

УДК 323.

МРНТИ 11.15.51

<https://doi.org/10.48371/ISMO.2025.59.1.007>

ЖАҒАНДЫҚ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯ: КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ ҚАРСЫ КҮРЕСТЕ ЖАҒАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯНЫҢ РӨЛІ

*Абдуали М.А.¹, Байкушикова Г.С.²

* ^{1,2} әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. Жаһандық климаттың өзгеруі және энергияға сұраныстың артуы жағдайында жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК) әлемдік экономиканың тұрақты дамуының негізгі элементіне айналууда. Бұл жұмыстың өзектілігі дәстүрлі көмірсутек ресурстарынан энергияның неғұрлым таза және тұрақты түрлеріне көшу қажеттілігіне байланысты, бұл климаттық өзгерістерге қарсы күресте және энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде маңызды қадам болып табылады.

Зерттеудің мақсаты жаһандық энергетикалық жүйедегі ЖЭК рөлін талдау, сондай-ақ оларды енгізуге ықпал ететін немесе кедергі келтіретін негізгі факторларды анықтау болып табылады. Зерттеудің міндеттеріне мыналар кіреді: ЖЭК пайдаланудағы ағымдағы жай-күйі мен үрдістерін бағалау; ЖЭК енгізудің экономикалық, әлеуметтік және экологиялық аспектілерін талдау; әлемнің әртүрлі өңірлерінде жаңартылатын энергетиканы дамыту үшін негізгі кедергілер мен мүмкіндіктерді анықтау.

Зерттеу әдістері ғылыми әдебиеттерді, статистикалық деректерді және ЖЭК саласындағы табысты жобалардың кейс-кезеңдерін талдауды қамтитын кешенді тәсілге негізделген. Библиометриялық талдауды қолдану жаңартылатын энергия саласындағы зерттеулердің негізгі бағыттары мен тенденцияларын анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ЖЭК дамытуға бағытталған түрлі елдердің саясаттары мен стратегияларына салыстырмалы талдау жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері ЖЭК енгізу көміртегі шығарындыларының төмендеуіне ықпал етіп қана қоймай, әсіресе дамушы елдерде жаңа экономикалық мүмкіндіктер туғызатынын көрсетеді. Алайда, тұрақты энергетикаға көшуді сәтті жүзеге асыру үшін қаржыландырудың жетіспеушілігі, техникалық шектеулер және тиімді нормативтік-құқықтық базаның болмауы сияқты бар кедергілерді еңсеру қажет. Бұл зерттеу жаңартылатын энергияға көшуге байланысты қиындықтар мен мүмкіндіктерді түсінуге ықпал етеді және осы саладағы қосымша зерттеулерге негіз бола алады.

Тірек сөздер: жаңартылатын энергия көздері, тұрақты даму, энергетикалық қауіпсіздік, климаттың өзгеруі, экономикалық әртараптандыру, технологиялық инновациялар, әлеуметтік аспектілер, энергетикалық трансформация

Кіріспе

Климаттың өзгеруіне байланысты өзекті мәселелердің бірі болып табылатын энергияға деген сұраныстың артуы аясында, жаңартылатын энергия көздерінің әлемдік экономикадағы рөлі мен маңыздылығы. Болашақта тұрақты энергетикасына көшу маңызды міндет болып табылады, өйткені көптеген елдер қазба отындарына тәуелділікті азайтуға және жаңартылатын энергияға көшуге тырысады.

Соңғы жылдары күн, жел, гидроэнергетика және геотермалдық энергия сияқты жаңартылатын энергия көздері кеңінен қолданылып келеді. Көптеген ғалымдар пікірінше 2050 жылға қарай жаңартылатын энергия климаттық дағдарыспен тиімді күресу үшін әлемдік энергиямен қамтамасыз етудің едәуір бөлігін құрауы керек деген пікірге келіседі. Жаңартылатын энергия экономикасы технологиядағы және ауқымды инфрақұрылымдағы айтарлықтай прогреске байланысты барған сайын қолайлылығы артуда.

Соңғы онжылдықтарда жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК) геοэкономикалық, геосаяси және экологиялық факторлар кешеніне байланысты әлемдік энергетикалық балансы құрылымында барған сайын маңызды орын алып келеді. Мұнай және табиғи газ сияқты дәстүрлі көмірсутек ресурстары шектеулігі географиялық таралуымен сипатталатындығы анық, бұл олардың стратегиялық маңыздылығы мен мемлекетаралық қақтығыстар үшін әлеуетін анықтайтындығы мәлім. Жаһандық дәрежеде энергия ресурстарын тұтыну құрылымының өзгеруі қорлардың динамикасына, сұраныс пен ұсыныстың ауытқуына, сондай-ақ энергетика саласындағы технологиялық инновацияларға байланысты деп есептейміз.

Соңғы жылдары жаңартылатын энергия көздері дәстүрлі қазба отындарына өміршең балама ретінде көбірек назар аударуда. Әлем климаттың өзгеруінің, қоршаған ортаның нашарлауының және тұрақты даму қажеттілігінің өзекті мәселелеріне тап болғандықтан, жаңартылатын энергия көздерін зерттеу зерттеулер мен пікірталастардың маңызды саласына айналды.

Дәстүрлі энергия көздерінің тапшылығы немесе олардың қол жетімділігі шектеулігіне байланысты, алдағы онжылдықтарда жаңартылатын энергия көздерінің жаңа дәуірі басталады. Алайда бұл пікірдің де кемшіліктері жеткілікті, мәселен мемлекеттер мен аймақтардың, тіпті кейбір континенттердің ерекшелігіне байланысты, жаңартырылатын энергия көздерін пайдаланудың өзі ұзақ және қымбат процесс болып табылады. ЖЭК өту бар мәселелерді шешпейді, оның үстіне жаңа даулы мәселердің туындауына алып келеді.

Материалдар мен әдістерді сипаттау

Жаңартылатын энергия көздерін әлемдік экономикаға енгізудің тиімділігін зерттеу-бұл кешенді және жүйелі тәсілді талап ететін күрделі және көп қырлы іс-шара. Климаттың өзгеруі мен қоршаған ортаны қорғау мәселелерін шешуге жаһандық назардың артуына байланысты бүкіл әлем

бойынша елдер мен директивалық органдар 2030 жылға қарай жаңартылатын энергия көздерін тұтынудың ағымдағы үлесін екі есеге арттыру мақсатында жаңартылатын энергия көздерін пайдалану мүмкіндіктерін кеңейтуге белсенді түрде ұмтылуда, жаңартылатын энергия көздерін дамытуға деген ұмтылыс бүкіл әлем бойынша көптеген жаңартылатын энергия жобаларын жүзеге асыруға әкелді [1].

Жаңартылатын энергия көздерін енгізу тиімділігін бағалау әдістемесін тиімді зерттеу үшін мұндай жобалардың сәттілігіне әсер ететін көптеген факторларды ескеру қажет. Негізгі аспектілердің бірі-техникалық, экономикалық, әлеуметтік және саяси ойларды қамтуы мүмкін маңызды жетістік факторларын анықтау және бағалау. Жаңартылатын энергия жобаларын әзірлеу және іске асыру барлық мүдделі тараптар үшін әртүрлі экологиялық, экономикалық және әлеуметтік салдарға әкелуі мүмкін және бұл салдарлар жаңартылатын энергияны енгізу процесінің жалпы тиімділігін қамтамасыз ету үшін мұқият өлшеніп, бағалануы керек.

Бірнеше зерттеулер жаңартылатын энергия көздеріндегі жобалардың әлеуметтік салдарын өлшеу әдістерін зерттеп, әлеуметтік салдарларды бағалау мұндай жобалардың әлеуметтік қолайлылығын арттыру үшін экологиялық және экономикалық салдарларды бағалау сияқты маңызды екенін мойындады. Сонымен қатар, зерттеушілер жаңартылатын энергия көздері жобаларындағы сәттіліктің маңызды факторларының тиімділік механизмдерін зерттеп, осы факторлардың тиімділігі мен тиімділігі арасындағы күрделі байланысты түсіну қажеттілігін атап өтті.

Осы тақырып бойынша қолданыстағы әдебиеттер жаңартылатын энергия көздерін енгізудің тиімділігін зерттеудің әдіснамалық тәсілдері туралы құнды ақпарат береді. Бұл зерттеулер жергілікті билік органдарының жаңартылатын энергия көздерінің жобаларына қарсы тұруы, табыстың маңызды факторлары және әлеуметтік, экономикалық және экологиялық зардаптарды өлшеу сияқты әртүрлі факторларды ескерудің маңыздылығын атап өтті. Мысалы, Пәкістандағы жаңартылатын энергия көздері жобаларына әсер ететін факторлардың тиімділігін зерттеу жаңартылатын энергия көздері жобаларының сәттілігінің маңызды факторларының тиімділігі ең алдымен қатысатын факторлардың тиімділігіне байланысты екенін көрсетті [2].

Тағы бір зерттеу жаңартылатын энергия көздеріндегі жобалардың әлеуметтік салдарын өлшеу әдістерін қарастырды, бұл салада түсінуді тереңдету және одан әрі жақсартуға ықпал ету қажеттілігін атап өтті. Сонымен қатар, экологиялық әділеттілік үшін жаңартылатын энергия көздерін енгізудің салдарын жүйелі түрде қарау эстетика, шу және жергілікті экожүйелерге әсер ету сияқты жаңартылатын энергияның әлеуетті «сыртқы жергілікті әсерлеріне» жарық түсірді, бұл жергілікті қауымдастықтардың жаңартылатын энергия жобаларына қарсы тұруына ықпал етуі мүмкін.

Осы әртүрлі көзқарастар мен әдістемелік тәсілдерге сүйене отырып, зерттеушілер жаңартылатын энергия көздерін әлемдік экономикаға енгізудің тиімділігін зерттеудің жан-жақты және сенімді негізін жасай алады.

Соңғы жылдары жаңартылатын энергия көздерін енгізудің тиімділігіне арналған ғылыми әдебиеттер санының күрт өсуі байқалды. Зерттеушілер жүргізген библиометриялық талдау жаңартылатын энергия көздерін, әсіресе күн және жел энергетикасын зерттеуге байланысты басылымдардың айтарлықтай өскенін анықтады [3]. Аталмыш зерттеуде бүкіл әлем бойынша жаңартылатын энергия шешімдеріне қызығушылық пен инвестицияның артып келе жатқанын анықтайды.

Бірнеше зерттеулер техникалық, экономикалық, экологиялық және әлеуметтік факторларды ескере отырып, жаңартылатын энергия көздеріне инвестициялауға қатысты шешім қабылдау процестерін зерттеді [2]. Бұл зерттеулерде жаңартылатын энергия көздері жобаларының тұрақтылығын бағалаудың күрделілігін және инвестициялық шешімдерді қолдаудың сенімді әдістерінің қажеттілігін көрсетеді.

Сондай-ақ, әдебиеттерде жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологияларын әзірлеу мен енгізуде мемлекеттік саясат пен ережелер шешуші рөл атқаратыны көрсетілген. Зерттеушілер тиімді саяси шаралар арқылы жоюға болатын капиталға қол жеткізу және қоғамдық тану сияқты жағалаудағы жел энергетикасын енгізудегі әртүрлі кедергілерді анықтады [4].

Нақты аймақтарға келетін болсақ, әдебиеттерде жаңартылатын энергия саясаты және әртүрлі елдердің алдында тұрған мәселелер туралы ақпарат бар.

Әдебиеттерде дамушы елдер контекстінде Әлеуметтік және саяси кедергілер тұрақты даму мүддесі үшін жаңартылатын энергия көздерін жылдам енгізудегі ең үлкен кедергілер болып табылады делінген. Сол сияқты, әр түрлі елдердегі жаңартылатын энергия көздеріне көшу себептерін және онымен байланысты кедергілерді талдау негізгі проблемалар ретінде экономикалық, саяси, құқықтық және техникалық факторларды анықтады [5].

Талқылау

Жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың қажеттілігі. Жаңартылатын энергияның теориялық және әдіснамалық негіздері инженерия мен технологиядан экономика мен саясатқа дейінгі көптеген пәндерді қамтиды. Күн, жел, гидроэнергетика және геотермалдық энергия сияқты жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологиялары таза, тұрақты және жиі үнемді шешімдерді қамтамасыз ете отырып, энергетикалық ландшафтты түрлендіруге әлеуетке ие. Жаңартылатын энергия көздерін енгізу парниктік газдар шығарындыларының азаюына ықпал етуі мүмкін, осылайша климаттың өзгеруін азайтады [1].

Жаңартылатын энергия жүйелері мен жеткізу тізбегінің өнімділігі олардың өміршеңдігі мен ауқымдылығын анықтайтын маңызды факторлар болып табылады. Зерттеушілер жаңартылатын энергияны кеңінен енгізудегі әртүрлі кедергілерді, соның ішінде технологиялық, экономикалық және саяси мәселелерді анықтады. Осы кедергілерді еңсеру және болашақтың тұрақты энергетикасына көшуді жеңілдету үшін технологиялық инновацияларды, саяси қолдауды және стратегиялық серіктестіктерді қамтитын көп қырлы тәсіл қажет [6].

British Petroleum мәліметтері бойынша, 1980 жылдардан бастап әлемдік энергия тұтынуудағы ЖЭК (гидроэнергияны қоспағанда) үлесінің үдемелі өсуі байқалады. ХХІ ғасырдың басында бұл үрдіс әсіресе айқын болды, оған технологияларды жетілдіру, жаңартылатын энергия өндірісінің өзіндік құнын төмендету және ұлттық үкіметтер мен халықаралық ұйымдардың институционалдық қолдауы ықпал етті [7].

1973 және 1979 жылдардағы энергетикалық дағдарыстар батыс елдеріндегі энергия теңгерімін әртараптандырудың негізгі катализаторы болды. Бұл оқиғалар дәстүрлі көмірсутектерге тәуелділікті азайту қажеттілігін тудырды және ЖЭК дамуын ынталандырды, әсіресе электр генерациясы секторында. Кейіннен мұнай мен газды экспорттаушыларға тәуелділікпен байланысты геосаяси тәуекелдер, сондай-ақ Экологиялық күн тәртібінің күшеюі энергетикалық трансформация процесін жеделдетті. Жаһандық климаттың өзгеруін ескере отырып, декарбонизация саласындағы халықаралық күш-жігер дамыған және дамушы экономикалардың энергетикалық стратегиясының маңызды элементі ретінде ЖЭК-ті кеңейтуге ықпал етті. ЖЭК-тің негізгі сипаттамалары олардың жаңаруы, кең географиялық қол жетімділігі және салыстырмалы түрде төмен көміртегі ізі болып табылады, бұл олардың ұзақ мерзімді бәсекеге қабілеттілігін анықтайды.

Жаһандық энергетикалық саясат шеңберінде ЖЭК-ті дамыту субсидиялау, инвестициялық ынталандыру және электр энергиясын кепілдендірілген сатып алу тетіктері арқылы қамтамасыз етіледі. ЖЭК-Тегі негізгі инвестициялық ағындар Қытай, АҚШ, Үндістан, Германия және Жапония сияқты елдерде шоғырланған. ЖЭК үш негізгі дискурсивті жазықтықта қарастырылады: ЖЭК артықшылықтарына баса назар аударатын басым оң жақтау; Тиімділік пен шығындар мәселелерін қозғайтын экономикалық және технологиялық сын-тегеуріндер шеңбері; Тұрақты даму контекстіндегі ЖЭК әлеуетін көрсететін экологиялық және әлеуметтік шеңбер [8].

Жаңартылатын энергияға көшудің артықшылықтары көп қырлы. Жаңартылатын энергия жаһандық температураның көтерілуін шектеу үшін қажетті парниктік газдар шығарындыларын азайтуға айтарлықтай үлес қоса отырып, жалпы әлемдік энергияға сұраныстың үштен екісіне дейін қанағаттандыра алады [9]. Сонымен қатар, жаңартылатын энергия нарығының өсуі дамыған және дамушы елдерге де әсер етеді. Дамыған елдер қоршаған ортаға әсерді азайту үшін жаңартылатын энергияны пайдалана алады, ал дамушы елдер өсіп келе жатқан экономикалық қозғалтқыштарын қуаттандыру және сыртқы энергия көздеріне тәуелділікті азайту үшін жаңартылатын ресурстарды пайдалана алады [10].

Дегенмен, жаңартылатын энергияға көшу белгілі бір қиындықтарды тудырады. Жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың өсуін жеделдету үшін ынталандырушы саясат пен нормативтік-құқықтық базаны түзету қажет, бұл ретте жел және күн фотоэлектрлік технологиялары саласында ең үлкен өсім күтіледі, бұл энергия тиімділігін арттырумен толықтырылады.

Сонымен қатар, халықаралық дискурста әлі де елеусіз қалған көлік және өндіріс секторлары әлемдік экономиканың толық декарбонизациясына қол жеткізу үшін жаңа технологиялық инновациялар мен инфрақұрылымды дамытуды қажет етеді.

Осы проблемаларға қарамастан, алдағы онжылдықтарда әлемдік экономикадағы жаңартылатын энергия көздерінің рөлі экспоненциалды түрде артады. Жаңартылатын энергия көздері тұрақты экономикалық дамуды ынталандыруға, қоршаған ортаға әсерді азайтуға және бүкіл әлем үшін таза және тұрақты энергетикалық болашақты қамтамасыз етуге қабілетті.

Жаңартылатын энергия нарығының өсуі жеделдейді деп күтілуде және жаңартылатын көздерден алынатын нарық үлесі 2030 жылға қарай 17,1% - дан 24% - ға дейін өседі деп болжануда [10]. Жел және күн энергиясы сияқты жаңартылатын энергия көздері шығындар тұрғысынан бәсекеге қабілетті болып келеді және айтарлықтай әлеуметтік-экономикалық пайда әкеледі, бұл оларды дамыған және дамушы экономикалар үшін өміршең шешім етеді. Дамыған елдер қоршаған ортаға әсерді азайту және жаңартылмайтын энергия өндіру әдістеріне тәуелділікті өтеу құралы ретінде жаңартылатын энергияға инвестиция салады, ал дамушы елдер жаңартылатын энергияның өсіп келе жатқан экономикасын ынталандыратын және сыртқы энергия көздеріне тәуелділікті төмендететін артықшылықтарын пайдалануға тырысады.

Жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологиялары дамып келе жатқандықтан, дамушы елдер осы жетістіктерді пайдалану үшін барлық мүмкіндіктерге ие. Бұл елдер көбінесе күн сәулесі сияқты жаңартылатын энергияның бай ресурстарына ие және қалыптасқан энергетикалық жүйелерге жаңа технологияларды енгізуге кедергі келтіретін бұрынғы энергетикалық инфрақұрылымы жоқ. Сонымен қатар, дамушы елдердегі энергияға сұраныстың қарқынды өсуі жаңартылатын энергия көздерін осы өсіп келе жатқан қажеттіліктерді тұрақты негізде қанағаттандырудың тартымды нұсқасына айналдырады.

Жаңартылатын энергия көздерін енгізуге ықпал ететін факторлар. Жаңартылатын энергия көздерінің перспективалы әлеуетіне қарамастан, бірнеше мәселелерді шешу қажет. Негізгі кедергілердің бірі-жаңартылатын энергия көздерінің өсуін жеделдетуге ықпал ететін саясат пен нормативтік-құқықтық базаның қажеттілігі. Жаңартылатын Энергия Көздері Жөніндегі Халықаралық Агенттіктің (IRENA) пікірінше, Париж Келісімінің жаһандық температураның индустрияға дейінгі деңгейден 1,5°C-қа дейін көтерілуін шектеу мақсатына жету үшін жаңартылатын энергия көздерінің өсуін алты есе арттыру қажет. Сонымен қатар, көлік және өндіріс сияқты салалардағы технологиялық инновациялар көмірқышқыл газының шығарындыларын түпкілікті жою үшін өте маңызды болады. Сын-қатерлерді еңсеру және жаңартылатын энергия көздері ұсынатын мүмкіндіктерді пайдалану әлемдік экономиканың болашақ даму траекториясын қалыптастыруда шешуші рөл атқарады.

Жаңартылатын энергия көздерін қабылдауды бірнеше факторлар жеделдетті. Біріншіден, жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологиясымен байланысты қолайлы экономикалық жағдай, атап айтқанда, күн фотоэлектрлік қондырғылары мен жел турбиналары құнының төмендеуі бұл энергия көздерін дәстүрлі қазба отындарымен салыстырғанда бәсекеге қабілетті етеді. Сонымен қатар, күн сәулесі, жел және геотермалдық энергия сияқты жаңартылатын энергия көздерінің кең қол жетімділігі оларды әртүрлі аймақтарға, соның ішінде экономикалық өсу үшін осы таза энергия көздерін пайдаланғысы келетін дамушы елдерге қол жетімді етті.

Сонымен қатар, жаңартылатын энергия технологияларының ауқымдылығы оларды әртүрлі масштабта енгізуге мүмкіндік берді, бұл орталықтандырылмаған энергия өндірісі мен таралуына ықпал етті. Жұмыс орындарын құру, ауа сапасын жақсарту және қазба отынының импортына тәуелділікті азайту сияқты жаңартылатын энергияны пайдаланудың әлеуметтік-экономикалық пайдасы үкіметтер мен мүдделі тараптарды болашақта жаңартылатын энергияға көшуге басымдық беруге итермеледі.

Нәтижелер

Жаңартылатын энергия көздеріне қатысты сыни көзқарас. Тұрақты энергетикалық шешімдерді іздеудің бір бөлігі ретінде жаңартылатын энергия көздері айтарлықтай назар аударады және инвестицияларды тартады, ал олардың жақтастары дәстүрлі қазба отынына негізделген энергия өндірумен байланысты өзекті экологиялық мәселелерді шешу үшін олардың әлеуетін жарнамалайды. Дегенмен, ғылыми әдебиеттерді мұқият зерттеу жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологияларын кеңінен енгізуге байланысты мәселелер мен шектеулерді жақсырақ түсінуге мүмкіндік береді.

Жаңартылатын энергия көздеріне қатысты негізгі мәселелердің бірі-олардың жеткізілімдерінің құбылмалылығы, бұл электр энергиясын желіге сенімді және үздіксіз жеткізу үшін айтарлықтай қиындықтар тудыруы мүмкін. Күн мен желдің энергиясы, атап айтқанда, олардың негізгі ресурстарының болжанбайтын сипатына байланысты, бұл электр энергиясын өндірудегі ауытқуларға әкеледі, оларды басқару және қолданыстағы энергетикалық инфрақұрылыммен біріктіру қиын болуы мүмкін.

Күн мен жел энергиясының ішкі табиғаты атап өткендей, «дәстүрлі» көздерге» қарағанда электр желілері үшін үлкен проблемалар тудыруы мүмкін, бұл электр желісінің тұрақтылығы мен сенімділігін сақтау үшін қосымша шараларды қажет етеді [11].

Сонымен қатар, жаңартылатын энергия көздеріне тәуелділік электр желісінің осалдығына әкелуі мүмкін. Жаңартылатын энергияны пайдаланудың тұрақсыз сипаты энергетикалық жүйенің жалпы тұрақтылығы мен қауіпсіздігіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін «күтпеген ақауларға» әкелуі мүмкін [12].

Дәстүрлі электр станциялары өзгергіштік пен сенімділік мәселелеріне тап болғанымен, жаңартылатын энергия көздеріне қатысты мәселелер жиі өткір және күрделі шешімдерді қажет етеді.

Жаңартылатын энергия көздеріне қатысты негізгі мәселелердің бірі-олардың құбылмалы сипаты [1]. Күн, жел және басқа да жаңартылатын энергия көздерінің болуы олардың сенімділігі мен тұрақтылығына айтарлықтай әсер етуі мүмкін ауа-райы мен климаттық жағдайлар сияқты қоршаған орта факторларына байланысты. Мұндай үзілістер электр желілерін біріктіру үшін үлкен проблема болып табылады, өйткені электр желісі тұрақтылықты сақтау және өзгеріп отырған сұранысты қанағаттандыру үшін тұрақты және сенімді энергиямен қамтамасыз етуді қажет етеді. Жаңартылатын энергия көздерін қолданыстағы желілік инфрақұрылымға біріктіруге байланысты «мүмкіндіктер мен проблемалар» күн мен жел энергиясының ішкі табиғаты «дәстүрлі көздерге» қарағанда электр желілері үшін үлкен проблемалар тудыруы мүмкін, бұл электр желісінің тұрақтылығы мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін қосымша шараларды қажет етеді.

Сонымен қатар, жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологияларын масштабтау және сақтау мүмкіндіктері мұқият ғылыми зерттеудің тақырыбы болды. Ғалымдардың пікірінше, жаңартылатын энергия көздері энергия балансына үлес қосуы мүмкін болса да, оларға тән құбылмалылық пен құбылмалылық деректерді сақтаудың озық шешімдерін және оларды қолданыстағы энергетикалық инфрақұрылымға тиімді біріктіру үшін желіні басқару стратегияларын әзірлеуді талап етеді.

Жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың перспективалы перспективаларына қарамастан, ғылыми әдебиеттерде кеңінен қабылдауға қол жеткізілмес бұрын шешілуі керек бірнеше негізгі мәселелер атап өтілді. Оларға жақсартылған желілік интеграция, сенімді сақтау шешімдері және жаңартылатын энергия көздерінің өзгергіштігін төмендететін технологияларды дамыту қажеттілігі жатады [13].

Сонымен қатар, күн фотоэлектрлік жүйелері мен жел турбиналары сияқты жаңартылатын энергия технологияларына байланысты күрделі және орнату шығындары дәстүрлі қазба отынына негізделген электр энергиясын өндіруге қарағанда айтарлықтай жоғары болуы мүмкін [14]. Бұл қаржылық кедергі жаңартылатын энергия көздерін, әсіресе экономикалық ресурстары немесе инфрақұрылымы шектеулі аймақтарда кеңінен қабылдауды шектеуі мүмкін.

Сонымен қатар, жаңартылатын энергия көздерін қолданыстағы электр желісінің инфрақұрылымына біріктіру айтарлықтай техникалық және реттеуші кедергілер тудыруы мүмкін. Коммуналдық қызмет операторлары мен жүйелік жоспарлау мамандары көбінесе жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудан тартынады, өйткені олардың пайдалану қиындықтары мен электр желісінің тұрақсыздығы мүмкін.

Зерттеуші Стрэм пікірінше, «күн мен жел энергиясының ішкі табиғаты «дәстүрлі» көздерге қарағанда электр желілері үшін үлкен проблемалар тудыруы мүмкін» [11]. Бұл өзгерістерге қарсылық, жаңартылатын энергия

көздерін енгізуге ықпал ететін ынталандыру мен саясаттың болмауымен бірге, оларды кеңінен енгізуге үлкен кедергі болуы мүмкін.

Жаңартылатын энергияның әлеуетті артықшылықтары айқын болғанымен, ғылыми әдебиеттерде оларды жүзеге асыруға теңдестірілген және негізделген көзқарас қажет екендігі баса айтылған.

Дамушы елдерде жаңартылатын энергия көздерін енгізуге байланысты проблемалар сенімді инфрақұрылымның, техникалық білімнің және қаржылық ресурстардың болмауымен одан әрі күшейе түседі. Келесі ғалымдар пікірінше, «ЖЭК дамытудағы кедергілер әртүрлі елдерде/аймақтарда ерекшеленеді және экономикалық, техникалық, ақпараттық, қаржылық, нормативтік және саяси, институционалдық және әкімшілік, әлеуметтік және экологиялық және түпкілікті пайдалану/сұраныс кедергілерін қамтиды» [15].

Жаңартылатын энергия көздерінің экологиялық мәселелерді шешудегі артықшылықтары кеңінен танылғанымен, ғылыми әдебиеттер оларды кеңінен енгізуді қамтамасыз ету үшін еңсеру қажет мәселелер мен шектеулерге егжей-тегжейлі көзқарасты ұсынады.

Қорытынды

Қорытындылай келе, алдағы жылдары әлемдік экономикадағы жаңартылатын энергия көздерінің рөлі арта түсетінін атап өткім келеді. Жаңартылатын энергияға негізделген экономикаға көшу бүкіл әлем елдері үшін Тұрақты дамуға, қоршаған ортаны қорғауға және энергетикалық қауіпсіздікке жол ашады.

Төмен көміртекті экономикаға көшу жаһандық императив болып табылады және бұл трансформациядағы жаңартылатын энергия көздерінің рөлі өте маңызды. 2050 жылға қарай жер бетінің орташа жаһандық температурасын 2 °С-тан төмен көтеруді шектеу мақсатына жету үшін жаңартылатын энергия жалпы әлемдік энергиямен қамтамасыз етудің үштен екісін құрауы керек. Бұл ауысуды қамтамасыз ету үшін директивалық органдар мен нормативтік-құқықтық база жаңартылатын энергия көздерінің өсуінің алты есе жеделдеуін қамтамасыз ететіндей етіп түзетілуі керек, бұл ретте энергия тиімділігінің жоғары деңгейімен толықтырылған жел және күн фотоэлектрлік технологияларында ең үлкен өсу күтіледі, дегенмен, көмірқышқыл газының шығарындыларын толығымен азайту үшін жаңа технологиялар мен инновациялар қажет болады, әсіресе халықаралық пікірталастарда елеусіз қалған көлік және өндіріс секторларында.

Жаңартылатын энергия көздерін, соның ішінде күн, жел және гидроэнергетиканы кеңінен енгізу әлемдік экономика үшін трансформациялық әлеуетке ие. Жаңартылатын энергия көздері нарығының өсуі 2020 жылдан 2021 жылға дейін шамамен 5% - ға жетеді деп күтілуде, жаңартылатын энергия көздері 2030 жылға қарай әлемдік энергетикалық нарықтың 17,1% - дан 24% - на дейін өседі деп болжануда [10]. Бұл өсім әсіресе дәстүрлі энергетикалық инфрақұрылымдар жетіспейтін дамушы экономикаларда айқын көрінеді, дегенмен экономикалық өсу дамыған

елдердің өсімінен асып түседі деп болжануда.

Жаңартылатын энергия көздері парниктік газдар шығарындыларын айтарлықтай азайтуы мүмкін әлемдік энергияға деген сұраныстың едәуір бөлігін қамтамасыз етеді деп болжануда. Дегенмен, көміртегі бейтараптығына қол жеткізу технологияны, әсіресе жаһандық климаттық саясаттағы негізгі мәселелер болып қала беретін көлік және өндіріс сияқты секторларда жетілдіруді қажет етеді.

Жаңартылатын энергия көздеріне көшу қолайлы экономикалық жағдайлармен, ресурстардың қолжетімділігімен және технологиялық ауқымдылығымен қамтамасыз етілген айтарлықтай экономикалық және экологиялық пайда әкеледі. Дамушы елдер, атап айтқанда, сыртқы энергия көздеріне тәуелділікті азайту және олардың экономикалық дамуын қолдау құралы ретінде жаңартылатын энергия көздерінен пайда табуға дайын.

Жаңартылатын энергия көздерінің өсуінің қажетті деңгейлеріне қол жеткізу үшін саясат пен нормативтік-құқықтық базаны қамтамасыз ету маңызды болады. Жел және күн фотоэлектрлік технологиялары бұл өсімнің көп бөлігін энергия тиімділігін арттырумен толықтырады деп күтілуде. Соған қарамастан, көмірқышқыл газының шығарындыларын толығымен жою басқа салаларда, әсіресе көлік пен өндірісте инновацияларды қажет етеді.

Қорытындылай келе, жаңартылатын энергия көздеріне жаһандық көшу климаттың өзгеруіне қарсы күресте және тұрақты болашақты қамтамасыз етуде шешуші қадам болып табылады. Жаңартылатын энергия көздерінің қолайлы экономикасы, барлық жерде кездесетін ресурстары, масштабталатын технологиялары және әлеуметтік-экономикалық артықшылықтары оны жаһандық энергетикалық трансформацияның негізгі драйвері ретінде көрсетеді. Саясаттағы, реттеудегі және технологиялық мәселелердегі қиындықтарды жеңе отырып, әлем жаһандық экономиканы қайта құру және тұрақты болашақты қамтамасыз ету үшін жаңартылатын энергия көздерінің орасан зор әлеуетін пайдалана алады. Жаңартылатын энергия көздерін енгізуді одан әрі жеделдету климаттың өзгеруін азайту және жаһандық ауқымда тұрақты дамуға жәрдемдесу үшін өте маңызды.

ӘДЕБИЕТ

[1] Adams S. O., Asante W. Politics of Renewable Energy in Africa: Nature, Prospects and Challenges. - IntechOpen eBooks. IntechOpen, 2019.

[2] Strantzali E., Aravossis K. Decision making in renewable energy investments. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2015. - Vol. – 55 - p. 885.

[3] Castillo C. E. C., Salas W. P. G., Ochoa G. V. Research trend in renewable energy resource: a detail bibliometric study. // Contemporary Engineering Sciences. - 2018. - Vol. 11. - Issue 75. - P. 3739.

[4] Farinelli U. Renewable energy policies in Italy. // Energy Sustainable Development. - 2004. - Vol. 8. - Issue 1. - P. 58.

[5] Kabel T. S., Bassim M. Reasons for shifting and barriers to renewable energy: a literature review. // International Journal of Energy Economics and Policy. - 2020. - Vol. 10. - No. 2. - P. 89.

[6] Wee H., Yang W.-H., Chou C.-W., Padilan M. V. Renewable energy supply chains, performance, application barriers, and strategies for further development. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2012. - Vol. 16. - Issue 8. - P. 5451.

[7] British Petroleum (BP). BP energy outlook. - London: BP Publication, 2019.

[8] Reetz M. R., Arlt D., Wolling J. Explaining the media's framing of renewable energies: an international comparison. - 2019.

[9] Gielen D., Boshell F., Saygin D., Bazilian M., Wagner N., Gorini R. The role of renewable energy in the global energy transformation. // Energy Strategy Reviews. - 2019. - Vol. 24. - P. 38.

[10] Marsillac E. Supporting Renewable Energy Market Growth through the Circular Integration of End-of-Use and End-of-Life Photovoltaics. // Sustainability. - 2021. - Vol. 13. - Issue 19. - P. 10594.

[11] Stram B. Key challenges to expanding renewable energy. // Energy Policy. - 2016. Vol. 96. - P. 728.

[12] Sovacool B. K. The intermittency of wind, solar, and renewable electricity generators: Technical barrier or rhetorical excuse? // Utilities Policy. - 2008. - Vol. 17. - P. 288.

[13] Shafiullah G., Oo A. M. T., Jarvis D., Ali A. B. M. S., Wolfs P. Potential challenges: Integrating renewable energy with the smart grid. // Australasian Universities Power Engineering Conference. - 2010. - P. 1. <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30056462/shafiullah-potentialchallenges-2010.pdf>.

[14] Sandor D., Fulton S., Engel-Cox J., Peck C., Peterson S. System Dynamics of Polysilicon for Solar Photovoltaics: A Framework for Investigating the Energy Security of Renewable Energy Supply Chains. // Sustainability. - 2018. - Vol. 10. - Issue 1. - P. 160.

[15] Painuly J. P., Wohlgemuth N. Renewable energy technologies: barriers and policy implications. // Elsevier BV, 2020. - P. 539.

REFERENCES

[1] Adams S. O., Asante W. Politics of Renewable Energy in Africa: Nature, Prospects and Challenges. IntechOpen eBooks. IntechOpen, 2019.

[2] Strantzali E., Aravossis K. Decision making in renewable energy investments. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, Vol.55, p. 885.

[3] Castillo C. E. C., Salas W. P. G., Ochoa G. V. Research trend in renewable energy resource: a detail bibliometric study. Contemporary Engineering Sciences, 2018, Vol. 11, Issue 75, P. 3739.

[4] Farinelli U. Renewable energy policies in Italy. Energy Sustainable Development, 2004, Vol. 8, Issue 1, P. 58.

[5] Kabel T. S., Bassim M. Reasons for shifting and barriers to renewable

energy: a literature review. International Journal of Energy Economics and Policy, 2020, Vol. 10, No. 2, P. 89.

[6] Wee H., Yang W.-H., Chou C.-W., Padilan M. V. Renewable energy supply chains, performance, application barriers, and strategies for further development. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, Vol. 16, Issue 8, P. 5451.

[7] British Petroleum (BP). BP energy outlook. - London: BP Publication, 2019.

[8] Reetz M. R., Arlt D., Wolling J. Explaining the media's framing of renewable energies: an international comparison, 2019.

[9] Gielen D., Boshell F., Saygin D., Bazilian M., Wagner N., Gorini R. The role of renewable energy in the global energy transformation. Energy Strategy Reviews, 2019, Vol. 24, P. 38.

[10] Marsillac E. Supporting Renewable Energy Market Growth through the Circular Integration of End-of-Use and End-of-Life Photovoltaics. Sustainability, 2021, Vol. 13, Issue 19, P. 10594.

[11] Stram B. Key challenges to expanding renewable energy. Energy Policy, 2016, Vol. 96, P. 728.

[12] Sovacool B. K. The intermittency of wind, solar, and renewable electricity generators: Technical barrier or rhetorical excuse? Utilities Policy, 2008, Vol. 17, P. 288.

[13] Shafiullah G., Oo A. M. T., Jarvis D., Ali A. B. M. S., Wolfs P. Potential challenges: Integrating renewable energy with the smart grid. Australasian Universities Power Engineering Conference, 2010, P. 1. <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30056462/shafiullah-potentialchallenges-2010.pdf>.

[14] Sandor D., Fulton S., Engel-Cox J., Peck C., Peterson S. System Dynamics of Polysilicon for Solar Photovoltaics: A Framework for Investigating the Energy Security of Renewable Energy Supply Chains. Sustainability, 2018, Vol. 10, Issue 1, P. 160.

[15] Painuly J. P., Wohlgemuth N. Renewable energy technologies: barriers and policy implications. Elsevier BV, 2020, P. 539.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В БОРЬБЕ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

*Абдуали М.А.¹, Байкушикова Г.С.²

*^{1, 2} Казахский Национальный Университет
имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Аннотация. В условиях глобального изменения климата и растущего спроса на энергию возобновляемые источники энергии (ВИЭ) становятся ключевым элементом устойчивого развития мировой экономики. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью перехода от традиционных углеводородных ресурсов к более чистым и устойчивым формам энергии, что является важным шагом в борьбе с климатическими изменениями и обеспечении энергетической безопасности.

Целью исследования является анализ роли ВИЭ в глобальной

энергетической системе, а также выявление основных факторов, способствующих или препятствующих их внедрению. Задачи исследования включают: 1) оценку текущего состояния и тенденций в использовании ВИЭ; 2) анализ экономических, социальных и экологических аспектов внедрения ВИЭ; 3) выявление ключевых барьеров и возможностей для развития возобновляемой энергетики в различных регионах мира.

Методы исследования основаны на комплексном подходе, включающем анализ научной литературы, статистических данных и кейс-стадии успешных проектов в области ВИЭ. Использование библиометрического анализа позволяет выявить основные направления исследований и тенденции в области возобновляемой энергетики. Кроме того, проведен сравнительный анализ политик и стратегий различных стран, направленных на развитие ВИЭ.

Результаты исследования показывают, что внедрение ВИЭ не только способствует снижению углеродных выбросов, но и создает новые экономические возможности, особенно в развивающихся странах. Однако для успешной реализации перехода к устойчивой энергетике необходимо преодолеть существующие барьеры, такие как недостаток финансирования, технические ограничения и отсутствие эффективной нормативно-правовой базы. Данное исследование вносит вклад в понимание сложностей и возможностей, связанных с переходом к возобновляемым источникам энергии, и может служить основой для дальнейших исследований в этой области.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, устойчивое развитие, энергетическая безопасность, климатические изменения, экономическая диверсификация, технологические инновации, социальные аспекты, энергетическая трансформация

GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION: THE ROLE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN COMBATING CLIMATE CHANGE

***Abduali M.A.¹, Baikushikova G.S.²**

***^{1, 2} Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan**

Abstract. In the context of global climate change and growing demand for energy, renewable energy sources (RES) are becoming a key element of the sustainable development of the global economy. The relevance of this work is due to the need to move from traditional hydrocarbon resources to cleaner and more sustainable forms of energy, which is an important step in combating climate change and ensuring energy security.

The purpose of the study is to analyze the role of renewable energy sources in the global energy system, as well as to identify the main factors contributing to or hindering their implementation. Research objectives include: 1) assessment of the current state and trends in the use of renewable energy; 2) analysis of the economic, social and environmental aspects of the introduction of renewable

energy; 3) identification of key barriers and opportunities for the development of renewable energy in various regions of the world.

The research methods are based on an integrated approach, including the analysis of scientific literature, statistical data and case-stages of successful projects in the field of renewable energy. The use of bibliometric analysis makes it possible to identify the main research areas and trends in the field of renewable energy. In addition, a comparative analysis of the policies and strategies of various countries aimed at the development of renewable energy sources has been conducted.

The results of the study show that the introduction of renewable energy sources not only helps to reduce carbon emissions, but also creates new economic opportunities, especially in developing countries. However, for the successful implementation of the transition to sustainable energy, it is necessary to overcome existing barriers such as lack of funding, technical constraints and lack of an effective regulatory framework. This study contributes to an understanding of the complexities and opportunities associated with the transition to renewable energy sources and can serve as a basis for further research in this area.

Key words: renewable energy sources, sustainable development, energy security, climate change, economic diversification, technological innovation, social aspects, energy transformation

Авторлар жайында мәлімет

Абдуали Мадина Абунасыркызы - әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің 1 курс докторанты, Алматы, Қазақстан, e-mail: mado_97@mail.ru

Байкушикова Гульнара Серикбаевна – PhD, доцент, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: baikushikova.gulnara@kaznu.kz

Сведения об авторах

Абдуали Мадина Абунасыркызы – докторант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: mado_97@mail.ru

Байкушикова Гульнара Серикбаевна – PhD, доцент Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: baikushikova.gulnara@kaznu.kz

Information about the authors

Abduali Madina Abunasyrkyzy - PhD student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: mado_97@mail.ru

Baikushikova Gulnara Serikbayevna – PhD, associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, e-mail: baikushikova.gulnara@kaznu.kz

Мақала түсті: 10 Наурыз 2025