaýew,

Mary weliyat maliýe-ykdysady orta hünär okuw mekdebiniň direktory

Gysgaça beýan

Makalada sebitler boýunça Gün we ýel energiýasynyň potensialyny kesgitlemegiň ugurlary seljerilýär. Türkmenistanyň şertlerinde fotoelektrik Gün we ýel elektrik beketleriniň taslanlymagy we netijeli ulanylmagy üçin iň amatly tebigy potensial mümkinçiligi bolan ýerleri saýlap almagyň wajyplygy düşündirilýär. Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri baradaky maglumatlary ýokary takyklyk bilen işlemegiň ähmiýeti belenilip, ylmy-önümçilik merkezinde işlenilip düzülen sanly ulgamy ulanmak teklip edilýär.

Esasy sözler: gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri, sanly ulgam, fotoelektrik gün beketleri, Gün energiýasynyň kadastry, ýel energetiki kadastry, Gün energiýasy, ýel energiýasy, energiýa.

Giriş

Ýurdumyzda «Berkarar döwletiň täze eýýamynyň Galkynyşy: Türkmenistany 2022–2052-nji ýyllarda durmuş-ykdysady taýdan ösdürmegiň Milli maksatnamasyna» laýyklykda, elektrik energetikasy senagatynyň kuwwatyny artdyrmak, onuň maddy-enjamlaýyn binýadyny pugtalandyrmak we ulgamyň ähli düzümlerini tapgyrlyýyn döwrebaplaşdyrmak boýunça toplumlaýyn işler zygiderli durmuşa geçirilýär (G. Berdimuhamedow, 2022).

Şunuň bilen baglylykda ýurdumyzyň ykdysadyýetiniň pudaklarynyň ösüşini sanly tehnologiýalar arkaly tizleşdirmek we ilata edilýän hyzmatlaryň hilini ýokarlandyrmak boýunça işler dowam edilýär. Sanly hyzmatlar ulgamyny kämilleşdirmek maksady bilen ykdysadyýetiň pudaklarynda:

– ylym ulgamynda innowasiýa tehnikalaryny, tehnologiýalary, öňdebaryjy usullary we tejribeleri önümçilige hödürlemek;

– elektrik energetikasy pudagynda energiýa serişdeleriniň peýdalanylyşy baradaky maglumatlary uzak aralykdan ýygnamak, jemlemek we özara alyşmakda ýurdumyz boýunça merkezleşdirilen hasabat merkeziniň döredilmegini hem-de sanly binýadyň kämilleşdirilmegini dowam etmek wezipeleriniň amala aşyrylmagy meýilleşdirilýär.

Sanly tehnologiýalaryň giňden ornaşmagy bilen elektroenergetiki ulgamdaky ýüze çykýan energiýa ýitgilere seljermek mümkinçiligi bolar, şeýle hem elektrik energiýasynyň sarp edilişine

* Allanazarow N.A. e-mail: nurmuhammetallanazarow@gmail.com

gözegçiligi berkitmek maksady bilen, köçelerde energiýa tygşytlajy we daş aralykdan dolandyrylýan ýşyklandyryjylaryň ornaşdyrylmagy meýilleşdirilýär.

Değişlilikde, Türkmenistanyň Prezidentiniň 2022-nji ýylyň 8-nji iýulyndaky çykaran 179-njy Karary bilen «Türkmenistanyň Prezidentiniň ýurdumyzy 2022–2028-nji ýyllarda durmuş-ykdysady taýdan ösdürmegiň Maksatnamasy» tassyklanyldy. Maksatnamanyň değişli bendinde: «Ekologiýa abadançylygyny üpjün etmek we «ýaşyl ykdysadyýeti» ösdürmek» maksady bilen:

- ýurdumyzyň tebigatyny we biologik köpdürlüligini gorap saklamakdan;
- energiýanyň gaýtadan dikeldilýän görnüşlerini öndürmegi we ulanmagy, energiýa tygşytlajy materiallaryň we tehnologiýalaryň peýdalanylmagyny ýola goýmakdan;
- daşky gurşawy hapalaýan maddalaryň zyňyndylaryny azaltmakdan;
- Gün we ýel elektrik stansiýasyny gurnakdanybarat bolup durýar (Türkmenistanyň Prezidentiniň ýurdumyzy 2022–2028-nji ýyllarda durmuş-ykdysady taýdan ösdürmegiň Maksatnamasy, 2022).

Ylmyň we tehnikanyň öndebaryjy tehnologiýalaryny önümçilige ornaşdyrmak we ondan işjeň peýdalanmak, galyndysyz önümçiligi ýola goýmak bilen bagly ýüze çykýan tehniki meseleleriň netijeli çözümeği ulgamyň bökdençsiz işlemeginiň kepidir. Şu jähetden ugur alynsa, onda ýurdumyzda gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmelerini, ýagny Gün we ýel energiýasyny bahalandyrmagyň internet portalyny döretmek bilen bagly ýüze çykýan meseläniň çözümeği wajyp wezipe bolmagynda galýar.

Ylmy-barlagyň usulyýeti. Dürli kuwwatlykdaky sarp edijileri elektrik energiýasy bilen üpjün etmekde şol bir wagtyň özünde gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleriniň birnäçe görnüşini bir wagtda peýdalanmak, ýagny utgaşykly tehnologiýalardan peýdalanmak maksadalaýyk hasap edilýär (K. Saryýew, J. Batmanow, G. Gurbanowa, 2022). Utgaşykly Gün we ýel energetiki gurnawlarynyň ygtybarly hem-de netijeli işlemegi birnäçe alamatlardan baglydygy bilen tapawutlanýar. Şunuň bilen baglylykda utgaşykly tehnologiýalaryň gurnaljak ýeriniň geografik ýerleşişini, ýylyň dowamynda gün gurnawlarynyň gorizont tekizlige görä amatly burça gýşardylan üste düşýän Gün radiasiýasynyň depgininiň bahalaryny, gün energetiki gurnawlarynyň değişli ýer üçin amatly gýşarma burçlaryny, daşky howanyň temperaturasyny, ýel akymynyň tizligini we dowamlylygyny, ýeliň öwüsýän ugurlaryny hem-de gaýtalanmagyny, ýeliň ýylyň dowamyndaky udel kuwwatynyň ortaça bahalaryny öz içine alýar. Bu bellenilenleriň esasynda fotoelektrik Gün we ýel energetiki gurnawlarynyň ýylyň dowamynda elektrik energiýasynyň öndürilijiligi kesgitlemek, onuň gurulmagy meýilleşdirilýän ýerlerini takyk kesgitlemek, şeýle hem beke diň energetiki parametrlerine howa şertleriniň täsirini öwrenmek wajyp mesele hasap edilýär. Onuň sebäbi hem dürli kuwwatlykdaky fotoelektrik Gün we ýel energetiki gurnawlarynyň ýylyň dowamyndaky öndürilijiligi taslamanyň tehniki-ykdysady görkezijilerine bagly bolup durýar. Bu bolsa taslamanyň amala aşyrylmagy göz önünde tutulýan sebitler boýunça Gün we ýel energetiki kadastryňy işläp taýýarlamagyň sanly ulgamyny işläp düzmegiň zerurlygyny ýüze çykarýar.

Ylmy işde hemra maglumatlar toplumynda jemlenen Gün radiasiýasynyň bahalary gorizont tekiz üste düşýän bahalar bolup, bu ululyklary kesgitlenen nokatda gün bataryleri gorizont tekizlige görä käbir β burça gýşardylýp ýerleşdirilen ýagdaýynda ortaça bir aýyň dowamynda bir güneşli gün ýapgyt üste düşýän Günüň energiýasynyň jemleýji möçberini aşakdaky formula boýunça kesgitlep bolýar (W. I. Wissarionow, G. W. Derýugina, W. Kuznesowa, N. K. Malinin, 2008):

$$E_H = R \cdot E. \quad (1)$$

Bu ýerde: E – ortaça bir aýyň bir günündäki gorizont üste düşýän Günüň energiýasynyň jemleýji mukdary; R – gorizonta görä belli bir burça gýşardylan üste we gorizont üste ortaça bir aýyň bir günündäki düşýän Günüň radiasiýalarynyň gatnaşygy.

Gorizontalk tekizlikden günorta gönükdirilen gysardylan tekizlige geçmegiň hasaplaýyş koeffisiýenti aşakda görkezilen üç düzümiň, ýagny Günüň göni, ýaýradylan we serpigen şöhlenenmesiniň jemine deňdir (W.I. Wissarionow, G.W. Derýugina, W. Kuznesowa, N. K. Malinin, 2008):

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (2)$$

Bu ýerde: E_p – ortaça bir aýyň bir günündäki dowamynda gorizontalk üste düşýän ýaýradylan Günüň şöhlenenmesiniň mukdary; E_p/E – ortaça bir aýyň bir günündäki dowamynda gorizontalk üste düşýän ýaýradylan Günüň şöhlenenmesiniň bölegi; R_n – ortaça bir aýda gorizontalk tekizlikden günorta gönükdirilen gysardylan tekizlige geçmegiň hasaplaýyş koeffisiýenti; β – gün bataryýiniň üstüniň gorizontalk görä gysardylan burçy; ρ – ýeriň üstüniň we daş-döwerekdäki jisimleriň serpike koeffisiýenti (albedo), adaty şertlerde gys günleri üçin 0,7-ä we tomus günleri bolsa 0,2-ä deň hasap edilýär.

Ortaça bir aýda Günüň göni şöhlenenmesini hasaplamakda gorizontalk tekizlikden günorta gönükdirilen gysardylan tekizlige geçmegiň hasaplaýyş koeffisiýenti aşakda görkezilen formula boýunça kesgitlenilýär (W.I. Wissarionow, G. W. Derýugina, W. Kuznesowa, N. K. Malinin, 2008):

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_s \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_0 + \frac{\pi}{180} \cdot \omega_0 \cdot \sin \varphi \cdot \sin \delta} \quad (3)$$

Bu ýerde: φ – ýerleşýän ýeriň geografik giňligi (gradusda); β – gün bataryýeleriniň gorizontalk tekizlige görä gysarma burçy (gradusda); δ – Günüň gysarma burçy, ýagny Ýeriň we Günüň merkezini birikdirýän göni çyzyk bilen şu göniň ekwatoryň tekizligine bolan proyeksiýasynyň arasyndaky burç, gradusda (ekwator tekizligine görä Günüň dik depede ýerleşýän burçy):

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(360 \cdot \frac{284 + n}{365}\right) \quad (4)$$

Bu ýerde: n – ýyldaky günleriň tertip san belgisi, sanaw 1-nji ýanwardan başlanýar (ýylyň her aýy üçin ortaça hasaplama geçirilýän günüň san belgisi). Günüň gysarma burçunyň δ bahalaryny 1-nji tablisadan peýdalanyp takykklamak bolar bolýar.

1-nji tablisa

Günüň gysarma burçy

Aýlar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
n	17	47	75	105	135	162	198	228	258	288	318	344
δ, grad	-20,9	-13	-2,4	9,4	18,8	23,1	21,2	13,5	2,2	-9,6	-18,9	-23

$$\omega_0 = \arccos(-tg\varphi \cdot tg\delta), \quad (5)$$

$$\omega_s = \arccos[-tg(\varphi - \beta) \cdot tg\delta] \quad (6)$$

ω_0 – gorizontalk üst üçin Günüň batýan (dogýan) sagat burçy (W. I. Wissarionow, G. W. Derýugina, W. Kuznesowa, N. K. Malinin, 2008).

ω_s – günorta ugrukdyrylan gysardylan üst üçin Günüň batýan sagat burçy (W. I. Wissarionow, G. W. Derýugina, W. Kuznesowa, N. K. Malinin, 2008).

Sebit boýunça ýel akymynyň udel kuwwatynyň we udel energiýasynyň bahalary (W. W. Zubarew, W. A. Minin, I. R. Stepanow, 1989), ýagny v tizlik bilen F kese kesikden akýan ýel akymynyň P kuwwaty indiki belli aňlatma arkaly kesgitlenilýär:

$$P = \rho F \frac{v^2}{2}. \quad (7)$$

Bu ýerde: ρ – howanyň dyklyzlygy (kg/m^3).

Kese kesigiň meýdanynyň birligine düşýän ýeliň udel kuwwaty aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär (W. W. Zubarew, W. A. Minin, I. R. Stepanow, 1989):

$$P_{ud} = \frac{1}{2} \rho v^3. \quad (8)$$

Ýeliň orta ýyllyk udel energiýasy (W_{ud}) – 1 m^2 kese kesik arkaly geçýän ýeliň energiýasy ýeliň tizlikleriniň gaýtalanyşyna baglydyr, ýagny şol bir ýa-da başga v_i tizlik arkaly öwürmeginiň ýyllyk t_i wagtynyň haýsy üleşüne baglylygy we aşakdaky aňlatma arkaly kesgitlenilýär (W. W. Zubarew, W. A. Minin, I. R. Stepanow, 1989):

$$W_{ud} = \sum_{i=1}^z P_{ud_i} t_i = \frac{1}{2} \rho T \sum_{i=1}^z t_i v_i^3. \quad (9)$$

Bu ýerde $T=8760$ – ýylyň dowamyndaky iş sagady; z – ýeliň tizliginiň zygyderligi (gradasiýasy).

Değişli ugur boýunça ýüze çykýan meseleleri çözmäge gönükdirilen tehnologiýalardan peýdalanmak boýunça ylmy-barlag işleri ýerine ýetirilendir (O. Nurgeldiýew, D. Pirnyýazow, 2014), emma şeýle-de bolsa, değişli sebitler boýunça Gün we ýel energetiki kadastry işlenilip taýýarlanylanda diňe bir ýerli gidrometeorologiýa gullugynda ýyllar boýunça toplanan maglumatlar bilen çäklenilmän, hemra maglumatlar gorundaky maglumatlara seljerme berilmegi we deňeşdirilmegi hasaba alynmandyr. Häzirki wagtda Türkmenistanyň çäklerinde ýerleşýän etraplarda gurnalan we iň amatly burça gyşardylan gün paneliniň üstüne düşýän jemleýji (wal) Gün energiýasynyň orta bahasyny sanly ulgamyň kömegi arkaly kesgitlemek boýunça ylmy-barlag işleri amala aşyrylandyr (B. K. Geldiýew, A. Ý. Jumaýew, B. A. Hançaýew, 2022). Şol sebäpli ýurdumyzyň sebitleri boýunça jemleýji Gün radiasiýasyny we ýeliň ortaça tizliklerini hasaplamak üçin NASA hemra maglumatlar gorundan peýdalanmak, seljerme geçirmek, sanly ulgamyň mümkinçiligini kämilleşdirmek gerekdir. Şunuň bilen baglylykda sebitler boýunça Gün we ýel energetiki kadastry işläp taýýarlamakda giň görwürmlü dürli maglumat çeşmeleriniň zygyderliligi üpjün edilmeli. Dürli maglumat çeşmelerinden peýdalanylanda tehniki serişdeleriň bökdençsiz we takyk işlemegi hökmany şertleriň biridir. Onuň sebäbi hem käbir tötänleýin ýüze çykýan tehniki ýalňyşlyklaryň hasaba alynmaýandygy bilen düşündirilýär. Netijede, taslama işleriniň amala aşyrylmagynda geçirilýän hasaplamaň takyk bolmadyk bahalarynyň alynmagyna, taslama möhletiniň uzalmagyna we energetiki gurnawlaryň düzüm bölekleriniň nädogry saýlanylýp alynmagyna getirýär. Bu bolsa taslamanyň tehniki-ykdysady görkezijileriniň bahalaryna gönüden-göni täsirini ýetirýär. Şunuň esasynda hem Gün we ýel energetika kadastryň sebitler boýunça takyk işlenilip düzülmeği, gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri esasyndaky energetiki gurnawlaryň tehniki häsiýetnamalaryna dogry baha berilmegi gurnawlaryň ygtybarly iş mümkinçiligini kesgitlemekde düýpli meseleleri çözmek geljegi bar bolan esasy wezipeleriň biridir. Öňde durýan wezipeleriň netijeli çözülmegi üçin Gün we ýel energiýa çeşmelerini bahalandyrmakda sanly ulgam, ýagny tor arkaly çalt hem-de ygtybarly ulgamy üpjün etmek ylmy işiň esasy maksady bolup durýar. Ylmy işde Türkmenistanyň Döwlet energetika institutynyň «Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri» ylmy-önümçilik merkezinde «Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleriniň internet portaly» atly işlenilip taýýarlanylýan portalyň taslama işlerini ýerine ýetirmekde amaly taýdan ulanyş mümkinçilikleri geçirilen hasaplamalar bilen derňelýär.

Garasysz Diýarymyzyň ykdysady pudaklarynda Durnukly Ösüşi üpjün etmekde, ýangyç-energetika serişdelerini diwersifikasiýalaşdyrmagyň we energetikany uzakmöhletleýin durnukly ösdürmegiň ugurlarynyň biri-de ýurduň gaýtadan dikeldilýän energetikasyny ösdürmektir. Merkezi elektrik üpjünçilik ulgamyndan uzakda ýerleşen sebitleri elýeterli we arassa energiýa bilen üpjün

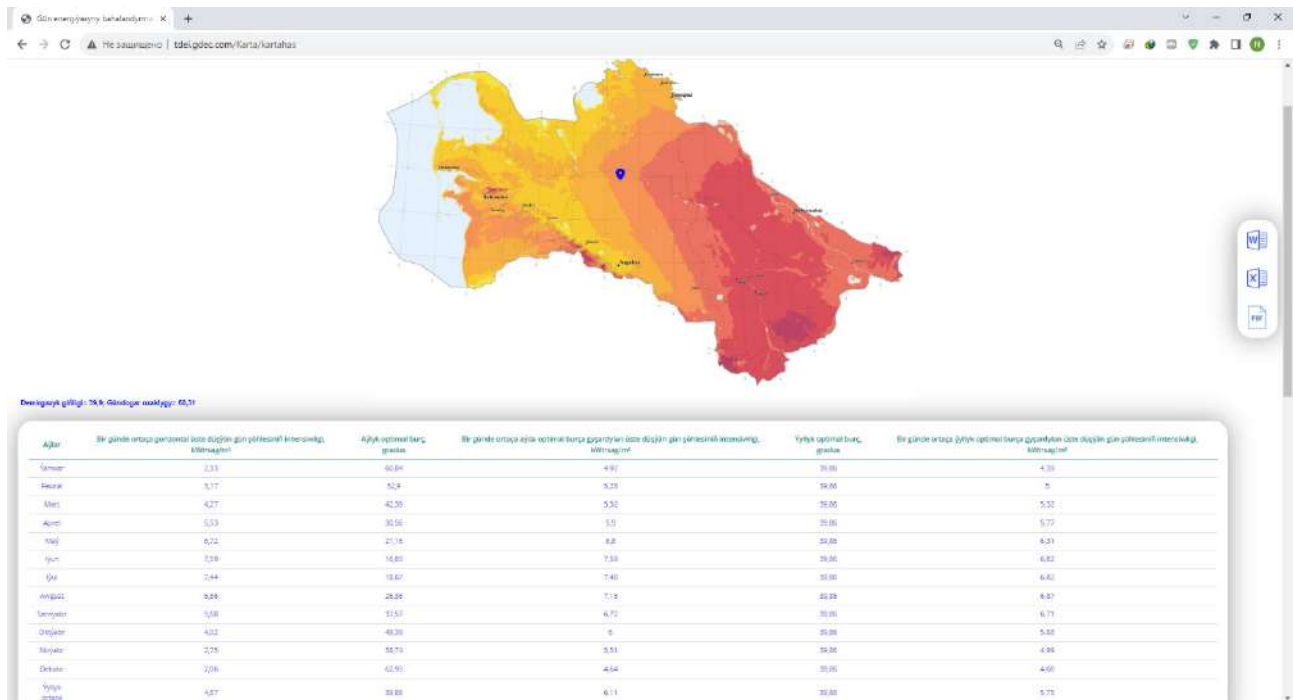
etmek, ilatyň hal-ýagdaýyny gowulandyrmak we senagaty ösdürmek, şeýle-de Durnukly Ösüşiň we Klimatyň üýtgemegi baradaky Pariž ylalaşygynyň maksatlaryna ýetmekde, Türkmenistanyň Prezidentiniň Karary bilen «Türkmenistanda 2030-njy ýyla çenli gaýtadan dikeldilýän energetikany ösdürmek boýunça Milli strategiýa» kabul edildi. Milli strategiýanyň meýilnamasynda «Senagat gün we ýel elektrik beketlerini ýerleşdirmäge mümkinçiligiň bolan ýerleri we meýdançalary baradaky teklipleri öwrenmek hem-de taýýarlamak», «Gün ýel gurlarynyň potensialyny kesgitlemek boýunça bitewi maglumatlar merkezini döretmek», «Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleriniň internet portalyny döretmek» wezipesi goýulýar (Türkmenistanda 2030-njy ýyla çenli gaýtadan dikeldilýän energetikany ösdürmek boýunça Milli strategiýa, 2020). Arkadagly Serdarymyzyň Karary bilen ýurdumyzyň ykdysady kuwwatyny has-da artdyrmaga, halkymyzyň ýaşaýyş derejesiniň ýokarlanmagyna gönükdirilen «Türkmenistanyň Prezidentiniň ýurdumyzy 2022–2028-nji ýyllarda durmuş-ykdysady taýdan ösdürmegiň Maksatnamasy» boýunça «2022–2028-nji ýyllar aralygynda Gün, ýel we wodorod energiýalaryny peýdalanmaga gönükdirilen ekologiýa taýdan arassa ýokary tehnologiýalary işläp düzmek we önümçilige ornaşdyrmak üçin teklipleri taýýarlamak» meýilleşdirilýär (Türkmenistanyň Prezidentiniň ýurdumyzy 2022–2028-nji ýyllarda ösdürmegiň durmuş-ykdysady taýdan ösdürmegiň Maksatnamasy, 2022).

Önde durýan meseläniň wajyplygyndan ugur alnyp, Gün we ýel energiýa çeşmelerini bahalandyrmakda sanly ulgamyň bitewi maglumatlar merkeziniň binýady döredildi. Merkeziň binýadynda ýurdumyzyň sebitleri boýunça fotoelektrik gün we ýel elektrik beketleriniň gurnaljak ýerini takyk kesgitlemekde, sebitdäki Gün we ýel energiýa gurlaryna baha bermekde sanly ulgamdan peýdalanylmagy bilen ulgamyň ygtybarlylygyny ýokarlandyrmagyň kämilleşdirilen usuly işlenilip düzüldi. İşlenilip düzülen bitewi maglumatlar merkeziniň işjeň peýdalanylmagy esasynda taslamanyň göz önünde tutulýan nokadynda Gün we ýel energiýa çeşmeleriniň potensialyna baha berildi, fotoelektrik Gün we ýel elektrik beketleriniň parametrleri we iş mümkinçilikleri kesgitlenildi, şeýle hem ýurdumyzyň islendik sebitiniň Gün we ýel energiýa mümkinçilikleri sanly ulgam arkaly bahalandyryldy. Geçirilen seljermeler boýunça çözümler tiz wagtda ýokary takyklyk bilen alnyp, Gün we ýel energiýa gurlarynyň ykdysady netijeliligi kesgitlenildi. Degişlilikde, gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri esasyndaky energiýa gurnawlarynyň düzüm bölekleriniň dogry saýlanylyp, utgaşykly peýdalanmagyň netijesinde ýylyň dowamynda möwsümler boýunça howanyň üýtgäp durýan şertlerinde hem sarp edijileri arassa elektrik energiýasy bilen bökdençsiz üpjün etmekde oňyn çözümleri kabul etmäge esas bolup durýar, şeýle hem ýerine ýetirilýän hasaplamalary «pdf», «doc» «xls» görnüşdäki giňeltmeli faýllara geçirmek we çap etmek mümkinçiliklerini doly öz içine alýar.

Ylmy-önümçilik merkezinde işlenilip taýýarlanylýan internet portaly indiki bölümlerden, ýagny baş sahypa; merkez barada taslamalar we hyzmatdaşlyklar; programmalar; habarlaşmak bölümlerinden ybaratdyr. Internet portalynyň baş sahypasynda ýurdumyzda gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleriniň potensialyny özünde jemleýän giň görümlü maglumatlar ýerleşdirilen. «Merkez barada» bölümi Türkmenistanyň Döwlet energetika institutynda hereket edýän «Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri» ylmy-önümçilik merkezinde alnyp barylýan ylmy-barlag işleri, gazanylan netijeleri we üstünlikleri hasaba alýan maglumatlardan ybaratdyr. «Taslamalar we hyzmatdaşlyklar» bölümünde ýurdumyzda gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri boýunça alnyp barylýan işler hem-de taslamalar, şeýle hem bu ugurda halkara hyzmatdaşlyk boýunça maksatnamalaýyn işleriň ýerine ýetirilişine seljerme berilýär.

«Programmalar» bölümi hem özünde birnäçe bölümçeleri jemläp, bulara: fotoelektrik gün bekedini taslamagyň sanly ulgamy; Gün energiýasyny bahalandyrmagyň sanly ulgamy; ýel elektrik beketlerini taslamagyň sanly ulgamy; ýel energetiki kadastryňy işläp taýýarlamagyň sanly ulgamy; maglumatlar binýady degişlidir.

«Fotoelektrik gün bekedini taslamagyň sanly ulgamy» bölümçesinde saýlanan sebit boýunça gorizontalk tekizlige görä gün paneliniň aýlyk we ýyllyk gyşardylyma burçlaryny hem-de şol burçlarda saýlanylýp alnan gün paneliniň aýlar boýunça bir gündäki, bir aýdaky we jemi bir ýylyň dowamynda öndürüp biljek elektrik energiýasyny, Gün radiasiýasynyň hem-de gün panelleriniň öndüriljekleriniň deňeşdirme grafıklarini kesgitlemäge mümkinçilik berýär, şeýle hem saýlanylýp alnan sebitde gorizontalk tekizlige görä islendik ýapgytlyk burç esasynda gün paneliniň öndüriljiligi kesgitlenilýär. «Gün energiýasyny bahalandyrmagyň sanly ulgamy» bölümçesinde ýurdumyzyň kartasynyň islendik nokady basylanda, programma üpjünçiligi degişli nokadyň demirgazyk giňligini, gündogar uzaklygyny, şol giňlikde aýlar boýunça bir inedördül gorizontalk üste düşýän gün şöhlesiniň depginini, aýlar boýunça hem-de ýyllyk berkitme ýagdaýy üçin gün gurnawlarynyň gorizontalk tekizlige görä amatly ýapgytlyk burçuny we şol burçlara gün gurnawlary gyşardylyp goýlan ýagdaýynda bir inedördül üste düşýän gün şöhlesiniň depginini awtomatiki usulda kesgitleýär (1-nji surat). «Ýel elektrik stansiýasyny taslamagyň sanly ulgamy» bölümünde ýel elektrik beketlerini taslamak bilen bagly taslama işlerini ýeňil we ygtybarly usulda amala aşyrmak sebitdäki ýel energiýa gurlaryny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Bu bölümçe hem özünde birnäçe bölümleri jemläp, olar hasaplama; sebitler; beýikliklerde tizlikler; ýeliň ugry bölümlerinden ybaratdyr.



1-nji surat. Sebitler boýunça Gün energiýasyny bahalandyrmak

«Hasaplama» bölümünde saýlanan sebit boýunça ýel elektrik bekediniň bir sagatdaky, bir günün dowamyndaky, bir aýdaky öndürüp biljek elektrik energiýasy kesgitlenilip, elektrik energiýasynyň öndüriljiligiň deňeşdirme grafığı işlenilip düzülýär, şeýle hem bu bölümde maglumatlar binýadynda bar bolan sebitler üçin ýel elektrik bekediniň ýyllaryň dowamyndaky elektrik energiýasynyň öndüriljiligine sagatlar boýunça seljerme berilýär. «Sebitler» bölümünde maglumatlar binýadyna girizilen sebitleriň ýel energiýa gurlaryna baha berlip, ýel elektrik bekedini gurmaga amatly ýerlere seljerme berilýär we iň oňyn sebitler saýlanylýar. «Beýikliklerde tizlikler» bölümünde ýelleriň tizlikleri dürli beýikliklerde dürli görkezijilere eýedigine görä bahalandyrylýar. Bu bölümde maglumatlar binýadyna girizilen sebitler boýunça ýelleriň tizliklerini dürli beýiklerde (10 metrden 100 metr aralykda) kesgitlenilýär. «Ýeliň ugry» bölümünde ýel kadastryň möhüm görkezijileriniň biri hem

ýelleriň öwüsýän ugurlarydygy hasaba alnyp, maglumatlar binýadyna girizilen sebitler boýunça ýelleriň öwüsýän ugurlary kesgitlenilýär.

«Ýel energetiki kadastryny işläp taýýarlamagyň sanly ulgamy» bölümçesinde ýel energetiki kadastryny hasaplamakda sanly ulgam kämilleşdirilip, alynýan netijäniň ýokary takyklygy üpjün edilýär. Bu bölümçe degişli hasaplamalary amala aşyrmaga mümkinçilik berýän ýeliň ortaça ýyllyk tizligi, ýyllyk we gündelik ýeliň üýtgemegi, ýel tizliginiň gaýtalanmagy, ýel ugurlarynyň gaýtalanmagy, ýeliň iň uly tizligi, udel kuwwaty we udel energiýasy, sebitiň ýel energetiki gorlary ýaly giň maglumatlary özünde jemleýän ululyklardan peýdalanylýar.

«Ýeliň ortaça tizligi» bölümünde saýlanan sebit boýunça dürli beýiklikdäki ýeliň aýlar we ýyllar boýunça ortaça tizlikleri kesgitlenilip, deňeşdirme grafiker işlenilip düzülýär. Ýeliň köpylyk orta tizlikleri onuň uzak wagtyň dowamyndaky ýagdaýyny häsiýetlendirýär. Degişli wagtyň içinde ýeliň depgininiň giň çäklerde üýtgeýändigini, ýagny ýylyň dowamynda gündelik üýtgeýän wagtyny hasaba alýar. Ýel energetiki kadastryny işläp taýýarlamakda şeýle üýtgemelere **ýeliň ýyllyk we gündelik üýtgemeleri** diýilýär. «Gündelik ýeliň üýtgemegi» bölümünde sebitde degişli senede, saýlanyp alnan beýiklikde ýeliň tizliginiň gündelik üýtgeýşine seljerme berilýär.

Ýeliň tizlikleriniň gaýtalanşy kadastr häsiýetnamalarynyň iň bir jogapkärli çemeleşilmeli wezipeleriniň biri hasaplanylýar. Ol seredilýän döwürde şol bir tizlikli ýelleriň haýsy wagtda öwsendigini görkezýär. Bu häsiýetnamanyň kömegi bilen ýeliň energetiki potensialy ýüze çykarylýar we ýeliň energiýasyndan peýdalanmagyň netijeliligi kesgitlenilýär. Ýeliň tizlikleriniň gaýtalanşy kadasyny kesgitlemek boýunça mesele çylşyrymly bolup durýar, sebäbi ol köpylyk gözegçilikleri işläp bejermegiň zerurlygy bilen berk baglanyşyklydyr. Şunlukda, «Ýeliň tizliginiň gaýtalanmagy» bölümünde saýlanylýp alnan sebitde islendik beýiklikdäki ýelleriň tizlikleriniň gaýtalanşy kesgitlenilýär.

Ýel energetiki kadastrynyň nobatdaky möhüm görkezijileriniň biri hem ýel ugurlarynyň gaýtalanmagydyr. Ýeliň ugurlarynyň gaýtalanşy wagtyň haýsy böleginde ýelleriň şol ýa-da başga ugra öwüsýändigini görkezýär. «Ýel ugurlarynyň gaýtalanmagy» bölümünde hem saýlanylýan sebitde ýeliň ugrunyň haýsy tarapdan näçe göterim öwsendigi kesgitlenilýär (2-nji surat). Ýeliň iň uly bahasyndaky tizlikler baradaky maglumatlar ýel energetiki kadastrynyň esasy düzüji bölegidir. Olar ýel energetiki gurnawynyň aýratyn bölekleriniň we elementleriniň (binanyň, pilçeleriň, ýel tigriniň ýele görä sazlama guruluşynyň we beýlekileriň) berkligine hasabyny ýerine ýetirmek üçin zerurdyr.



2-nji surat. Balkanabat şäheri boýunça ýel ugurlarynyň gaýtalanmasynyň kesgitlenilişi

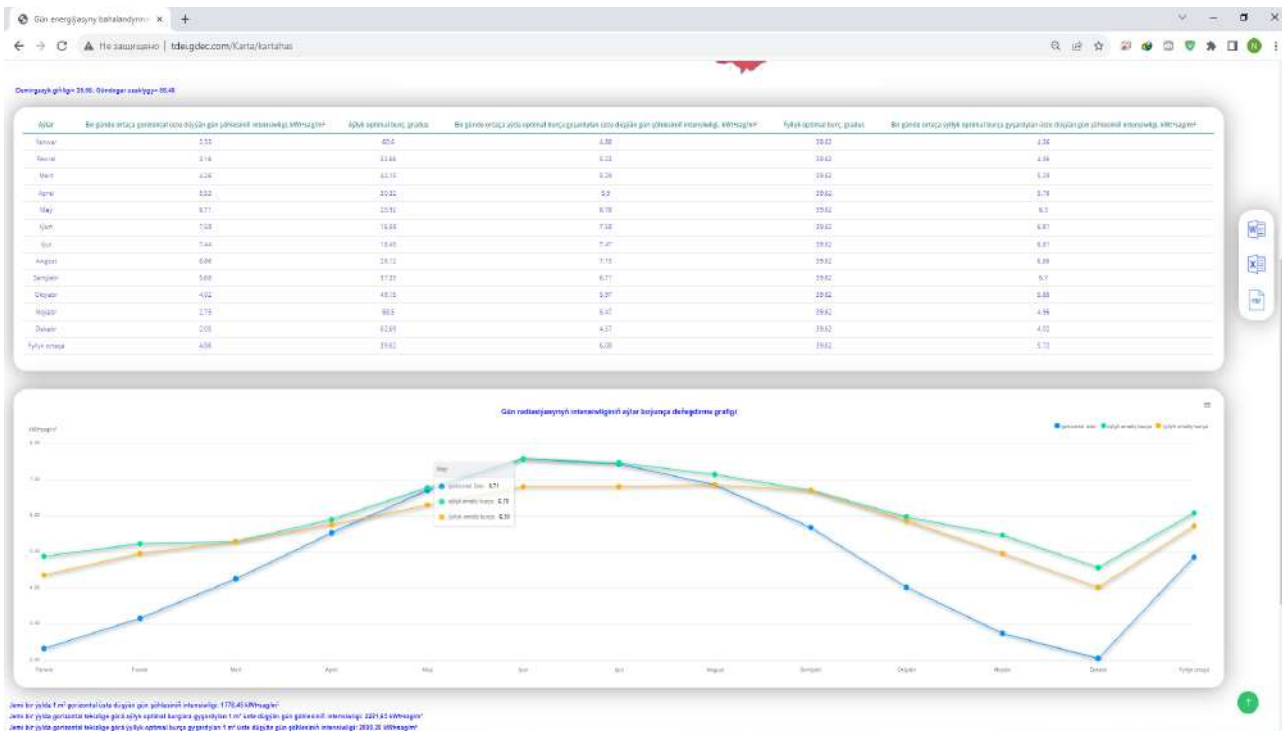
Ýeliň iň uly bahasyndaky tizlikleri baradaky berlenleriň nädogry hasaba alynmagy ýel energetiki gurnawynyň konstruksiýasynyň nädogry saýlanylmagyna getirýär. Bu bolsa ýeterlik berkligi bolmadyk gurnawynyň işe girizilmegi netijesinde, güýçli ýelli sebitlerde gurnawyň hatardan çykmagyna getirýär. Sanly ulgamyň «Ýeliň iň ýokary tizligi» bölümünde ýurdumyzyň sebitleri boýunça dürli beýikliklerde ýeliň iň uly tizlikleri kesgitlenilýär. Ýeliň orta ýyllyk udel energiýasy (1 m^2 kese kesikden öwsüp geçýän ýeliň energiýasy) ýeliň tizlikleriniň gaýtalanyşyna baglydyr. «Ýeliň udel kuwwaty we udel energiýasy» bölümüniň degişli bölümçelerinde saýlanan sebit boýunça dürli beýiklerdäki ýeliň aýlar, ýyllar boýunça ortaça udel kuwwaty we udel energiýasy kesgitlenilýär hem-de olaryň deňeşdirme grafigi düzülýär.

Innowasion tehnologiýalaryň önümçilige yzygiderli ornaşdyrylmagy ýel energetiki gurnawlaryny giňden ulanmaga uly mümkinçiliklere ýol açýar. «Sebitiň ýel energiýa çeşmeleri» bölümüniň «Ýel gorunyň umumy potensialy» bölümçesinde saýlanan sebit boýunça dürli beýiklerdäki ýel gorunyň aýlar we ýyllar boýunça umumy potensialy kesgitlenilip, olaryň grafiglerikleri işlenilip düzülýär. Bu bölümüň «Ýel gorunyň tehniki potensialy» bölümçesinde saýlanan sebit boýunça dürli beýikliklerdäki ýel gorunyň aýlar we ýyllar boýunça ortaça tehniki potensialynyň kesgitlenilmegi we alnan ululyklar boýunça grafigleri düzmek mümkinçiligi göz önünde tutulandyr.

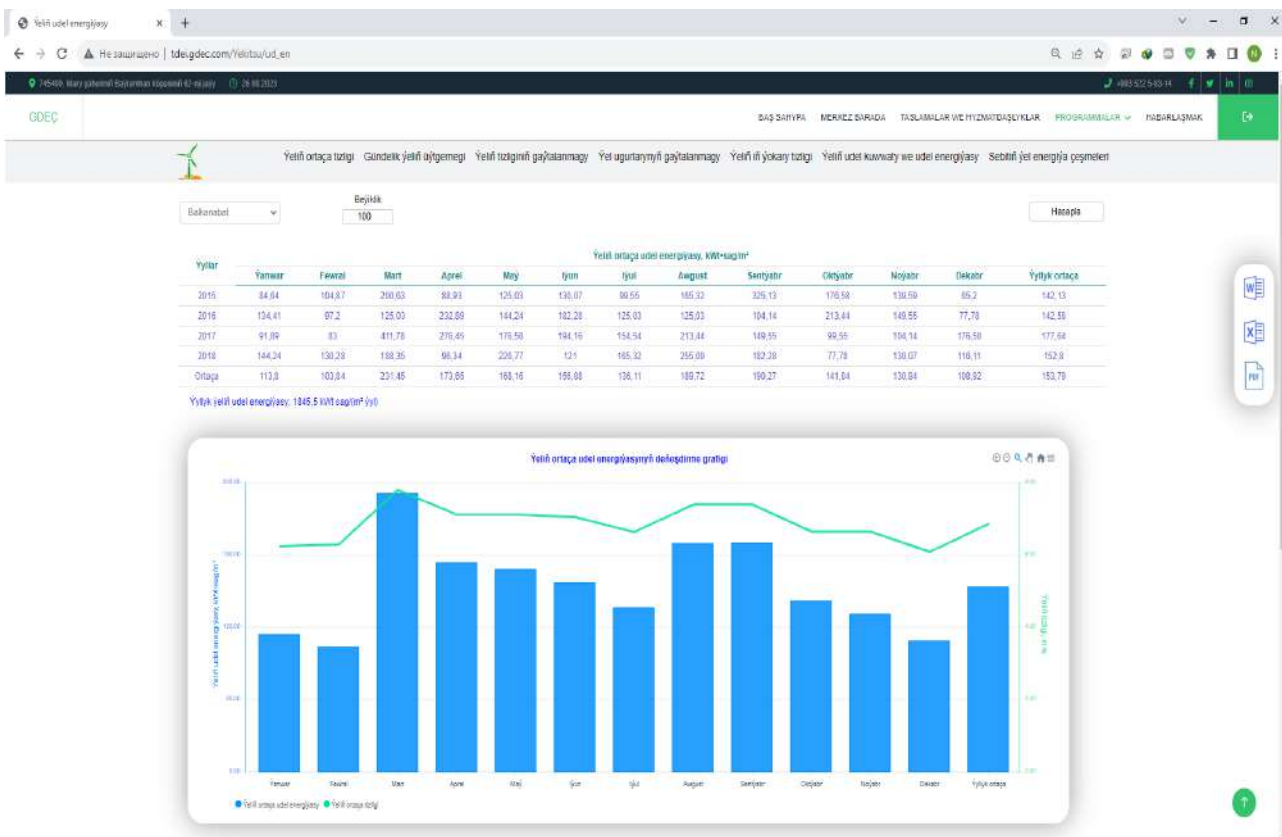
Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleriniň internet portalynyň maglumatlar binýadyna «Administrator» hukugyna eýe bolan peýdalanyjy tarapyndan maglumatlary girizmäge we onuň üstünde dürli amallary ýerine ýetirmäge rugsat berilýär. Maglumatlar binýady bölümi hem birnäçe bölümçelerden ybarat bolup, ýurdumyzyň degişli sebitleriniň gün şöhlesiniň depgininiň maglumatlaryny hem-de fotoelektrik gün stansiýasynyň taslamasynda fotoelektrik gün panelleriniň, akkumulýator batareýleriniň, kontrollerleriň, inwertorlaryň tehniki görkezijileriniň maglumatlaryny, ýel elektrik beketleriniň tehniki görkezijilerini, dürli sebitlerde ýyllar boýunça ýelleriň ortaça hem-de sagatlar boýunça tizliklerini, öwüsýän ugurlary baradaky giň maglumatlary özünde jemleýär. Maglumatlar binýadyna täze sebitleriň gün şöhlesiniň depgini baradaky hem-de ýeliň häsiýetlerini özünde jemleýän dürli maglumatlary öňdebaryjy dünýä tejribesiniň gazanan üstünliklerine esaslanyp, fotoelektrik gün we ýel elektrik beketleriniň düzüm bölekleriniň tehniki görkezijilerini üýtgetmek hem-de öňden bar bolan maglumatlara düzedişleri girizmek, maglumatlar binýadyndan öçürmek mümkinçiligi hasaba alnan.

Geçirilen ylmy barlag işiniň netijeleri. Sanly ulgamyň peýdalanylmagy netijesinde ýurdumyzyň Bukri obasy boýunça gün gurnawlary günorta ugrukdyrylyp ýerleşdirilen ýagdaýynda 1 m^2 gorizonta üstüne düşýän gün şöhlesiniň depgininiň bahalarynyň $1778,15 \text{ kWt}\cdot\text{sag}/\text{m}^2\cdot\text{e}$, gün gurnawlarynyň gorizonta üstüne görä aýlyk amatly β burça gysardylma bahalary, aýlyk amatly burçlara gysardylan gün gurnawlarynyň 1 m^2 üstüne düşýän gün şöhlesiniň depginiň bahalarynyň $2221,65 \text{ kWt}\cdot\text{sag}/\text{m}^2\cdot\text{e}$, ýyllyk amatly burçlara gysardylan gün gurnawlarynyň 1 m^2 üstüne düşýän gün şöhlesiniň depginiň bahalarynyň $2090,28 \text{ kWt}\cdot\text{sag}/\text{m}^2\cdot\text{e}$ (*3-nji surat*), şeýle hem Balkanabat şäheri boýunça ýel energiýa çeşmeleriniň bir ýyldaky jemleýji bahalarynyň, öwüsýän ugurlary we dürli beýikliklerde ýeliň ýyllyk udel energiýasynyň ortaça bahalarynyň 100 m beýiklik boýunça $1845,5 \text{ kWt}\cdot\text{sag}/(\text{m}^2\cdot\text{ýyl})$ (*4-nji surat*) deňligi kesgitlenildi.

Ylmy işde internet portalynyň binýadynda toplanan maglumatlaryň esasynda çet gyrakda hem-de barmasy kyn ýerlerde ýerleşen ilatly nokatlaryň elektrik üpjünçiligi üçin dürli kuwwatlykdaky gün elektrik beketleriniň hasaplamalary geçirildi. Ýurdumyzyň sebitleri boýunça ýel energetiki gurnawlary gurmak üçin ýel sütünlerini gurnamagyň amatly ýerleri sanly ulgamyň kömegi bilen kesgitlenilip, häzirki wagtda degişli giňişlikler boýunça ýel energiýa gurlaryna baha bermek işi ylmy esasyda ýola goýuldy.



3-nji surat. Bukri obasy boýunça Gün energiýa çeşmeleriniň bahalary



4-nji surat. Balkanabat şäheri boýunça ýetli udel energiýasynyň bahalary

Ýurdumyzyň gün we ýel gurlaryny bahalandyrmakda peýdalanylýan sanly ulgam portaly işlenilip taýýarlanylýp, Türkmenistanyň Maliýe we ykdysadyýet ministrliginiň Intellectual eýeçilik boýunça döwlet gullugyndan 290-njy belgili şahadatnamasy berlip, resmi hasaba alyndy (N.A.Allanazarow, K.A.Saryýew, Ş.R.Allakulyýew, A.Ş.Şyhyýew, Ý.A.Akymmaýew, 2023).

NETIJE

1. Türkmenistanyň gün we ýel energiýa gurlaryna baha bermek üçin internet portaly işlenilip taýýarlanylýdy we ýurdumyzyň gün we ýel gurlarynyň potensialyny kesgitlemek boýunça bütewi maglumatlar merkezi döredildi.

2. Çet gyradaky hem-de barmasy kyn ýerlerde ýerleşen ilatly nokatlaryň elektrik üpjünçiliginde dürli kuwwatlykdaky gün elektrik beketlerini gurmak üçin tehniki ýumşa laýyklykda dürli kuwwatlykdaky gün elektrik beketleriniň taslamasy ýerine ýetirildi.

3. İşlenilip taýýarlanylýan portal Türkmenistanyň Maliýe we ykdysadyýet ministrliginiň Intellectual eýeçilik boýunça döwlet gullugyndan 290-njy belgili şahadatnama berlip, resmi hasaba alyndy.

4. Alnan maglumatlardan sebitdäki gün we ýel energetiki gurnawlaryň guruljak ýerlerini kesgitlemekde peýdalanylýp boljakdygy anyklanylýdy.

5. Ýel energetiki gurnawlary gurmak üçin ýel sütünlerini gurnamagyň amatly ýerleri sanly ulgamyň kömegi bilen kesgittenildi.

EDEBIÝAT

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanyň elektroenergetika kuwwaty. – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2022.

2. Türkmenistanyň Prezidentiniň ýurdumyzy 2022–2028-nji ýyllarda durmuş-ykdysady taýdan ösdürmegiň Maksatnamasy. – A., 2022.

3. Türkmenistanda 2030-njy ýyla çenli gaýtadan dikeldilýän energetikany ösdürmek boýunça Milli strategiýa.– A. 2020.

4. Nurgeldiýew O., Pirnyýazow D. Türkmenistanyň ýel energiýa kadastryny düzmäge innowasion tehnologiýalary ornaşdyrmak. Türkmenistanda ylym we tehnika. №2, 2014.

5. Pat. № 207. «Sanly elektronika» maglumat seljerme portaly / Geldiýew B.K., Jumaýew A.Ý., Hançaýew B.A. Hasaba alnan. 01.02.2022.

6. Pat. № 290. «Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleriniň internet portaly» / Allanazarow N. A., Saryýew K. A., Allakulyýew Ş. R., Şyhyýew A. Ş., Akymmaýew Ý. A. Hasaba alnan. 25.01.2023.

7. Saryýew K., Batmanow J., Gurbanowa G. Gün we ýel energiýa çeşmelerinden peýdalanmakda utgaşykly tehnologiýalar. Türkmenistanda ylym we tehnika. №3, 2022.

8. Солнечная энергетика. Учебное пособие для вузов / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин (под ред. В.И. Виссарионова). – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

9. Зубарев В.В., Минин В.А., Степанов И.Р. «Использование энергии ветра в районах Севера» состояние, условия эффективности, перспективы. – Ленинград: Наука, 1989.