

Г.Ш. Қалиақпарова^{1*}, Е.Е. Гриднева², Н.А. Аманкелді³, Р.С. Парманова⁴, К.Н. Бекетова⁵

^{1,2,3,4}Каспий қоғамдық университеті, Алматы, Қазақстан;

⁵Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан

¹Gk_2003@mail.ru, ²elengred@mail.ru, ³namankeldy@mail.ru, ⁴rimma200675@mail.ru, ⁵kamar82@mail.ru

¹<https://orcid.org/0000-0002-1859-9774>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3279-2036>;

³<https://orcid.org/0009-0001-7045-4847>; ⁴<https://orcid.org/0000-0001-6421-150x>,

⁵<https://orcid.org/0000-0001-5094-9140>

¹Scopus Author ID: 55471407200, ²Scopus Author ID: 57215933587,

³Scopus Author ID:57006804100, ⁴Scopus Author ID:57211602462, ⁵Scopus Author ID: 55428462300

¹Researcher ID: AAX-6485-2021, ²Researcher ID: AAX-6467-2021

Баламалы энергия көздері энергия шығынын азайтудың құрамдас бөлігі ретінде

Аңдатпа:

Мақсаты: Әлемдік кеңістікте қолданылатын әртүрлі баламалы (жаңартылатын) энергия көздерін көрсету. Дәстүрлі энергия көздері қайтымсыз, олардан шығатын шығарындылар планетаның экологиясына едәуір әсер етеді. Баламалы энергия көздеріне келер болсақ олар табиғи түрде жаңартылады және де таусылмайды.

Әдісі: Сипаттамалық әдіс — баламалы энергия көздерінің ашылуын, олардың әсерінің экономикалық аспектілерін зерттейді; аналитикалық әдіс — жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың тиімділігін көрсетеді; салыстыру әдісі — баламалы энергия көздерін енгізудің орындылығы мәселелерін зерттеуге көмектеседі.

Қорытынды: Мақалада энергияның негізгі баламалы көздері көрсетілген, ықтимал экономикалық тәуекелдер және олардың экономикалық тұрақсыздыққа байланысты енгізу мен пайдалануға әсері, сонымен қатар олардың жалпы ел экономикасының дамуына әсер ету тиімділігі зерттелген.

Тұжырымдама: Қолданыстағы баламалы энергия көздеріне жүргізілген талдау қолда бар артықшылықтарды сипаттауға мүмкіндік берді. Табиғи пайдалы қазбаларды пайдалану көлемінің төмендеуі, сондай-ақ оларға тәуелділіктің төмендеуі барлаудың және қосымша өндірудің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Жаңартылатын энергия субсидиялар, салықтық жеңілдіктер және инвестициялар сияқты қаржылық механизмдерге байланысты. Зерттеу барысында баламалы энергия көздерін шетелде қолдану мәселелері зерделенді. Жаңартылатын энергия көздерін қолданудың әлемдік тәжірибесі экономикалық тұрғыдан қолда бар энергия көздеріне маңызды баламалы (альтернативтік) шешім екенін атап өткіміз келеді.

Кілт сөздер: жаңартылатын энергия көздері, экономикалық тиімділік, энергия шығындары, ресурстарды ұтымды пайдалану, «жасыл» экономика, экология, энергия жүйесі, табиғи ресурстар.

Кіріспе

Әлемдік отын тұтынудың 80 %-ға жуығы табиғи пайдалы қазбалар (мұнай, көмір, табиғи газ) есебінен қамтамасыз етіледі. Зерттеу тақырыбы өзекті болып саналады, өйткені энергия ресурстарын пайдаланудың қолда бар мүмкіндіктері сарқылып жатыр. Сонымен қатар, әр елде жел мен күн энергиясы, толқын энергиясы, толқындар мен ағындар, шағын электр станцияларын пайдалану және басқа да табиғи ресурстар сияқты әртүрлі жаңартылатын энергия көздерін қолданудың кең әлеуеті бар.

Дәстүрлі энергия көздерін пайдалану қайтымсыз сипатқа ие, ол қоршаған ортаның ластануына, көмірқышқыл газының шығарындыларына толы, оның үстіне жаһандық жылыну түрінде климаттың өзгеруіне әкелуі мүмкін.

Баламалы энергия көздерін пайдалану қоршаған ортаны ластамай, энергия шығындарын, сондай-ақ олардың бағасын төмендетпей, табиғи түрде үнемі толықтырылатын, қоршаған ортаға аз зиян келтіретін жаңартылатын энергияны алуға мүмкіндік береді. Сондықтан, баламалы энергия көздерін пайдалану технологиялары көбінесе «жасыл» деп аталады.

Жаңартылатын энергия көздеріне (ЖЭК) мыналар жатады:

* Хат-хабарларға арналған автор. E-mail: Gk_2003@mail.ru

- жел энергиясы, жел генераторлары мен жел диірмендері. Экологиялық таза және шығындардың төмен құны байқалады. Мәселе мынада, желдің күшін, сондай-ақ оны қолданудың климаттық салдарын болжау өте қиын;

- гидроэнергетика ірі өзендерде жұмыс істейді, гидроэлектрстанцияларды салу өте қымбат, бірақ сонымен бірге тез ақталады;

- толқындар мен ағындардың энергиясы толқындармен байланысты. Ол үшін гидродинамикалық энергияны пайдаланатын толқындық электр станциялары қолданылады;

- геотермалдық энергетика жердің жылуы есебінен қолданылады. Оны сейсмикалық қауіпті және жанартау аймақтарында ұсақ ұңғымалар арқылы алу өте оңай, өйткені бұл үлкен инвестициялық салымдарды қажет етпейді;

- осмостық диффузия энергиясы өзендердің сағаларында қолданылады. Энергия көзі тұщы және тұзды су сұйықтықтарының энтропиясы болып табылады;

- биоотын, сұйық және қатты. Баламалы энергия көзі ретінде өсімдік және жануар тектестердің қалдықтары қолданылады. Сұйық биоотынға биодизель, биобутанол; ал қатты отынға отын, отын брикеттері және т.б. жатады;

- күн энергиясы, күн электр станциялары күн батареялары арқылы пайдаланылады. Энергияның бұл түрі ең үнемді және қауіпсіз болып саналады. Бұл жағдайда күн энергиясы бұлтты ауа-райында және қалың қарда да өндіріледі.

- гравитациялық энергетика әзірлеме сатысында.

Дүниежүзінде энергия тұтынудың өсуі баламалы энергия көздеріне экономикалық қызығушылықты арттырады. 2040 жылға қарай халықаралық энергетика агенттігінің деректері бойынша электр энергиясын тұтынуды әлемдік ауқымда 25 %-ға ұлғайту көзделіп отыр.

Баламалы энергия көздерін қолдану күннен күнге өзекті бола түсуде. Жаңартылатын энергия жөніндегі халықаралық агенттік соңғы 10 жылда күн энергиясының өзіндік құнын 82 %-ға, ал жел энергиясының құнын 39 %-ға төмендегенін атап өтті.

Осыған орай, Германияда қабылданған күн энергиясы туралы заң жобасы жеке үйлердің иелерін, әзірге тек Берлинде ғана, 2023 жылы шатырларға күн жүйелерін орнатуға міндеттеген, бұл СО₂ шығарындыларын едәуір азайтуға мүмкіндік береді. Жел ұзақ уақыт бойы ұнды ұнтақтау, жел диірмендері түріндегі ағаш кесу үшін қолданылған, сонымен қатар сорғы немесе су көтеру станциясы ретінде қолданылып келеді. Қазіргі кезеңде жел генераторлары жел энергиясы арқылы электр энергиясын өндіреді. Мысалы, Берлингтон (АҚШ) энергия көздерін жел, күн, су және биомасса арқылы алады. Рейкьявиктің барлық электр энергиясы су электр станциялары мен геотермалдық көздерден алынады. 2040 жылға қарай елорданың барлық қоғамдық және жеке көліктері қазба отынға тәуелділіктен босатылуы керек.

Қазақстанда жел энергиясын пайдалану бойынша да шаралар қабылдануда. БҰҰДБ/«Қазақстан — Жел энергиясы нарығын дамыту бастамасы» ЖЭҚ жобасының деректері бойынша 93 алаңнан олардың жел әлеуетін зерттеу үшін 15 перспективалық алаң іріктеліп алынды.

Баламалы энергия көздерін енгізу және кеңінен қолдану туралы шешім қабылдау жаңа жабдықты орнату, менеджер мен жұмысшы персоналды оқыту процестерімен байланысты. Мұның бәрі мүмкін болатын салдарды зерттеуді, тәуекелдер мен пайданы талдауды және әлеуметтік-экономикалық салдарды қажет ететін қосымша шығындарға әкеледі.

Сонымен, қолда бар баламалы энергия көздеріне талдау жасау мақаланы жазу барысында зерттеудің мақсаты болып анықталды. Осы тұрғыдан жаңартылатын энергия көздерін дамытудың ықтимал басымдықтарын, сондай-ақ Қазақстан Республикасының даму перспективаларын айқындау барысындағы олардың тиімділігін бағалау мәселелерін авторлар зерттеудің міндеттері деп анықтап отыр.

Ұсынылған міндеттерге сүйене отырып, келесі гипотезаларды анықтаймыз:

- жаңа жаңартылатын энергия көздерінің әсерінен қазбалы отынмен жұмыс істейтін электр станцияларының саны азаяды деп болжамдануда, бұл өз кезегінде атмосфераға жіберілетін шығарындылардың азаюына әкеледі;

- биологиялық отынды қолдану экологияға зиян келтірместен тиімді энергия ресурстарын өндіруге мүмкіндік береді;

- айталық, жаңғыртылатын энергияны зерттеушілер болашақта энергия шығындарын одан әрі азайтатын жаңа әдістеріне әкелетін ілеспе өнімдерді әзірлеуі мүмкін делік.

Әдебиеттерге шолу

Әлемдік энергетиканы дамытудың негізі дәстүрлі энергия көздерін пайдалану болып табылады. Д.К. Эстаева (Estaeva D.K. et al., 2019), Г.К. Шакуликова (Shakulikova G.T. et al., 2021), Б.А. Байтанаева (Baitanaeva B.A. et al., 2019), С.Т. Кожиков (Kozhikov M.T. et al., 2022) секілді авторлар жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың тиімділігін, сондай-ақ олармен байланысты: қоршаған ортаны қорғау, мұнай мен газ бағасының ауытқуына тәуелді болмау, қосымша жұмыс орындарын құру, өндірісті техникалық ілгерілету және ұлғайту есебінен баламалы энергия көздерін шығаруға арналған шығындарды біртіндеп төмендету түріндегі айқын артықшылықтарды атап өткен болатын.

Басқа шетелдік авторлар, мысалы, Дж. Чой (Choi G. et al., 2018), К. Deng (Deng X. et al., 2020), L. He (He L. et al., 2019), С. Хан (Khan S.A. et al., 2020) баламалы энергия көздерін пайдаланудың экономикалық тиімділігіне салыстырмалы талдау жүргізді. Бұл ретте жаңғыртылатын энергия көздеріне инвестициялар айтарлықтай шығындарды талап ететінін ескеру маңызды, бірақ инвестицияның қайтарымы сөзсіз ұзақ мерзімді перспективада болады. Сондай-ақ, инвестиция импортқа тәуелділікті азайтуға мүмкіндік береді деп көрсетіледі.

М.Х. Рехмани (Rehmani M.H. et al., 2018) баламалы энергия көздерінің қоршаған ортаға әсері төмен болған кезде экологиялық және экономикалық маңыздылығын атап өтеді.

Әдістері

Мақаланың негізі Жаңартылатын энергия көздері жөніндегі Халықаралық агенттіктің (IRENA) және Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің ресми есептері болды.

Авторлар мақалада жаңартылатын энергия көздерін дамыту қажеттілігін зерделеу мақсатында сандық зерттеу әдістерін қолданған, сонымен қатар экономикалық-статистикалық зерттеу әдістерін пайдаланған. Онда әртүрлі елдер бойынша жаңартылатын энергия қуаттылығының көрсеткіштері, соның ішінде Қазақстан Республикасының 2021–2023 жылғы мәліметтері ұсынылған. Нақтылау және аналогия әдістері сияқты жалпы ғылыми әдістер жаңартылатын энергия көздерін дамыту нұсқаларын зерттеуге мүмкіндік жасады. Функционалдық әдіс баламалы энергия көздерінің мүмкіндіктерін зерттеуге, оларды пайдалану арқылы қандай функциялар мен міндеттерді шешуге болатынын анықтауға, олардың экономикалық тиімділік пен тұрақтылыққа қосқан үлесін бағалауға мүмкіндік берді.

Нәтижелер

Біздің еліміздегі жаңартылатын энергетика нарығы 2009 жылдан бастап «Жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы» Қазақстан Республикасының Заңы және Қазақстан Республикасының 30.05.2013 ж. «Жасыл» энергетикаға көшу Тұжырымдамасы қабылданғаннан кейін қалыптаса бастады.

Осы Заңға сәйкес жаңартылатын энергия көздері — бұл табиғи процестер есебінен үздіксіз жаңартылатын энергия көздері, оған мынадай түрлер кіреді: күн сәулесінің энергиясы, жел энергиясы, судың гидродинамикалық энергиясы; геотермалдық энергия: топырақтың, жерасты суларының, өзендердің, су айдындарының жылуы; сондай-ақ бастапқы энергия ресурстарының антропогендік көздері: қалдықтар электр және (немесе) жылу энергиясын өндіру үшін пайдаланылатын тұтыну қалдықтарынан алынған тұтыну, биомасса, биогаз және өзге де отын.

Бүкіләлемде қоршаған ортаны ластамай энергияға деген қажеттілікті қамтамасыз ететін баламалы энергия көздерін іздеу жұмыстары жүргізілуде. Елдің экологиялық қауіпсіздігі — бұл елдің және жалпы саланың стратегиялық міндеті. Бұл мәселені шешу арқылы энергияны аз тұтынатын экспортқа бағытталған өндірістердің жұмысын ынталандыруға болады. Сондай-ақ, электр қуаты тапшылығы бар шалғай елді мекендерге де көмектесуге болады.

Жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың бірқатар экономикалық артықшылықтары бар. Оларға мыналар жатады: қазба отындарына және бағасы жасанды түрде көтерілетін импортқа тәуелділікті азайту; күн және жел электр станцияларын ұстаудың күнделікті шығындары үлкен шығындарды қажет етпейді; біртіндеп баламалы энергия көздерін өндіру құны төмендей бастайды (Alper A. et al., 2016).

Жаңартылатын энергия көздерін дамыту субсидиялар, салықтық жеңілдіктер және инвестициялар түріндегі мемлекеттік қолдауды қажет етеді. Осылайша, жаңартылатын энергия көздерін орнату және пайдалану шығындарын азайту үшін мемлекеттік субсидиялар қажет. Бұл құрал-жабдық сатып алуға берілетін ақшалай жәрдемақылар, мемлекеттік гранттар мен жеңілдетілген

несиелер болуы мүмкін. Инвестицияланған субсидиялар бастапқы инвестициялық шығындарды азайтуға мүмкіндік береді, осылайша баламалы энергия көздерін инвесторлар үшін тартымды етеді. Салық заңнамасы баламалы энергия көздерін пайдаланатын инвесторлар мен кәсіпорындарға белгілі бір мерзімге мүлік салығынан босату, инвестициялар үшін салық несиелері және операциялық шығындарға салықтық жеңілдіктер түріндегі салықтық преференциялар мен жеңілдіктерді қарастырады. Сонымен қатар, салықтық жеңілдіктер инвесторлардың кірістерін арттыруы әбден мүмкін (Yang X. et al., 2019).

Қазіргі уақытта баламалы энергия көздерін дамытуды мемлекеттік қолдау жаңартылатын энергия көздерінен (ЖЭК) өндірілген электр энергиясын ЖЭК-тен электр энергиясын сатып алуға кепілдік беретін ЖЭК-ті қолдау есеп айырысу-қаржы орталығы арқылы арнайы тарифтер бойынша жалпыға ортақ пайдаланылатын желілер арқылы өткізу мүмкіндігі түрінде көрінеді. Жаңартылатын энергия көздерін өндірушілер энергия беруші ұйымдардың электр энергиясын беру жөніндегі қызметтеріне ақы төлеуден босатылады, электр энергиясын желілер арқылы тасымалдау кезінде жаңартылатын энергия көздеріне басымдық белгіленді. Электр энергиясын кепілдендірілген сатып алу түріндегі бұл мемлекеттік қолдау шаралары жаңартылатын энергия көздерін дамытуды ынталандыруға көмектеседі.

Кредиттер беру, акцияларды сатып алу немесе бірлескен кәсіпорындарға қатысу арқылы баламалы энергия көздеріне белсенді салымшылар ретінде банктер, түрлі қорлар, инвестициялық компаниялар болуы мүмкін. Бұл құрылысқа инвестициялар, баламалы энергетикалық жобаларды одан әрі дамытуға күрделі салымдар болуы мүмкін (Taghizadeh-Hesary F. et al., 2020).

Қазіргі уақытта Қазақстанда баламалы энергия көздерінің жағдайы салыстырмалы түрде дамуда деп айтуға болады. Қазақстан баламалы энергия көздерін пайдалану үшін айтарлықтай әлеуетке ие және дәстүрлі қазба отындарына тәуелділікті азайта отырып, өзінің энергетикалық жүйесін ертаратандыруға ұмтылады.

1-кестеде Қазақстанда 2021–2023 жылдардағы электр энергиясын өндіру жөніндегі ақпарат көрсетілген.

2023 жылы ЖЭК объектілерінің электр энергиясын өндіруінің ұлғаюы 2022 жылмен салыстырғанда 27 %-дан 30 %-ға дейін өсті. 1-кестеден көріп отырғанымыздай, Қазақстан осы уақытқа дейін бұл мүмкіндіктердің аз ғана бөлігін ғана пайдаланған. Бұл ретте жел және күн электр станциялары, шағын су электр станциялары және биоэлектр станциялары түріндегі энергия көздерін дамытуға және пайдалануға баса назар аударылады. Жаңғыртылатын энергия көздерін өндіруге кететін шығындар тез ақталғанын атап өткен жөн. Мұнда өндірісті масштабтау аса маңызды. Бұл ретте 2023 жылы электр энергиясын өндіру 1,58 есеге ұлғайған (6 675,5-тен 4 220,29 млн.кВт/сағ). Осы өсім негізінен жел электр станциялары арқылы байқалады. Осылайша, 2023 жылғы көрсеткіштер 3 824,99 млн. кВт/сағ құрап, 2021 жылғы 1 775,41 млн. кВт/сағ тең келген көрсеткіштермен салыстырғанда 2 еседен астам ұлғайғанын байқауға болады.

1-кесте. Қазақстанда 2021–2023 жылдардағы электр энергиясын өндіру жөніндегі ақпарат

Көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	2021	2022	2023
Белгіленген қуат, оның ішінде:	МВт	2010,32	2 388	2 868,6
жел электр станциялары	МВт	683,95	958	1 394,6
шағын ГЭС	МВт	280,98	280	269,605
күн электр станциялары	МВт	1037,61	1 148	1 202,61
биоэлектр станциялары	МВт	7,82	1,77	1,77
Электр энергиясын өндіру оның ішінде:	млн.кВтч	4220,29	5 110	6 675,5
жел электр станциялары	млн.кВтч	1776,41	2 411	3824,99
шағын ГЭС	млн.кВтч	799,74	934	993,87
күн электр станциялары	млн.кВтч	1641,09	1 763	1 853,95
биоэлектр станциялары	млн.кВтч	3,04	1,98	2,71
Электр энергиясын өндірудің жалпы көлеміндегі ЖЭК өндірілетін электр энергиясының үлесі	%	3,69	4,53	5,92
ЖЭК объектілерінің электр энергиясын өндіру 2021 жылы 2020 жылмен салыстырғанда 30 %-ға ұлғайған				
ЖЭК объектілерінің электр энергиясын өндіру 2022 жылы 2021 жылмен салыстырғанда 27 %-ға ұлғайған				
ЖЭК объектілерінің электр энергиясын өндіру 2023 жылы 2022 жылмен салыстырғанда 30 %-ға ұлғайған				
<i>Ескерту – Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің деректері негізінде авторлар дайындаған</i>				
https://www.gov.kz/memleket/entities/energo?lang=ru				

2022 жылға арналған статистикада белгіленген қуаттылығы 2400 МВт болатын 130 баламалы энергетика нысанының жұмысы көрсетілген. Оның ішінде: 46 жел электр станциясы, 44 күн электр станциясы, 37 су электр станциясы және 3 биоэлектр станциясы. Жылдағы өндіріс көлемі 5111 млн кВт құрады, бұл электр энергиясын өндірудің жалпы көлемінің 4,53 % ғана.

Салыстыру үшін, белгіленген қуаттылығы 1148 МВт болатын 44 жүйелік күн электр станциясы сол жылы 1763 млн кВт/сағ, ал 46 жүйелі жел электр станциясы сәйкесінше 958 МВт және 2411 млн кВт/сағ/жыл өндірді. Жылына 934 млн кВт/сағ өндіретін 37 шағын су электр станциясының белгіленген қуаты 280 МВт болды. Үш BioPP-тің жалпы қуаты 1,77 МВт құрады. 2022 жылы жаңартылатын энергия көздерін пайдаланатын электр станцияларының өнімінің үлесі елдегі жалпы электр энергиясын өндірудің 4,53 %-ына жетті. Ал 2023 жылдың соңына дейін жалпы қуаты 276 МВт болатын жаңғырмалы энергия көздерінің тағы 15 нысанын пайдалануға беру жоспарланды, бұл электр энергиясын өндіру қарқынын 5 %-ға дейін арттыруға мүмкіндік берді (Қазақстан Республикасының Энергетика министрлігі). Сонымен бірге, айта кету керек, осы электр станциялары әлі де дамытуды қажет етеді. Қазақстанның бұл бағыттағы мүмкіндіктері толық қуатында пайдаланылмай отыр. 2030 жылға қарай баламалы энергия 15 %-ға жетеді деп күтілуде. Осы мақсатта Masdar, Total, Acwa Power ірі компанияларының энергия сақтау жүйесінің аукциондарын дереккөздер бойынша 5 жылдық кестесін бекіту жоспарлануда.

Халықаралық жаңартылатын энергия агенттігінің (IRENA) деректеріне сүйене отырып, 2021–2022 жылдар аралығындағы дереккөздердің осы түрлері бойынша көшбасшылар арасындағы жаңартылатын энергия қуаттарының кестесі жасалды (2-кесте).

2-кесте. 2021–2022 жылдардағы жаңартылған энергия қуаттылығының негізгі көрсеткіштері

Аймақтар	Жаңартылған энергия қуаты %	
	2021 ж.	2022 ж.
Қытай	78,4	80
Еуропа	31,9	34
АҚШ	24,4	29
Үндістан	15,3	16
Жапония	5,5	5,8
Бразилия	3,4	3,7
Қазақстан	2,4	2,8

Ескерту – IRENA — International Renewable Energy Agency материалдары бойынша авторлар құрастырған
<https://www.irena.org/Data>

2-кестеден баламалы энергия көздерін қолданудағы көшбасшылар АҚШ, Қытай, Германия, Үндістан екенін байқауға болады.

Қытай қазба отындарына тәуелділігін азайтуға тырысады, осылайша парниктік газдар шығарындыларын азайтады. Америкада күн және жел энергиясы секторлары кеңінен дамыған. Штаттың федералды үкіметі баламалы энергия көздерін дамыту үшін салықтық жеңілдіктер мен субсидиялар береді. Әрбір мемлекет жаңартылатын энергия үлесін таратудың өзіндік мақсаттарын дербес белгілейді.

Үндістандағы күн және жел энергиясы, сондай-ақ гидроэнергетика және биомасса салалары белсенді инвестициялануда. Елде жаңартылатын энергия көздерінің үлесін кеңейту және парниктік газдар шығарындыларын азайту бойынша салауатты ниет бар.

Соңғы 20 жылда баламалы энергия көздерін дамытуға салынған инвестициялар сомасы 33 доллардан өсті. Мысалы АҚШ-та 300 млрд. (Zahoor Z. et al., 2022).

Германия мен Болгарияда жұмыс істейтін көмір электр станцияларында күн және жел жүйелері сияқты баламалы энергия көздерімен салыстырғанда пайдалану шығындары жоғары. Дегенмен, АҚШ пен Үндістанда бұл шығындар айтарлықтай CO₂ шығындарының болмауына байланысты әдетте төмен.

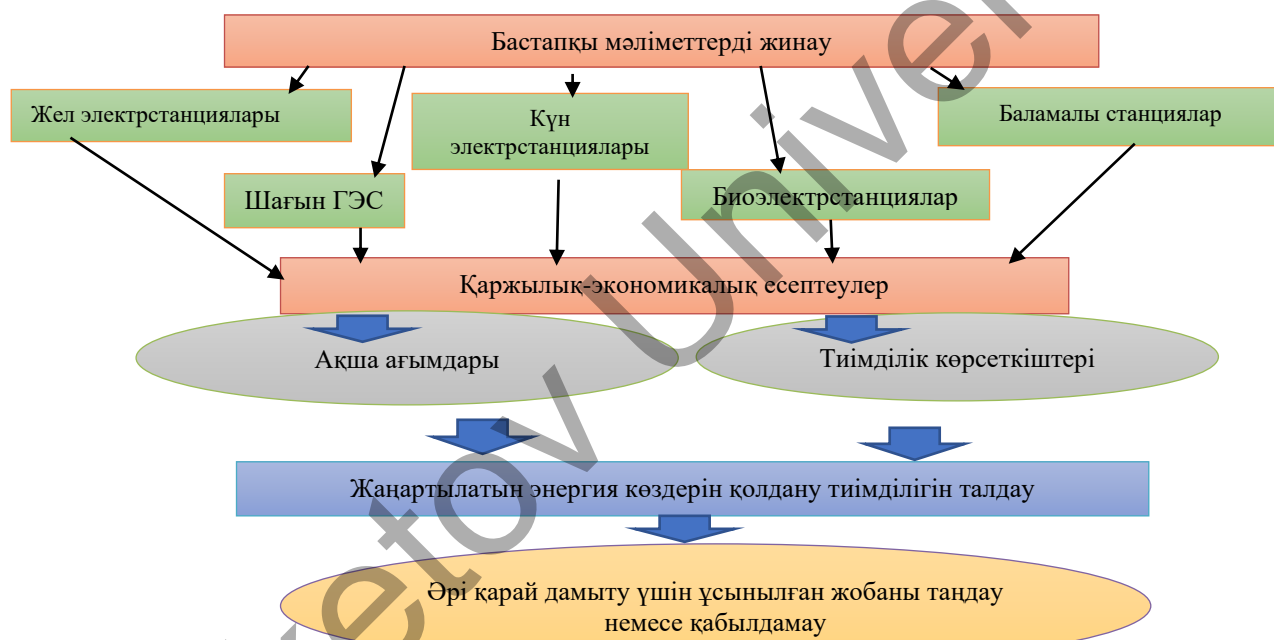
Қазақстандағы, сондай-ақ ТМД-ның басқа елдеріндегі көмір электр станцияларының пайдалану шығындары CO₂ шығарындыларының құнына байланысты жоғары.

Күн фотоэлектрлік жүйелері мен құрлықтағы жел электр станцияларының шығындарының төмендеуі жаңа жаңартылатын энергия көздерінің жаңа қазба отын электр станцияларымен салыстырғанда барған сайын қолжетімді және бәсекеге қабілетті болуына әкеледі. Алайда, олар

қолданыстағы көмір зауыттарымен байланысты операциялық шығындардан да асып түсе бастайды (Saidi K. et al., 2020).

Барлығы жаңа болғандықтан, баламалы энергия көздерін қолдану ықтимал экономикалық тәуекелдермен байланысты. Мұнда ішкі және сыртқы факторлар маңызды рөл атқарады: инфляция; жабдықтар мен технологиялар бағасының тұрақсыздығы; жұмысшы кадрлар; заңнамалық және нормативтік базадағы өзгерістер.

Баламалы энергия көздері нарығы күн панельдерінің, жел генераторларының және басқа жабдықтардың бағасының өзгеруіне ұшырауы мүмкін. Бұл нарықтағы сұраныс пен ұсынысқа байланысты болуы мүмкін. Бағаның тұрақсыздығы жобалардың экономикалық өміршеңдігіне және олардың кірістілігіне әсер етуі мүмкін (Adefarati T. et al., 2019). Мемлекеттік деңгейде салық ставкалары, энергия тарифтері немесе сертификаттау талаптары жүйесіне өзгерістер енгізілуі мүмкін. Баламалы энергетикалық жобаларды әзірлеу және салу айтарлықтай инвестицияларды қажет етеді. Қаржыландырудың немесе несиеге қол жетімділіктің болмауы айтарлықтай тәуекелдерге әкеледі. Бұл қаржылық тұрақсыздықтан, қаржылық ресурстарға қол жетімділіктің шектеулерінен немесе жоғары пайыздық мөлшерлемелерден туындауы мүмкін (Xu X. et al., 2019). Баламалы энергия көздері салыстырмалы түрде жаңа технологиялар болып табылады және оларда сенімділігі мен өнімділігіне байланысты тәуекелдер бар. Мысалы, техникалық ақаулар, жабдықтың күтпеген істен шығуы немесе тиімділіктің төмендігі жобаның кірісіне әсер етуі мүмкін.



1-сурет. Жаңартылатын энергия көздерін қолдану тиімділігінің моделі

Ескерту – *Abdygaparova S. B., Salahbekov N. T. (2016) негізінде авторлар құрастырған.*

Баламалы энергия көздерімен байланысты ықтимал экономикалық тәуекелдерді жеңілдету үшін әртүрлі нұсқалар мен шешімдер бар. Авторлар жаңартылатын энергия көздерін қолдану тиімділігінің моделін ұсынады (1-сурет). Модельдің мәні шығындар мен нәтижелердің арақатынасында, мұнда ақша қаражаттарының қозғалысына, инфляцияның әсеріне, өңделетін қаржылық және басқарушылық есеп деректеріне қатысты мәліметтер жиналады.

Бірінші кезеңде бастапқы деректер жиналады. Объектінің орналасқан жері, оның өндірістік қуаты және тұтынылатын ресурстары туралы ақпарат жиналады және өңделеді. Әрі қарай ақша ағындарының қозғалысы мен тиімділік көрсеткіштері бойынша қаржылық-экономикалық есептеулер жүргізіледі. Инвестициялық, операциялық және қаржылық қызметтен есеп айырысуды қамтитын ақша ағындарына баға беріледі. Тиімділік көрсеткіштері таза дисконтталған кіріс, кірістіліктің ішкі нормасы және кірістілік индекстері, қаржыландырудың қажетті көлемін есептеу және т.б. көрсеткіштерді қамтиды. Талдау нәтижелері бойынша модельдің қаржылық іске асырылуының тиімділігі бағаланады. Бұл, өз кезегінде, қаржылық-экономикалық есептеулерді талдауға және

жаңартылатын энергия көздерінің қызметінен туындайтын ықтимал нәтижелерді анықтауға мүмкіндік береді.

Жаңартылатын энергия көздерін пайдалану тиімділігіне жүргізілген талдау нәтижелері жүзеге асырылатын жобаның тиімділігін көрсетеді. Баламалы энергия көздерінің жобалары бірнеше нұсқадан тұруы маңызды. Инвесторларда таңдау болуы керек. Инвесторлар да, әзірлеушілер де баламалы энергия көздерінің сан алуан түрлері, аймақтар мен елдер арасындағы инвестицияларын реттеу арқылы экономикалық тәуекелдерді азайтады. Олар әрқашан бос ақшаларын қайда салу керектігін таңдайды. Бұл ретте, мемлекеттің қолдауы және тұрақты экономикалық және саяси ахуал тәуекелдерді төмендету де маңызды рөл атқарады. Субсидиялар, салықтық жеңілдіктер және ұзақ мерзімді энергия келісімшарттары түріндегі мемлекеттік қолдау қаржылық тәуекелдерді азайтуға және жобалардың кірістілігінің тұрақтылығын қамтамасыз етуге көмектеседі. Баламалы энергия көздері саласындағы ғылыми-техникалық прогресс және технологиялардың үздіксіз дамуы өндіріспен мүмкіндіктерді кеңейту шығындарын азайтуға, жүйелердің тиімділігі мен сенімділігін арттыруға, сондай-ақ олардың рентабельділігін жақсартуға мүмкіндік береді.

Қазақстанда баламалы энергия көздерін дамыту үшін айтарлықтай күш-жігер жұмсалуда.

Талқылау

Баламалы энергия көздерін пайдалану бойынша зерттелетін тақырып өзекті болып табылады, өйткені органикалық отын қоршаған ортаны ластайды және табиғаты шектеулі. Сонымен қатар, олардың орнын баламалы энергия көздері басады, олар табиғаты бойынша «жаңартылатын» және тұрақты, үздіксіз және жаңартылатын болуы мүмкін. Мәселен, күн мен жел энергиясы табиғаттағы табиғи процестерге негізделген әрқашан дерлік қол жетімді және сарқылмайтындардың қатарында. Сондай-ақ табиғат баламалы энергия көзі ретінде адамзатқа толқындармен тікелей байланысты толқындар мен ағындардың энергиясын береді.

Жаңартылатын энергия технологияларының құны үнемі төмендеп отырады, бұл оларды дәстүрлі энергия көздерімен салыстырғанда бәсекеге қабілетті етеді. Баламалы энергия көздерін дамытуға салынған инвестициялар жаңа технологияларды игерудегі инновацияларды ынталандырумен қатар, жаңа жұмыс орындарын құруға және экономикалық өсуді ынталандыруға әкеледі.

Жаңартылатын энергия көздерінің барлық түрлері экологиялық таза болып саналады, өйткені олар парниктік газдар мен басқа да зиянды заттардың шығарындыларын жасамайды, климаттың өзгеруіне және қоршаған ортаның ластануына ықпал етпейді.

Тақырыпты зерделеу жаңартылатын энергия көздерінің де өзіндік проблемалары бар екенін көрсетті, мысалы, жабдықты орнату мен жөндеуге кететін шығындардың жоғарылығы, технология бағасының тұрақсыздығы. Осы проблемалардан басқа, заңнамалық және нормативтік базаға өзгерістер енгізілуі мүмкін, бұл да осы саланың инвестициялық тартымдылығына әсер етіп, проблемалар тудыруы мүмкін.

Жаңартылатын энергия көздерінің экономикалық тиімділігін талдау энергетикалық сектордағы шешім қабылдау процесінің маңызды элементі болып табылады. Оның көмегімен баламалы энергия көздерін енгізудің қаржылық аспектілері мен нәтижелерін бағалауға, сондай-ақ олармен байланысты технологиялардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға болады. Бұл ретте баламалы энергия көздеріне көшу кезінде туындауы мүмкін ықтимал қауіптер мен қиындықтарды ескеру маңызды.

Өртүрлі баламалы энергия көздерінің экологиялық және экономикалық пайдасын талдау осы энергетикалық шешімдердің маңыздылығы мен тиімділігін анықтауға мүмкіндік береді. Ең тиімді шешімдерді таңдау нақты аймаққа, оның климаттық, географиялық және экономикалық сипаттамаларына байланысты.

Осылайша, баламалы энергия көздері маңызды және перспективалы бағыт болып табылады. Мұндай энергия көздерінің экономикалық тиімділігін зерттеу және талдау олардың энергетикалық жүйедегі рөлін бағалауға және оларды ынталандыру және дамыту шараларын қабылдауға мүмкіндік береді. Олардың дәстүрлі энергия көздеріне тәуелділікті азайтуға, парниктік газдар шығарындыларын азайтуға және тұрақты және тәуелсіз энергетикалық болашақты құруға әлеуеті бар. Алайда табысты жүзеге асыру үшін экономикалық, технологиялық, нормативтік және әлеуметтік аспектілерді ескеру, сондай-ақ тиімді қаржыландыру және ынталандыру тетіктерін әзірлеу қажет.

Қорытынды

Баламалы энергия көздерінің рөлін зерттеу оларды пайдаланудың экономикалық артықшылықтарын көрсетеді: қазбалы отындарына тәуелділікті азайту, пайдалану шығындарын азайту, технологияларды дамыту және өндірісті кеңейту.

Жаңартылатын энергия көздерін пайдалану бойынша жетекші елдер қатарына Қытай, АҚШ, Үндістан және Жапония жатады. Қазақстан бұл энергия түрлерінің тек 2,8 %-ын ғана пайдаланады, олардың негізгілері күн, жел және су энергиясы болып табылады.

Зерттеу барысында баламалы энергия көздерін қолданудың экономикалық тәуекелдері зерттелді. Бұл заңнамалық және нормативтік құжаттарға енгізілген өзгерістер, нарықтағы бағаның тұрақсыздығы және т.с.с. осындай тәуекелдерді азайту үшін мемлекеттік қолдау және жобалық портфельді әртараптандыру қажет. Жоғарыда аталған факторлардың барлығы энергетикалық нарықта өзара байланысты екенін атап өткен жөн.

Еліміз тұрақты, экономикалық тұрғыдан тиімді баламалы энергетиканы алуы үшін саланың дамуына кешенді талдау, сондай-ақ мемлекеттік қолдау мен инвестициялар жүргізу қажет. Осылайша, гидроэнергетика су ресурстары көп аудандарда жақсы дамитын болады, ал Күн энергиясы еліміздің оңтүстік өңірлерінде тиімді. Ресурстардың қолжетімділігін, инфрақұрылымды, заңнаманы және энергия бағасын қоса алғанда, оңтайлы энергия көзін таңдау кезінде факторларды дұрыс ескеру маңызды.

Осылайша, баламалы энергия көздері энергетикалық жүйенің тұрақты және тиімді қызмет етуіне жағдай жасайды.

Бұл зерттеу шолу сипатына ие. Болашақта авторлар баламалы энергия көздерін дамытуға тереңірек талдау жасауды жоспарлап отыр.

Әдебиеттер тізімі

- Adefarati, T. Reliability, economic and environmental analysis of a microgrid system in the presence of renewable energy resources / T. Adefarati, R. C. Bansal // *Applied energy*. — 2019. — Vol. 236. — P. 1089–1114. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.050>
- Alper, A. The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality / A. Alper, O. Oguz // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2016. — Vol. 60. — P. 953–959. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.123>
- Choi, G. Prices versus quantities: Comparing economic efficiency of feed-in tariff and renewable portfolio standard in promoting renewable electricity generation [Electronic resource] / G. Choi., S. Y. Huh, E. Heo, C. Y. Lee // *Energy Policy*. — 2018. — Vol. 113. — P. 239–248. — Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421517307425>
- Deng, X. Power system planning with increasing variable renewable energy: A review of optimization models / X. Deng, T. Lv // *Journal of Cleaner Production* — 2020. — Vol. 246:118962. — <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118962>
- He, L. Can green financial development promote renewable energy investment efficiency? A consideration of bank credit / L. He, R. Liu, Z. Zhong, D. Wang, Y. Xia // *Renewable Energy*. — 2019. — Vol. 143. — P. 974–984. — <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148119307190>
- Khan, S. A. R. Measuring the impact of renewable energy, public health expenditure, logistics, and environmental performance on sustainable economic growth [Electronic resource] / S. A. R. Khan, Y. Zhang, A. Kumar, E. Zavadskas, D. Streimikiene // *Sustainable development*. — 2020. — Vol. 28(4). — P. 833–843. — Access mode: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.2034>
- Mazina, A. Impact of Green Fiscal Policy on Investment Efficiency of Renewable Energy Enterprises in Kazakhstan / A. Mazina, D. Syzykova, A. Myrzhikbayev, G. Raikhanova, A. Nurgaliyeva // *Environmental Science and Pollution Research*. — 2022. — Vol. 29 (11). — P. 1–11. — <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-16832-9>
- Rehmani, M. H. Integrating renewable energy resources into the smart grid: Recent developments in information and communication technologies [Electronic resource] / M. H. Rehmani, M. Reisslein, A. Rachedi, M. Erol-Kantarci, M. Radenkovic // *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. — 2018. — Vol. 14(7). — P. 2814–2825. — Access mode: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8325326>
- Ruziyeva, E. A. Analysis of investments role in the economic development / E. A. Ruziyeva, A. M. Nurgaliyeva, B. B. Duisenbayeva, A. B. Assanova, M. V. Shtiller // *Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2019. — Vol. 2. — P. 189–198. — DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.55>
- Saidi, K. The impact of renewable energy on carbon emissions and economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries [Electronic resource] / K. Saidi, A. Omri // *Environmental research*. — 2020. — Vol. 186. — P. 109567. Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935120304606>

- Taghizadeh-Hesary, F. Sustainable solutions for green financing and investment in renewable energy projects [Electronic resource] / F. Taghizadeh-Hesary, N. Yoshino // *Energies*. — 2020. — Vol. 13(4). — P. 788. — Access mode: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/4/788>.
- Xu, X. Global renewable energy development: Influencing factors, trend predictions and countermeasures [Electronic resource] / X. Xu, Z. Wei, Q. Ji, C. Wang, G. Gao // *Resources Policy*. — 2019. — Vol. 63. — P. 101470. — Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420719303174>
- Yang, X. Effect of government subsidies on renewable energy investments: The threshold effect [Electronic resource] / X. Yang, L. He, Y. Xia, Y. Chen // *Energy Policy*. — 2019. — Vol. 132. — P. 156–166. — Access mode: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030142151930343X>
- Zahoor, Z. Clean energy investment and financial development as determinants of environment and sustainable economic growth: Evidence from China [Electronic resource] / Z. Zahoor, I. Khan, F. Hou // *Environmental Science and Pollution Research*. — 2022. — Vol. 29 (11). — P. 1–11. — Access mode: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-16832-9>
- Абдыгаппарова, С.Б. Модель экономической оценки энергоэффективных технологий на основе проекта по использованию ВИЭ / С.Б. Абдыгаппарова, Н.Т. Сайлаубеков // *Экономика и бизнес: теория и практика*. — 2016. — № 7. — С. 4–8. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-ekonomicheskoy-otsenki-energoeffektivnyh-tehnologiy-na-osnove-proekta-po-ispolzovaniyu-vie>.
- Байтанаева, Б.А. Проблемы и перспективы использования возобновляемых источников энергии: отечественный и зарубежный опыт [Текст] / Б.А. Байтанаева, А.К. Шайхутдинова, Н.С. Бисултанова // *Вестн. Ун-та «Туран»*. — 2019. — № 3 (83). — С. 180–184. — <https://vestnik.turan-edu.kz/jour/article/view/795>
- Естаева, Д.К. Применение альтернативной энергии — требование времени [Текст] / Д.К. Естаева, А.М. Ахметбекова, А.К. Еркыныр // *Scientific Research of the 21st Century*. — 2019. — № 2. — С. 45–48. — <https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2021/10/primenenie-alternativnoj-jenergii-trebovanie-2019.pdf>
- Кожиков, М.Т. Переход от традиционной энергетики к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ): оценка вклада ВИЭ в сокращение эмиссий парниковых газов на примере Ерейментауской ветровой электростанции (ВЭС) [Текст] / М.Т. Кожиков, Б.А. Ерасылова // *Вестн. Казах. нац. ун-та. Сер. эколог.* — 2022. — Вып. 72(3). — С. 33–40. — <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v72.i3.03>

Г.Ш. Қалиакпарова^{1*}, Е.Е. Гриднева², Н.А. Аманкелді³, Р.С. Парманова⁴, К.Н. Бекетова⁵

^{1,2,3,4} *Каспийский общественный университет, Алматы, Казахстан;*

⁵ *Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан*

¹*Gk_2003@mail.ru, ²elengred@mail.ru, ³namankeldy@mail.ru, ⁴rimma200675@mail.ru, ⁵komar82@mail.ru*

¹<https://orcid.org/0000-0002-1859-9774>, ²<https://orcid.org/0000-0002-3279-2036>,

³<https://orcid.org/0009-0001-7045-4847>, ⁴<https://orcid.org/0000-0001-6421-150x>,

⁵<https://orcid.org/0000-0001-5094-9140>

¹*Scopus Author ID: 55471407200, ²Scopus Author ID: 57215933587,*

³*Scopus Author ID:57006804100, ⁴Scopus Author ID:57211602462, ⁵Scopus Author ID: 55428462300*

¹*Researcher ID: AAX-6485-2021, ²Researcher ID: AAX-6467-2021*

Альтернативные источники энергии как составная часть сокращения энергозатрат

Аннотация:

Цель: Показать различные альтернативные (возобновляемые) источники энергии, применяемые в мировом пространстве. Традиционные источники энергии имеют невозвратный характер, при этом выбросы, происходящие от них, влияют на экологию планеты. Альтернативные же источники энергии возобновляются естественным образом и, практически, не исчерпываются.

Методы: Описательный метод помогает раскрыть альтернативные источники энергии, изучить экономические аспекты их влияния; аналитический метод показывает эффективность от использования возобновляемых источников энергии; метод сравнения помогает исследовать вопросы целесообразности от внедрения альтернативных источников энергии.

Результаты: В статье показаны основные альтернативные источники энергии, изучены возможные экономические риски и их влияние на внедрение и использование в связи с экономической нестабильностью, исследована эффективность их влияния на развитие экономики страны в целом.

Выводы: Проведенный анализ существующих альтернативных источников энергии позволил дать характеристику имеющимся преимуществам. Снижение масштабов применения природных полезных ископаемых, а также уменьшения зависимости от них может привести к сокращению поиска и дополнительной добычи. Возобновляемые источники энергии зависят от таких финансовых механизмов, как субсидии, налоговые льготы и

инвестиции. В процессе исследования изучено применение альтернативных источников энергии за рубежом. Хотелось бы отметить, что мировой опыт использования возобновляемых источников энергии показывает важное альтернативное решение уже имеющимся источникам энергии с экономической точки зрения.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, экономическая эффективность, энергозатраты, рациональное использование ресурсов, «зеленая» экономика, экология, энергосистема, природные ресурсы.

G.Sh. Kaliakparova^{1*}, Y.E. Gridneva², N.A. Amankeldi³, R.S. Parmanova⁴, K.N. Beketova⁵

^{1,2,3,4} *Caspian Public University, Almaty, Kazakhstan*

⁵ *Kyzylorda University named after Korkyt Ata, Kyzylorda, Kazakhstan*

¹Gk_2003@mail.ru, ²elengred@mail.ru, ³namankeldy@mail.ru, ⁴rimma200675@mail.ru, ⁵komar82@mail.ru

¹<https://orcid.org/0000-0002-1859-9774>, ²<https://orcid.org/0000-0002-3279-2036>,

³<https://orcid.org/0009-0001-7045-4847>, ⁴<https://orcid.org/0000-0001-6421-150x>,

⁵<https://orcid.org/0000-0001-5094-9140>

¹Scopus Author ID: 55471407200, ²Scopus Author ID: 57215933587,

³Scopus Author ID:57006804100, ⁴Scopus Author ID:57211602462, ⁵Scopus Author ID: 55428462300

¹Researcher ID: AAX-6485-2021, ²Researcher ID: AAX-6467-2021

Alternative energy sources as an integral part of energy cost reduction

Abstract

Object: To show the various alternative (renewable) energy sources used in the global space. Conventional energy sources with emissions from them are non-renewable and affect the planet's ecology. On the other hand, alternative energy sources are naturally renewable and practically non-exhaustible.

Methods: Descriptive method — alternative energy sources were disclosed, economic aspects of their impact were studied; analytical method shows the efficiency of renewable energy sources; comparison method helps to investigate the feasibility of alternative energy sources.

Findings: In the article the main alternative energy sources were showed, possible economic risks and their impact on the introduction and use in connection with economic instability were studied, the effectiveness of their impact on the development of the country's economy as a whole was investigated.

Conclusions: The analysis of existing alternative energy sources allowed characterizing the available advantages. Reducing the use of natural minerals, as well as reducing dependence on them, can lead to reduced search and additional extraction. Renewable energy sources depend on financial mechanisms such as subsidies, tax incentives and investments. In the process of research, the use of alternative energy sources abroad was studied. We would like to note that the world experience of renewable energy sources use shows an important alternative solution to already available energy sources from the economic point of view.

Keywords: renewable energy sources, economic efficiency, energy costs, rational use of resources, “green” economy, ecology, energy system, natural resources.

References

- Abdygapparova, S.B., & Salahbekov, N.T. (2016). Model ekonomicheskoi otsenki energoeffektivnykh tekhnologii na osnove proekta po ispolzovaniyu VIE [Model of economic evaluation of energy efficient technologies based on RES]. *Ekonomika i biznes — Economy and Business: theory and practice*, 7, 4–8. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/model-ekonomicheskoy-otsenki-energoeffektivnykh-tehnologiy-na-osnove-proekta-po-ispolzovaniyu-vie>. [in Russian].
- Adefarati, T., & Bansal, R. C. (2019). Reliability, economic and environmental analysis of a microgrid system in the presence of renewable energy resources. *Applied energy*, 236, 1089–1114. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.050>
- Alper, A., & Oguz, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953–959. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.123>
- Baitanaeva, B.A., Shaikhutdinova, A.K., & Bisultanova, N.S. (2019). Problemy i perspektivy ispolzovaniia vozobnovliaemykh istochnikov energii: otechestvennyi i zarubezhnyi opyt [Problems and prospects for the use of renewable energy sources: domestic and foreign experience]. *Vestnik Universiteta «Turan» — Bulletin of the University «Turan»*, 3 (83), 180–184. Retrieved from <https://vestnik.turan-edu.kz/jour/article/view/795> [in Russian].

- Choi, G., Huh, S. Y., Heo, E., & Lee, C. Y. (2018). Prices versus quantities: Comparing economic efficiency of feed-in tariff and renewable portfolio standard in promoting renewable electricity generation. *Energy Policy*, *113*, 239–248. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421517307425>
- Deng, X., & Lv, T. (2020). Power system planning with increasing variable renewable energy: A review of optimization models. *Journal of Cleaner Production*, *246*:118962. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118962>
- Estaeva, D.K., Akhmetbekova, A.M., & Erkonyr, A.K. (2019). Primenenie alternativnoi energii — trebovanie vremeni [Application of alternative energy is a requirement of time]. *Scientific Research of the 21st Century*, *2*, 45–48. Retrieved from <https://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2021/10/primenenie-alternativnoj-jenergii-trebovanie-2019.pdf> [in Russian].
- He, L., Liu, R., Zhong, Z., Wang, D., & Xia, Y. (2019). Can green financial development promote renewable energy investment efficiency? A consideration of bank credit. *Renewable Energy*, *143*, 974–984. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148119307190>
- Khan, S. A. R., Zhang, Y., Kumar, A., Zavadskas, E., & Streimikiene, D. (2020). Measuring the impact of renewable energy, public health expenditure, logistics, and environmental performance on sustainable economic growth. *Sustainable development*, *28*(4), 833–843. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.2034>
- Kozhikov, M.T., & Irasylova, B.A. (2022). Perekhod ot traditsionnoi energetiki k vozobnovlyayemyim istochnikam energii (VIE): otsenka vklada VIE v sokrashchenie emissii parnikovyykh gazov na primere Yereymentauskoi vetrovoi elektrostantsii (VES) [Transition from traditional energy to renewable energy sources (RES): assessment of the contribution of RES to the reduction of greenhouse gas emissions on the example of the Yereymentau wind power plant (WPP)]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo universiteta. Seriya ekologicheskaya — Bulletin of Kazakh National University. Environmental Series*, *72*(3), 33–40. Retrieved from <https://bulletin-ecology.kaznu.kz/index.php/1-eco/article/view/1343> [in Russian].
- Mazina, A., Syzdykova, D., Myrzhkybayev, A., Raikhanova, G., & Nurgaliyeva (2022). A. Impact of Green Fiscal Policy on Investment Efficiency of Renewable Energy Enterprises in Kazakhstan. *Environmental Science and Pollution Research*, *29* (11), 1–11. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-16832-9>
- Rehmani, M. H., Reisslein, M., Rachedi, A., Erol-Kantarci, M., & Radenkovic, M. (2018). Integrating renewable energy resources into the smart grid: Recent developments in information and communication technologies. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *14*(7), 2814–2825. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8325326>
- Ruziyeva, E. A. (2019). Analysis of investments role in the economic development / E.A. Ruziyeva, A.M. Nurgaliyeva, B.B. Duisenbayeva, A.B. Assanova, M.V. Shiller. *Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, *2*, 189–198. DOI:<https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.55>
- Saidi, K., & Omri, A. (2020). The impact of renewable energy on carbon emissions and economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries. *Environmental research*, *186*:109567. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935120304606>
- Taghizadeh-Hesary, F., & Yoshino, N. (2020). Sustainable solutions for green financing and investment in renewable energy projects. *Energies*, *13*(4), 788. Retrieved from <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/4/788>
- Xu, X., Wei, Z., Ji, Q., Wang, C., & Gao, G. (2019). Global renewable energy development: Influencing factors, trend predictions and countermeasures. *Resources Policy*, *63*:101470. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420719303174>
- Yang, X., He, L., Xia, Y., & Chen, Y. (2019). Effect of government subsidies on renewable energy investments: The threshold effect. *Energy Policy*, *132*, 156–166. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030142151930343X>
- Zahoor, Z., Khan, I., & Hou, F. (2022). Clean energy investment and financial development as determinants of environment and sustainable economic growth: Evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, *29* (11), 1–11. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-16832-9>