

ТҰРАҚТЫ ДАМУ ЖАҒДАЙЫНДА КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ЕНГІЗУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Айдос АБАЕВ *PhD, Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан, aidos_men@mail.ru, Scopus ID: 57201307658*

Бауыржан * ЕСЕНГЕЛЬДИН *экономика ғылымдарының докторы, профессор - Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті, Павлодар, Қазақстан, yessen_baur@inbox.ru, Scopus ID: 55683958400, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4155-3616*

Қолжазбаның редакцияға түскен күні: 12/08/2024

Қайта өңделген күні: 16/08/2024

Қабылданған күні: 20/08/2024

DOI: 10.52123/1994-2370-2024-1309

ӨОЖ 338.2

ГТАХТК 06.51.02

Аңдатпа. Мақалада күн энергиясын тұрақты даму жағдайында енгізудің әлемдік нарықтағы мәні мен маңызы қарастырылған. Авторлардың пікірінше, күн энергетикасындағы өсу әлеуеті аймақтағы электр энергиясын тұтынуға, күн энергиясын мемлекеттік қолдау саясатына немесе шектеулерге тікелей тәуелді. Күн энергиясының дамуы көптеген елдердің климаттың өзгеруіне ықпал ететін қолайлы саясатына байланысты болып келеді. Бұл шаралар күн фотоэлектрлік жүйелерін орналастыруға жәрдемдесу үшін электр қуатын беру тарифтерін, салық жеңілдіктерін және реттеу реформаларын қамтиды. Мақала авторлары күн энергиясын енгізу бағыттарын экологиялық қауіпсіздік және тұрақты даму аясында қарастыруды ұсынған. Мақалада күн энергиясын енгізу кезінде тиімділік, табыстылық, сенімділік және мемлекеттік реттеу сияқты талаптарды ескеру керектігі дәлелденген.

Түйін сөздер: тұрақты даму, жаңартылатын энергия көзі, күн энергиясы, мемлекеттік қолдау, экологиялық қауіпсіздік.

Abstract. The article examines the content and importance of the introduction of solar energy in the global market in conditions of sustainable development. According to the authors, the growth potential of solar energy directly depends on the electricity consumption in the region, the policy of state support for solar energy or restrictions. The development of solar energy depends on the favorable policies of many countries that contribute to climate change. These measures include electricity tariffs, tax incentives and regulatory reforms to facilitate the deployment of solar photovoltaic systems. The authors of the article recommended directions for the introduction of solar energy in the framework of environmental safety and sustainable development. The article proves that when introducing solar energy, it is necessary to take into account such requirements as efficiency, profitability, reliability and government regulation.

Keywords: sustainable development, renewable energy sources, solar energy, government support, environmental safety.

Аннотация. В статье рассматривается содержание и значение внедрения солнечной энергии на мировом рынке в условиях устойчивого развития. По мнению авторов, потенциал роста солнечной энергетики напрямую зависит от потребления электроэнергии в регионе, политики государственной поддержки солнечной энергии или ограничений. Развитие солнечной энергии зависит от благоприятной политики многих стран, способствующей изменению климата. Эти меры включают тарифы на электроэнергию, налоговые льготы и реформы регулирования для содействия развертыванию солнечных фотоэлектрических систем. Авторами статьи рекомендованы направления по внедрению солнечной энергии в рамках экологической безопасности и устойчивого развития. В статье доказано, что при внедрении солнечной энергии необходимо учитывать такие требования, как эффективность, прибыльность, надежность и государственное регулирование.

Ключевые слова: устойчивое развитие, возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, государственная поддержка, экологическая безопасность.

Кіріспе

Қазіргі

уақытта

көптеген

мемлекеттер

реформаларының табыстылығын тұрақты даму мақсаттарын (ТДМ) іс жүзінде іске

атқарылатын

асыруға тікелей байланыстырады. Кез келген тұрақты дамуы мен әлеуметтік өсуінде энергия маңызды рөл атқарады. Энергияға деген сұраныс әртүрлі үкіметтік, өндірістік және жергілікті қызметтердегі технологиялық дамудың арқасында айтарлықтай өсті. Энергияға деген сұраныстың, сондай-ақ жанармай бағасының тез өсіп келе жатқан қарқыны парниктік газдар шығарындыларын бақылау қажеттілігімен бірге жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) тиімді пайдаланудың жетекші қозғаушы күші болып табылады.

ТДМ-7 (Қол жетімді және таза энергия), ТДМ-12 (Жауапты тұтыну және өндіріс) және ТДМ-13 (Климаттың өзгеруіне қарсы іс-қимыл) сияқты тұрақты дамудың көптеген мақсаттары жаңартылатын энергияға көшуге ықпал етуі мүмкін [1]. Дегенмен, сенімді энергиямен қамтамасыз етусіз тұрақты дамуға қол жеткізу мүмкін емес.

Қазақстан Республикасында ЖЭК дамыту және мемлекеттік қолдау «Жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы» Заңы арқылы жүзеге асырылады [2]. Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің деректері бойынша 2022 жылдың аяғында елімізде жиынтық қуаттылығы 2400 МВт (жел электр станциялары - 958 МВт; күн электр станциялары – 1148 МВт; гидроэлектростанциялар – 280 МВт; биоэлектростанциялар – 1,77 МВт) 130 ЖЭК объектілері жұмыс істеп тұр [3].

ЖЭК объектілерінің ішінде күн энергиясының үлесі басым болып отыр, өйткені ол оңай қол жетімді энергия көзі. Күн энергетикасындағы өсу әлеуеті аймақтағы электр энергиясын тұтынуға, күн энергиясын мемлекеттік қолдау саясатына немесе шектеулерге тікелей тәуелді. Қазіргі уақытта күн энергиясын тұрақты дамыту үшін күн электр энергиясын өндіру құнына және электр станциясын орнатудың өтелу мерзіміне, ауа-райына байланысты тәуекелдерге, электр энергиясын тиімді және сенімді беру мен тарату үшін электр желілерінің тұрақтылығына көңіл бөлген жөн.

Сондықтан күн энергиясын өндіру мен таратуға әсер ететін факторларды жүйелеу өзекті болып келеді. Олар күн энергиясының тиімділігін өсіріп ғана қоймай, әлеуетті инвесторлар мен мүдделі тараптар үшін күн энергиясы

болжамдарының ашықтығы мен қолжетімділігін арттырады.

Мақаланың мақсаты күн энергиясын енгізудің негізгі талаптарын тұрақты даму жағдайында анықтаудың ерекшеліктерін қарастыру болып табылады.

Қойылған мақсатқа қол жеткізу мынадай міндеттерді шешуді қажет етеді:

- ЖЭК арқылы өндірілген энергияның әлемдік энергетика саласын ішіндегі үлесін анықтау;

- ЖЭК арқылы өндірілген энергия үлесі энергетика саласында жоғары мемлекеттерді талдау;

- әлемдік нарықтағы күн энергиясының орнатылған ЖЭК объектілеріндегі алатын орнын талдау;

- күн энергиясын енгізудің талаптарын экологиялық қауіпсіздік және тұрақты даму шеңберінде жүйелеу.

Материалдар мен әдістер

Зерттеудің әдістері жалпы ғылыми зерттеу тәсілдерінен, сондай-ақ статистикалық және салыстырмалы талдау әдістерінен тұрады. Пайдаланылған әдістер күн энергиясын дамыту жөніндегі Жаңартылатын энергия көздері жөніндегі халықаралық агенттігінің ресми статистикалық мәліметтерден алынған нәтижелерге сүйенеді. Ғалымдардың ғылыми мақалаларына шолу, нормативтік құжаттарды зерттеу, статистикалық және салыстырмалы талдауларды жүргізу күн энергиясын енгізудің талаптарын экологиялық қауіпсіздік және тұрақты даму шеңберінде анықтауға мүмкіндік береді.

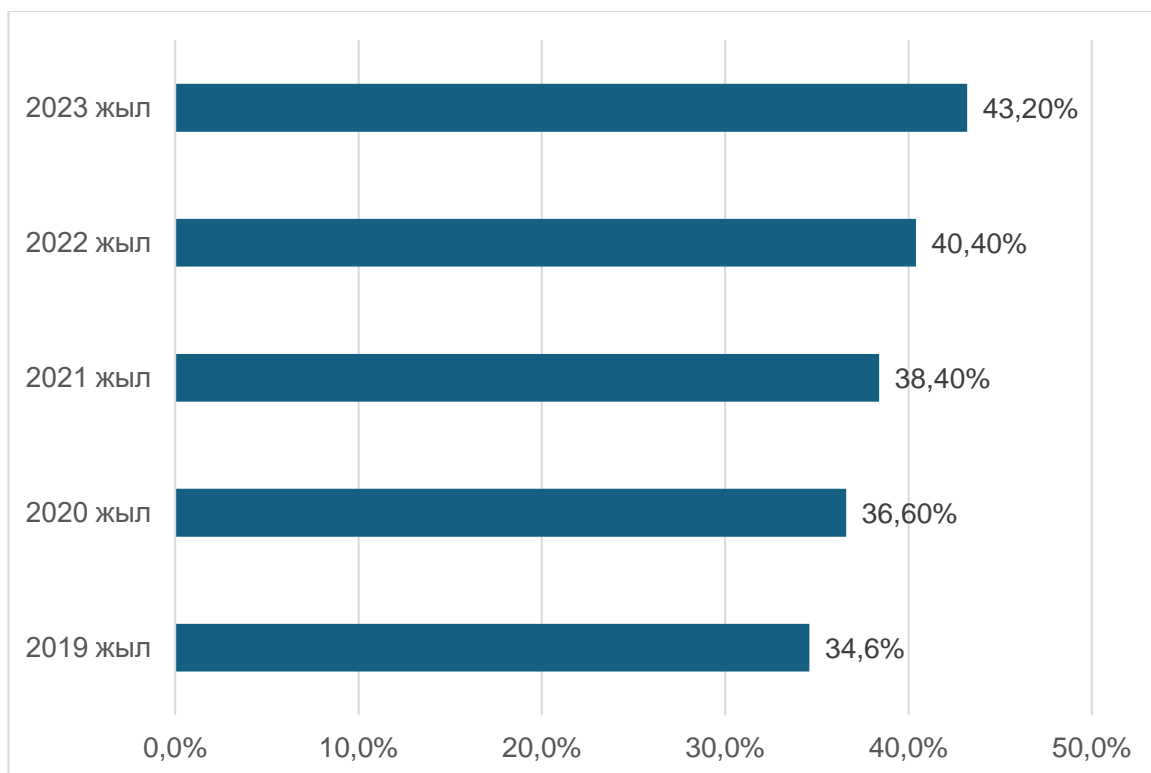
Нәтижелер

Энергетикалық саясат жаһандық климат мәселесін шешуде басты рөл атқарады. Тікелей жаңартылатын энергия көздеріне арналған саясат шығарындыларды айтарлықтай азайтуға және климаттың өзгеруіне тосқауыл болуға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта жаңартылатын энергияны тиімді басқару және пайдалану өмір сүру сапасын жақсарту, тұрақты дамуға ықпал ету және экологиялық мәселелерге жауап беру бойынша жергілікті, аймақтық және халықаралық саясатты әзірлеудің негізгі талаптары болып табылады. Сондықтан жаңартылған энергия көздерін енгізу

экологиялық мәселелерді ғана емес, сонымен қатар энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етуді де шешеді.

Соңғы жылдары жаңартылған

энергия көздері арқылы өндірілген энергиясының үлесі әлемдік энергетика жүйесінде өсіп келеді (сурет 1).



Ескерту: авторлармен [4] негізінде әзірленген

Сурет 1 – 2019-2023 жылдардағы ЖЭК арқылы өндірілген энергияның әлемдік энергетика саласын ішіндегі үлесі

Соңғы бес жыл ішінде ЖЭК арқылы алынған энергияның әлемдік энергетика саласындағы үлесі 34,6%-дан (2019 жылы) 43,2%-ға (2023 жылы) өскен. Мұндай жетістіктерге жету мемлекет тарапынан жүргізіліп отырған саясаттың (тікелей инвестициялар салу, инновациялық технологиялар енгізу, салықтық жеңілдіктер беру, инфрақұрылымды жақсарту және тағы басқалар) арқасында қалыптасқан. ЖЭК салынған инвестициялар энергетика саласындағы технологиялық инновацияларды ынталандыратыны сөзсіз.

Аббас Азарпур және басқа ғалымдардың [5] пікірінше, ЖЭК пайдаланудағы технологиялық үдеріс тұрақты дамуға ықпал етеді және энергиямен байланысты бірнеше экологиялық кедергілерді жоюға үлес

қосады. Индустриалды және дамыған елдер энергияны үлкен көлемде тұтынса да, дамымаған және дамушы елдерде оларды дамыту қажеттілігі болып табылатын энергетикалық қауіпсіздік жоқ.

Луко Еспесито және Джулия Романоли [6] жаңартылатын энергетикалық инфрақұрылымды дамыту үшін ұлттық және аймақтық деңгейде салықтық жеңілдіктерді, белгіленген тарифтерді және нақты реттеу механизмдерін қамтамасыз ету қажет екенін атап өтті.

Алайда, Эрик Эванс және басқалардың [7] ойынша, энергетикалық инновацияларға инвестиция салу өте қымбат және тексерілмеген технологияларды дамытумен байланысты. Бұл оларды өте қауіпті етеді, өйткені олар өз мақсаттарына толық сәйкес келмеуі немесе ақыр соңында теріс әсер етуі мүмкін. Инновация,

сонымен қатар жаңартылатын энергияның әсерін бейтараптандыратын қоршаған ортаға күтпеген әсер етуі де ықтимал.

ЖЭК бағасының тұрақсыз ауытқуына және олардың климаттың өзгеруіне қосқан үлесіне байланысты индустрияландырудың жылдам қарқынына сәйкес болу үшін соңғы онжылдықтарда таза энергияға жаһандық сұраныс үздіксіз өсіп келеді. Демек, көптеген мемлекеттердің үкіметтері

тұрақты жаһандық даму үшін жаңартылатын ресурстардан алынған күн, гидроэнергетика, жел, мұхит, геотермалдық ресурстар, биомасса, биоотын және сутегі сияқты таза энергетикалық ресурстарға көбірек көңіл бөледі.

Қазіргі уақытта негізінен жаңартылатын энергия көздерін пайдаланатын елдер көбінесе, батыс Еуропада орналасқан (кесте 1).

Кесте 1 - ЖЭК арқылы өндірілген энергия үлесі энергетика саласында жоғары мемлекеттер тізімі

№	Мемлекеттер	Үлесі	Сипаттама
1	Исландия	86,87%	Жаңартылатын геотермалдық энергияны, гидроэлектр және жел энергиясын өндіреді.
2	Норвегия	71,56%	Гидроэлектр энергиясы ең басты энергия көзі.
3	Швеция	50,92%	Гидроэнергетика электроэнергия өндіру үшін, ал биоэнергия жылу үшін қолданылады.
4	Бразилия	46,22%	Күн және жел энергиясы қолданылады.
5	Жаңа Зеландия	40,22%	Гидроэнергетика және геотермалдық энергия мемлекеттік субсидиясыз жақсы дамыған.
6	Дания	39,25%	Жел энергиясы, күн энергиясы көбірек қолданылады.
7	Австрия	37,48%	Гидроэнергетика, күн және жел энергия көздері кеңінен дамыған.
8	Швейцария	36,72%	Атом энергиясы мен гидроэнергетика қолданылады. Күн және жел энергиясын сату бойынша халықаралық көсбасшы болып табылады.
9	Финляндия	34,61%	Гидроэнергетика және биоэнергия басты энергия көзі болып келеді.
10	Колумбия	33,02%	Гидроэнергетика және күн энергиясы өндіріледі.

Ескерту: авторлармен [8] негізінде әзірленген

Кесте мәліметтері үздік он мемлекеттің ЖЭК арқылы өндірілген энергияны көбінесе геотермалдық энергия, жел, күн, атом энергиясы және гидроэнергетика есебінен алғаны байқалып тұр. Бұл мемлекеттер жаңартылатын энергия инфрақұрылымына инвестиция салу және инновациялық шешімдерді зерттеуге қаржы бөлу арқылы жақсы жетістіктерге жеткен.

Инновациялар мен ғылыми-зерттеу жұмыстарына инвестициялар салу, энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің негізгі қозғаушы күші болып

табылады және тиісті басқару арқылы климаттың өзгеруін азайтуға мүмкіндік береді.

Күн энергиясы ЖЭК ішінде ең басты орынды алады, өйткені оның қоршаған ортаға әсері аз (атмосфераға ластаушы заттардың шығарындылары жоқ), экономикалық тиімділік, сенімділік және тұрақтылық сияқты көптеген артықшылықтары бар. Сол себепті әлемдік ЖЭК нарығындағы күн энергиясының үлесі соңғы бес жылда 23,4 %-дан (2019 жылы) 44,4%-ға (2023 жылы) дейін өскен (кесте 2).

Кесте 2 - Әлемдік нарықтағы күн энергиясының 2019-2023 жылдар аралығындағы орнатылған ЖЭК объектілеріндегі алатын орны

№	Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	2019	2020	2021	2022	2023
1	ЖЭК объектілерінің белгіленген жалпы қуаты, оның ішінде	ГВт	2550,3	2822,9	3088,8	3396,3	3869,7

1.1	- күн электростанциялары	ГВт	595,5	728,4	873,8	1073,1	1718,9
1.2	- күн энергиясының үлесі	%	23,4	25,8	28,3	31,6	44,4
2	Желіден тыс ЖЭК объектілерінің жалпы қуаты, оның ішінде	ГВт	9,4	10,0	10,7	12,2	12,7
2.1	- күн электростанциялары	ГВт	3,2	3,7	3,9	4,6	4,9
2.2	- күн энергиясының үлесі	%	34,0	37,0	36,4	37,7	38,6

Ескерту: авторлармен [4] негізінде әзірленген

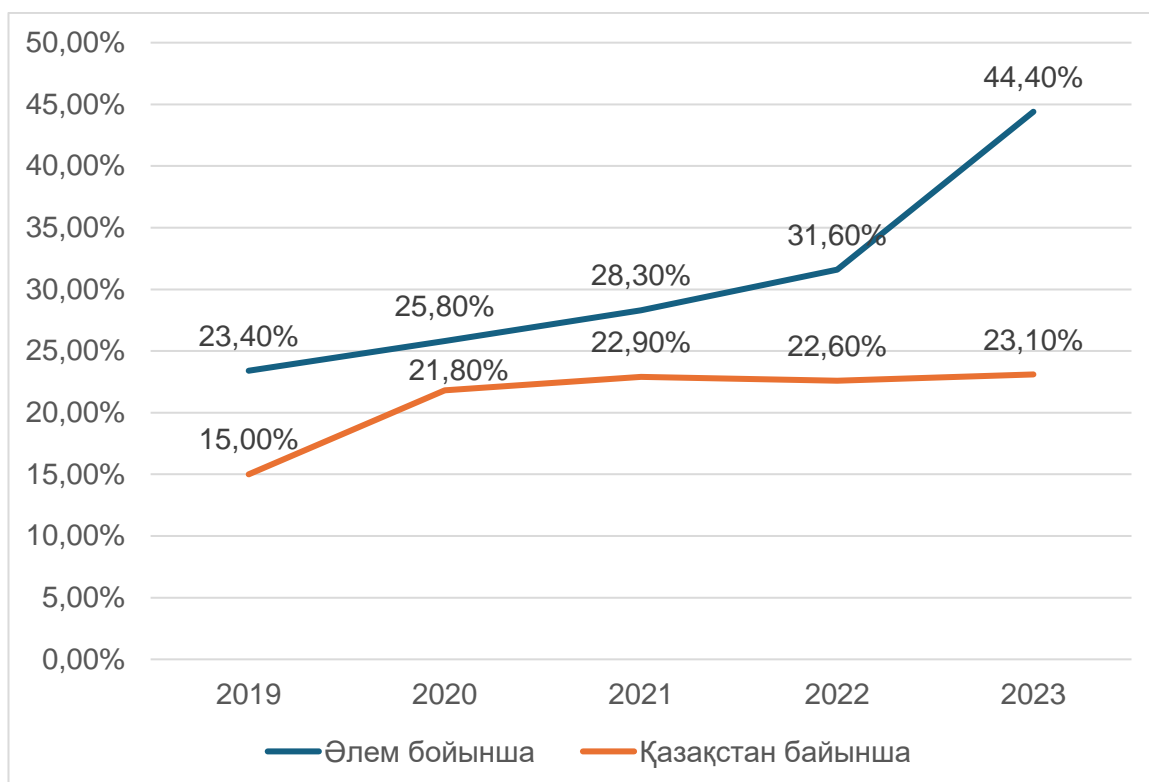
Күн энергиясының дамуы көптеген елдердің климаттың өзгеруіне ықпал ететін қолайлы саясатына байланысты болды. Бұл шаралар күн фотоэлектрлік жүйелерін орналастыруға жәрдемдесу үшін электр қуатын беру тарифтерін, салық жеңілдіктерін және реттеу реформаларын қамтыды. Сонымен қатар, технологиялық шығындардың төмендеуі күн фотоэлектрлік жүйелерін басқа энергия көздерімен салыстырғанда бәсекеге қабілетті етті.

Көптеген үкіметтер күн энергия өндірісін ұлғайтудың артықшылықтарын мойындап, желіден тыс күн электростанцияларына басты назар аударып отыр. Мәселен, желіден тыс күн электростанцияларында орнатылған құрылғылардың қуаты 2019 жылы 3,2 ГВт болса, ал 2023 жылы 4,9 ГВт жеткен. Мұндай күн электростанциялары шалғай мекендерде және ауыл шаруашылық

кәсіпорындарында орналасқан.

Фарок Шер және басқа ғалымдар [9] ғылыми еңбектерінде күн электр станциялары күн радиациясын жоғары температуралы жылуға айналдыру арқылы электр немесе жылу энергиясын өндіретінін атап өткен. Олардың ойынша, энергияның бұл түрлері өнеркәсіпті, үй шаруашылығын және әртүрлі коммерциялық қажеттіліктерді, сондай-ақ ауыл шаруашылығы секторларының қажеттіліктерін энергиямен қамтамасыз ете алады.

Қазақстан Республикасы табиғи газға, мұнайға және қатты отынға тәуелділікті азайту қажеттілігін ескере отырып, күн энергиясын қолданысқа енгізу бойынша іс-шаралар жасап жатыр. Дегенмен, бұл нәтижелер әлемдік орташа көрсеткіштен екі есе төмен болып отыр (сурет 2).



Сурет 2 – Күн энергиясының ЖЭК объектілері ішіндегі алатын орны

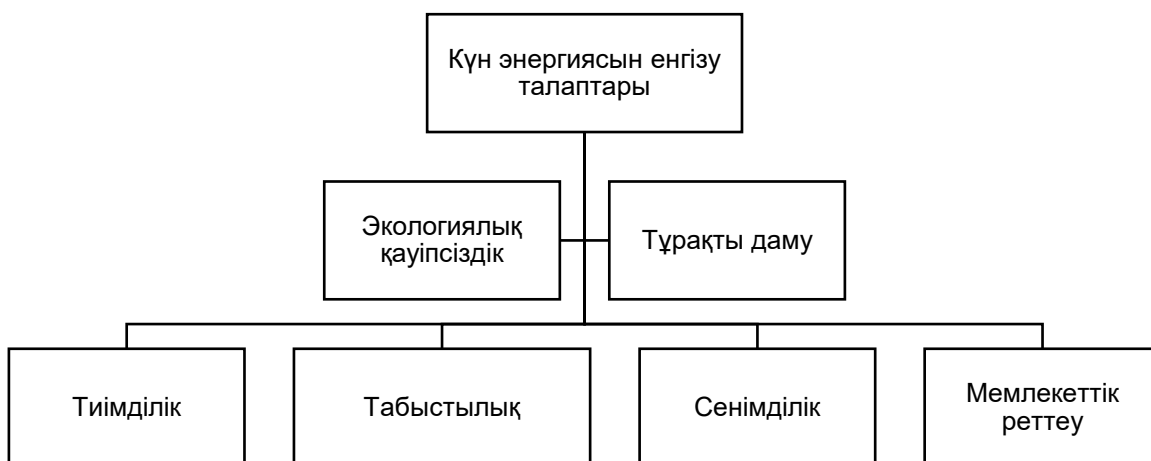
Талқылау

Күн энергиясының қуатын орнатудың негізгі талаптарын анықтау тұрақты даму мақсаттарына жетудегі үдерісті бағалаудың маңызды қадамы болып табылады. Ол аймақтың күн энергиясын өндіру қабілетінің сандық өлшемін қамтамасыз етеді.

Алайда, орнатылған қуаттың өзі тиімділікті толық көрсетпейді. Тиімділік технологиялық жетістіктер, желілерді біріктіру және энергияны сақтау шешімдері сияқты факторларды қамтитын күн энергиясының қаншалықты тиімді сiңiрiлуiне және пайдаланылуына көбірек байланысты [10, 11].

Тиімділікті оңтайландыру жаңартылатын энергия жүйелерін барынша пайдалану мен тиімділікті қамтамасыз етеді, сайып келгенде, таза энергияға көшу әрекеттерін жеңілдетеді. Жаңартылатын энергия көздері, атап айтқанда күн энергиясы, қазба отындарына өміршең және экологиялық таза балама ұсынады. Оларды кеңінен енгізу көптеген пайда әкеледі, соның ішінде үлкен өндірістік әлеует және қоршаған ортаға оң әсер етеді [12, 13, 14].

Осыған орай, күн энергиясын енгізу талаптарын тұрақты даму мақсаттарын ескере отырып, экологиялық қауіпсіздік және тұрақты даму аясында қарастырған жөн (сурет 3).



Ескерту: авторлармен әзірленген

Сурет 3 – Күн энергиясын енгізу талаптары

Күн энергиясын енгізу туралы шешім қабылдау келесі бағыттарға байланысты:

- Экологиялық қауіпсіздік. Экологиялық қауіпсіздікке келетін болсақ, шешім қабылдау табиғи ресурстардың сақталуын немесе пайдаланылуын, жаңартылатын немесе жаңартылмайтын энергия көздерінің пайдаланылуын және қалдықтардың дұрыс басқарылатынын немесе ластануға қалдырылатынын анықтай алады;

- Тұрақты даму. Тұрақты даму тұрғысынан шешім қабылдау

экономикалық өсудің әлеуметтік және экологиялық факторлармен қаншалықты теңдестірілгенін анықтайды. Шешім қабылдау экономикалық, әлеуметтік және экологиялық факторларды теңестіру және тұрақты дамуға қол жеткізу үшін өте маңызды.

Күн панельдерінің танымалдылығының артуы оларды енгізуге айтарлықтай сұраныс тудырып отыр. Дегенмен, көптеген адамдар күн панельдерінің экологиялық артықшылықтарын мойындағанымен, басқалары олардың тиімсіздігіне

байланысты бұл қадамды жасаудан әлі де бас тартып отыр. Сондықтан күн энергиясын енгізу кезінде тиімділік, табыстылық, сенімділік және мемлекеттік реттеу сияқты талаптарды ескерген жөн.

Тиімділік: Күн энергиясын орталық электр желісіне тиімді қосу үшін инновациялық технологияларға назар аудару керек. Өйткені күн энергиясы әрдайым қол жетімді бола бермейді. Сол себепті күн энергиясын сақтау және таратудың тиімді жүйелерін пайдаланған жөн.

Табыстылық: күн энергиясын өндіру инфрақұрылымына салынатын алғашқы инвестициялар жоғары болуы мүмкін. Қазіргі уақытта инновациялық материалдар мен технологияларды пайдалану жалпы шығындарды азайтқанымен, экономикалық мәселелер әлі де бар, соның ішінде күн жобаларын өміршең ету үшін ынталандыру мен субсидиялар қажет.

Сенімділік: күн панельдерін орнату барысында ауа-айының қолайсыз жағдайларына (қар, жаңбыр, қатты аяз, қатты желдер мен дауылдар) көңіл бөлген жөн. Өнеркәсіп олардың беріктігін арттыру және осы жағдайлардан қорғау үшін жұмыс істеуі керек.

Мемлекеттік реттеу: күн энергиясының әлеуетін толық пайдалану салық жеңілдіктері мен басқа да ынталандырулар енгізген жөн. Мемлекеттік реттеудің нақты механизмдері күн панелдерін орнату үдерісін қол жетімді етеді және күн энергиясын көбірек пайдалануға ықпал етеді.

Сонымен күн энергиясын енгізу негізгі талаптары экологиялық қауіпсіздік және тұрақты даму тұрғысынан электр жүйесінің қауіпсіздігін, тиімділігін және сенімділігін анықтауға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Тұрақты даму жағдайында күн энергиясын енгізуді қарастыра отырып, мынадай қорытындылар жасалды:

1. Күн энергиясының өндірісін енгізу тұрақты даму мақсаттарын іске асыруға ықпал етеді. Қазіргі уақытта күн энергиясын тұрақты дамыту үшін күн электр энергиясын өндіру құнына және электр станциясын орнатудың өтелу мерзіміне, ауа-райына байланысты

тәуекелдерге, электр энергиясын тиімді және сенімді беру мен тарату үшін электр желілерінің тұрақтылығына көңіл бөлген жөн.

2. Жаңартылған энергия көздерін енгізу экологиялық мәселелерді ғана емес, сонымен қатар энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етуді де шешеді. Соңғы бес жыл ішінде ЖЭК арқылы алынған энергияның әлемдік энергетика саласындағы үлесі 34,6%-дан (2019 жылы) 43,2%-ға (2023 жылы) өскен. Мұндай жетістіктерге жету мемлекет тарапынан жүргізіліп отырған саясаттың (тікелей инвестициялар салу, инновациялық технологиялар енгізу, салықтық жеңілдіктер беру, инфрақұрылымды жақсарту және тағы басқалар) арқасында қалыптасқан.

3. Күн энергиясы ЖЭК ішінде ең басты орынды алады, өйткені оның қоршаған ортаға әсері аз (атмосфераға ластаушы заттардың шығарындылары жоқ), экономикалық тиімділік, сенімділік және тұрақтылық сияқты көптеген артықшылықтары бар. Сол себепті әлемдік ЖЭК нарығындағы күн энергиясының үлесі соңғы бес жылда 23,4 %-дан (2019 жылы) 44,4%-ға (2023 жылы) дейін өскен.

4. Күн энергиясын енгізу талаптарын тұрақты даму мақсаттарын ескере отырып, экологиялық қауіпсіздік және тұрақты даму аясында қарастырған жөн. Экологиялық қауіпсіздік табиғи ресурстардың сақталуын немесе пайдаланылуын, қалдықтардың дұрыс басқарылатынын немесе ластануға қалдырылатынын анықтай алады. Тұрақты даму тұрғысынан шешім қабылдау экономикалық, әлеуметтік және экологиялық факторларды теңестіру және тұрақты дамуға қол жеткізу үшін өте маңызды. Сондықтан күн энергиясын енгізу кезінде тиімділік, табыстылық, сенімділік және мемлекеттік реттеу сияқты талаптарды ескеру керек.

Қаржыландыру көзі

Бұл мақала Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетімен қаржыланып отыр (грант № AP14972410).

Әдебиеттер тізімі

1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. // <https://sdgs.un.org/ru/2030agenda> (Жүгінген күні: 20.02.2024)
2. Закон Республики Казахстан О поддержке использования возобновляемых источников энергии от 4 июля 2009 года № 165-IV.// <http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z090000165> (Жүгінген күні: 20.02.2024)
3. Развитие возобновляемых источников энергии (2022). Статистические данные Министерства энергетики Республики Казахстан // <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/activities/4910?lang=ru> (Жүгінген күні: 20.02.2024)
4. IRENA (2024), Renewable capacity statistics 2024. // International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi <https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024> (Жүгінген күні: 28.03.2024)
5. Abbas Azarpour, Omid Mohammadzadeh, Nima Rezaei, Sohrab Zendejboudi, Current status and future prospects of renewable and sustainable energy in North America: Progress and challenges //Energy Conversion and Management, Volume 269, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115945>. (Жүгінген күні: 20.02.2024)
6. Luca Esposito, Giulia Romagnoli, Overview of policy and market dynamics for the deployment of renewable energy sources in Italy: Current status and future prospects //Heliyon, Volume 9, Issue 7, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17406>. (Жүгінген күні: 20.02.2024)
7. Eric Evans, Osei Opoku, Alex O. Acheampong, Kingsley E Dogah, Isaac Kooson, Energy innovation investment and renewable energy in OECD countries// Energy Strategy Reviews, Volume 54, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101462>. (Жүгінген күні: 30.03.2024)
8. Charlie King (2023), Top 10: Countries Using Renewable Energy // <https://energydigital.com/top10/top-10-countries-using-renewable-energy> (Жүгінген күні: 20.02.2024)
9. Farooq Sher, Narcisa Smječanin, Harun Hrnjić, Emir Bakunić, Jasmina Sulejmanović, Prospects of renewable energy potentials and development in Bosnia and Herzegovina – A review. //Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 189, Part A, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113929>. (Жүгінген күні: 20.02.2024)
10. Bhatia Khan, Advancing solar energy integration: Unveiling XAI insights for enhanced power system management and sustainable future //Ain Shams Engineering Journal, Volume 15, Issue 6, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102740>. (Жүгінген күні: 20.02.2024)
11. Sudhir Kumar Pathak, V.V. Tyagi, K. Chopra, Kalidasan B., A.K. Pandey, Varun Goel, Abhishek Saxena, Zhenjun Ma. Energy, exergy, economic and environmental analyses of solar air heating systems with and without thermal energy storage for sustainable development: A systematic review //Journal of Energy Storage, Volume 59, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.106521>. (Жүгінген күні: 20.11.2023)
12. Muktar Nono Mohammed, MA Zaed, R. Saidur, K.H. Tan, Nanocomposite-based solar desalination: Recent developments and future prospects //Journal of Water Process Engineering, Volume 64, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105733>. (Жүгінген күні: 20.02.2024)
13. He Li, Xin Wang, Ke Zhong, Effects of solar energy absorbed by south wall on carbon emission from space heating in hot summer-cold winter region //Case Studies in Thermal Engineering, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.104967>. (Жүгінген күні: 20.02.2024)
14. Raman Kumar, Rajeev Saha, Vladimir Simic, Nikhil Dev, Rajender Kumar, Harish Kumar Banga, Nebojsa Bacanin, Sanjeet Singh, Rooftop solar potential in micro, small, and medium size enterprises: An insight into renewable energy tapping by decision-making approach //Solar Energy, Volume 276, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2024.112692>. (Жүгінген күні: 20.02.2024)

References

1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development]. // <https://sdgs.un.org/ru/2030agenda> (Zhugingen kuni: 20.02.2024) [In Russian]
2. Zakon Respubliki Kazahstan O podderzhke ispol'zovaniya vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии ot 4 iulja 2009 goda № 165-IV [Law of the Republic of Kazakhstan on Support for the Use of Renewable Energy Sources dated July 4, 2009 No. 165-IV].// <http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z090000165> (Zhugingen kuni: 20.02.2024) [In Russian]
3. Razvitie vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии (2022). Statisticheskie dannye Ministerstva jenergetiki Respubliki Kazahstan [Development of renewable energy sources (2022). Statistical data of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan] //

<https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/activities/4910?lang=ru> (Zhugingen kuni: 20.02.2024) [In Russian]

4. IRENA (2024), Renewable capacity statistics 2024. // International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi <https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024> (Zhugingen kuni: 28.03.2024)

5. Abbas Azarpour, Omid Mohammadzadeh, Nima Rezaei, Sohrab Zendejboudi, Current status and future prospects of renewable and sustainable energy in North America: Progress and challenges //Energy Conversion and Management, Volume 269, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115945>. (Zhugingen kuni: 20.02.2024)

6. Luca Esposito, Giulia Romagnoli, Overview of policy and market dynamics for the deployment of renewable energy sources in Italy: Current status and future prospects //Heliyon, Volume 9, Issue 7, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17406>. (Zhugingen kuni: 20.02.2024)

7. Eric Evans, Osei Opoku, Alex O. Acheampong, Kingsley E Dogah, Isaac Koomson, Energy innovation investment and renewable energy in OECD countries// Energy Strategy Reviews, Volume 54, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101462>. (Zhugingen kuni: 30.03.2024)

8. Charlie King (2023), Top 10: Countries Using Renewable Energy // <https://energydigital.com/top10/top-10-countries-using-renewable-energy> (Zhugingen kuni: 20.02.2024)

9. Farooq Sher, Narcisa Smječanin, Harun Hrnjić, Emir Bakunić, Jasmina Sulejmanović, Prospects of renewable energy potentials and development in Bosnia and Herzegovina – A review. //Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 189, Part A, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113929>. (Zhugingen kuni: 20.02.2024)

10. Bhatia Khan, Advancing solar energy integration: Unveiling XAI insights for enhanced power system management and sustainable future //Ain Shams Engineering Journal, Volume 15, Issue 6, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102740>. (Zhugingen kuni: 20.02.2024)

11. Sudhir Kumar Pathak, V.V. Tyagi, K. Chopra, Kalidasan B., A.K. Pandey, Varun Goel, Abhishek Saxena, Zhenjun Ma. Energy, exergy, economic and environmental analyses of solar air heating systems with and without thermal energy storage for sustainable development: A systematic review //Journal of Energy Storage, Volume 59, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.106521>. (Zhugingen kuni: 20.11.2023)

12. Muktar Nono Mohammed, MA Zaed, R. Saidur, K.H. Tan, Nanocomposite-based solar desalination: Recent developments and future prospects //Journal of Water Process Engineering, Volume 64, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105733>. (Zhugingen kuni: 20.02.2024)

13. He Li, Xin Wang, Ke Zhong, Effects of solar energy absorbed by south wall on carbon emission from space heating in hot summer-cold winter region //Case Studies in Thermal Engineering, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.104967>. (Zhugingen kuni: 20.02.2024)

14. Raman Kumar, Rajeev Saha, Vladimir Simic, Nikhil Dev, Rajender Kumar, Harish Kumar Banga, Nebojsa Bacanin, Sanjeet Singh, Rooftop solar potential in micro, small, and medium size enterprises: An insight into renewable energy tapping by decision-making approach //Solar Energy, Volume 276, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2024.112692>. (Zhugingen kuni: 20.02.2024)

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Айдос АБАЕВ, PhD, Карагандинский университет имени Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан, aidos_men@mail.ru, Scopus ID: 57201307658

Бауыржан ЕСЕНГЕЛЬДИН, доктор экономических наук, профессор – Павлодарский педагогический университет имени Әлкей Марғұлан, Павлодар, Казахстан, yessen_baur@inbox.ru, Scopus ID: 55683958400, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4155-3616>

FEATURES OF THE INTRODUCTION OF SOLAR ENERGY IN A SUSTAINABLE DEVELOPMENT ENVIRONMENT

Aidos ABAEV, PhD, Karaganda University named after E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan, aidos_men@mail.ru, Scopus ID: 57201307658

Bauyrzhan YESSENGELDIN, Doctor of Economics, Professor – Pavlodar Pedagogical University named after Alkey Margulan, Pavlodar, Kazakhstan, yessen_baur@inbox.ru, Scopus ID: 55683958400, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4155-3616>