

Ғ.П. Қалымбетов¹, В. Вуйцик², А.Ж.Тойгожинова¹,
А.Т. Егзекова¹, Ә. Сабыржанұлы¹

¹Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

²Люблин техникалық университеті, Люблин, Польша

E-mail: gala_84_11@mail.ru

ЖАҢАРТЫЛҒАН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІНІҢ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНДАҒЫ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ

Андатпа. Мақалада Қазақстанда жаңартылған энергетиканың жағдайы мен даму перспективалары көрсетіледі.

Қазіргі уақытта энергетикалық объектілердің, оның ішінде электр станцияларының тиімділігін бағалаудың қолданыстағы әдістері негізінен өндірілген киловатт-сағат электр энергиясының құнына қатысты. Бұл тұрғыда жылу, Атом және ірі гидроэлектростанциялар жаңартылатын энергияға негізделген электр станцияларына қарағанда сөзсіз артықшылыққа ие. Қазақстанның үлкен энергетика саласында шағын, оның ішінде жаңартылатын энергетикасы әлі экономикалық тұрғыдан өзін ақтамайды деген пікір бар.

Алайда, әлемдік қаржы және энергетикалық дағдарыс аясында жаңартылатын энергетиканың даму қарқынының қарқынды өсуі болжануда. Сонымен қатар, бұл қарқынның тіпті ең оптимистік болжамдардан асып түсу ықтималдығы жоғары және 2020 жылы электр энергиясын өндірудегі жаңартылатын энергия көздерінің үлесі 15% - ға жетеді (ірі СуЭС-сыз).

Жақында әлемдік тәжірибеде тиімділік критерийлері ретінде тек экономикалық көрсеткіштер ғана емес, сонымен қатар электр станцияларының энергетикалық тиімділігін есептеу негізінде алынған энергетикалық көрсеткіштер де қолданыла бастады, бұл пайдаланылатын отын мен бастапқы энергияның нақты сипаттамасын береді.

Түйінді сөздер. Энергетика, энергетикалық станциялар, жаңартылған энергия көздері, параметрлер, динамика.

Кіріспе.

Электр энергетикасы – кез келген елді басқарудың ерекше түрі. Ол оның стратегиялық қауіпсіздігін, табыстылығын және халықтың өмір сүру деңгейін анықтайды. Ежелгі заманнан бері кез келген мемлекеттің басым міндеті энергия көздерін ашу, алу және иелену болды. Барлық елдер әртүрлі дәрежеде энергетикалық ресурстарға ие. Бұл ретте табиғи-климаттық, экономикалық әлеуметтік, саяси және басқа да факторлар үлкен рөл атқарады.

2022 жылғы мәліметтер бойынша, электр энергиясын өндіру 13 млрд кВт/сағатқа жеткені белгілі болып отыр, жылына 5000 — 6000 сағатты қамтамасыз ететін 380 мВт-қа тең қуатты көруге болады [1].

Энергетика саласында энергияны үнемдеу мен оның тиімділігін арттыру күрделенген мәселелердің бірі. Себебі бүгінгі күні Қазақстан ІЖӨ-дегі энергия сыйымдылығы көрсеткіші бойынша әлемдік көрсеткішпен салыстырғанда 5 орынды алып отыр. ЭЫДҰ (экономикалық ынтымақтасу және даму ұйымы) елдерімен бірге еліміз 2050 жылға қарай 50 пайызға жетуді межелеп отыр. ТМД елдері арасында 1,73 пайызға жеткендігін білеміз.

Президентіміздің Қазақстан халқына Жолдауында энергия үнемдеу және оның тиімділігін арттыру саласында еліміздің ішкі жалпы өнімінің энергия сыйымдылығын кем дегенде 25%-пайызға, 2050 жылға қарай 2 есе төмендету міндетін қойғаны белгілі.

Мемлекетімізде энергетикалық тізім жасалып, ұлттық операторы болып электр энергетикасы және энергия үнемдеуді дамыту институты құрылды, энергия тиімділігінің картасы жасалды, энергетикалық аудит, энергияның сервистік шарттар жүйесі енгізілгені белгілі.

Материалдар мен тәсілдер.

Әлемдегі энергетика саласының жай-күйіне аналитикалық шолулардың деректері жаңартылатын энергетиканың қарқынды дамып келе жатқанын көрсетеді. Ол Қытайда, Үндістанда, АҚШ-та және ЕО елдерінде дамудағы ең үлкен белсенділікке ие болды. Энергия өндіретін ұйымдардың электр энергиясын өндіруінің көлемі 2022 жылы 28 597 млн кВт·сағ. құрағандығын көрдік [6].

2021 жылдың көрсеткіштерімен салыстырғанда электр энергиясын өндірудің төмендеуі 600,5 млн кВт·сағ. немесе 2,1%-тең болды.

ҚР Энергетика министрлігі мәліметтеріне сәйкес 2022 жылы 148 жаңартылатын энергетикалық кешендердің нысаны 2 333,2 МВт жұмыс істеді (ЖЭС - 895,0 МВт; КЭС - 1 149,76 МВт; СЭС – 280,3 МВт; БиоЭС - 9,30 МВт).

2022 жылы ЖЭК-нің 14 жаңа нысаны жобаға енгізілген. Орталық жүйенің деректеріне сай 2022 жылы ҚР ЖЭК (КЭС, ЖЭС, БГС, және СЭС) пайдалану нысандарының электр энергиясын өндіруі 4 245,2 млн.кВтсағ тең болды. 2021 жылғы 3 546,3 млн кВт·сағ. өсімі 698,8 млн кВт·сағ. немесе 19,8%-ды құрады. Электр энергиясын өндірудің артуын 2021 жылдың көрсеткіштерімен салыстырып қарайтын болсақ ЖЭС, КЭС және СЭС-те байқалып отыр, ал БГҚ өндіру көлемі өткен жылмен салыстырғанда айтарлықтай төменгі көрсеткіште.

Болжам бойынша, 2020 жылға дейін ЖЭК қондырғыларының шамамен 1,1 ТВт қуаты орнатылуы мүмкін, оның ішінде континенттік және оффшорлық орындау 46% дейін және күн электр станцияларына - 36% дейін болады. Жел энергетикасы көлемінің өсуі оларды пайдаланудың жаңа технологиялық мүмкіндіктерінің пайда болуымен байланысты, әсіресе желдің айтарлықтай жылдамдығына байланысты оффшорлық аймақта [1].

2021 жылдан бастап 2030 жылға дейін күн электр қондырғылары алдыңғы қатарға шығады, олардың үлесі шамамен 50% құрайды. Континентальды (күрлықтағы) желдің пайда болуы 37% - ға дейін болады. Жаңартылатын энергия қондырғыларының жалпы белгіленген қуаты шамамен 1,4 ТВт болады, ал 2030 жылға қарай гидроэнергетиканы ескере отырып, ол 2,5 ТВт құрайды, яғни 9 есе артады.

ЖЭК технологияларының мұндай қарқынды дамуының себептері:

- ресурстарды (шикізатты) қосымша қайта өңдеу қажеттілігінің болмауы, (БиоТЭС-тен басқа);

- қажетті қуаттың кез келген көлемін (гидроэнергетика мен ГеоТЭС-тен басқа) біртіндеп ұлғайтуға және қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін модульдік қағидатты кеңінен қолдану мүмкіндіктері;

- электр энергиясын жинақтау, дәстүрлі емес электр станцияларының тиімділігін арттыру және жаңа материалдарды әзірлеу саласындағы алынған технологиялық жетістіктер, бұл ЖЭК кешендерін салу мен пайдалану құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Егер біз бұл көздерді жылу энергиясына айналдыру үшін қарастыратын болсақ, онда электр энергиясы ең тиімді болып табылады. Алайда, оны, мысалы, жылыту

мақсатында пайдалану өте энергияны қажет етеді. Сондықтан эксергия тұрғысынан жаңартылатын энергия көздерін қолданған дұрыс [2].

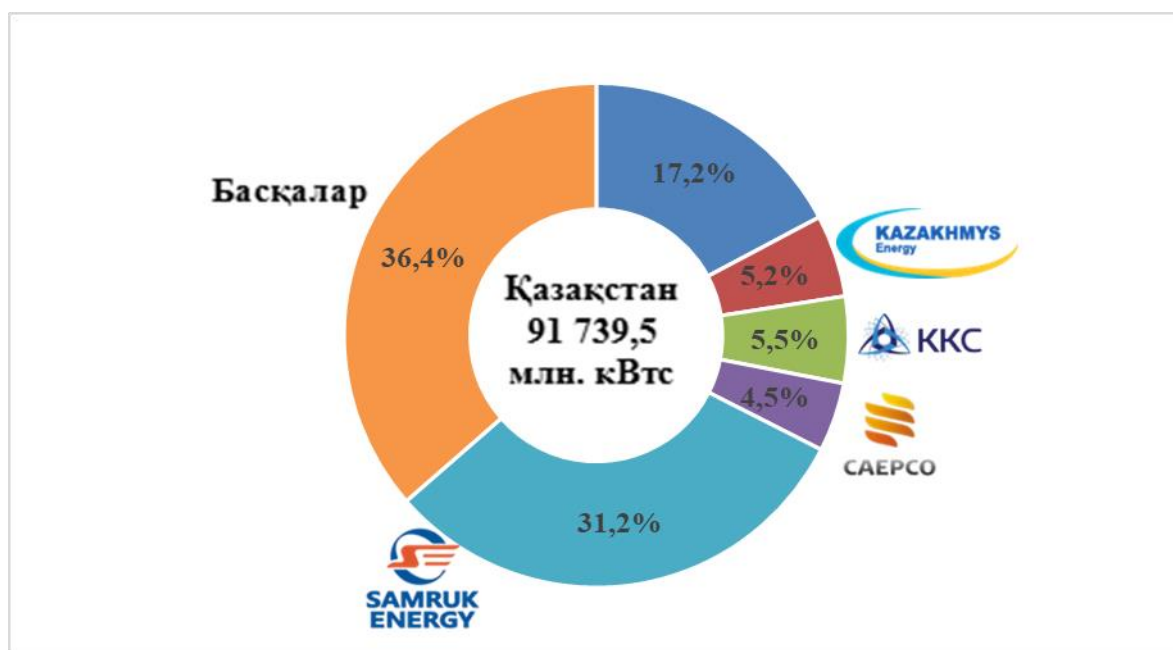
2015 жылға дейін әлемде жаңартылатын энергия көздерін енгізу бойынша көшбасшы АҚШ болды. Қазір бірінші орын Қытайға тиесілі, одан кейін Үндістан. 2017 жылдың қаңтарында Қытайдың ұлттық энергетика агенттігі 2020 жылға дейін жаңартылатын энергия көздерін дамытуға 363 млрд.

Нәтижелер.

Төмендегі кестеден электр энергиясының үлесінің 31,2% құрайтынын көреміз.

1 кесте - Электр энергиясын өндіру көрсеткіштері

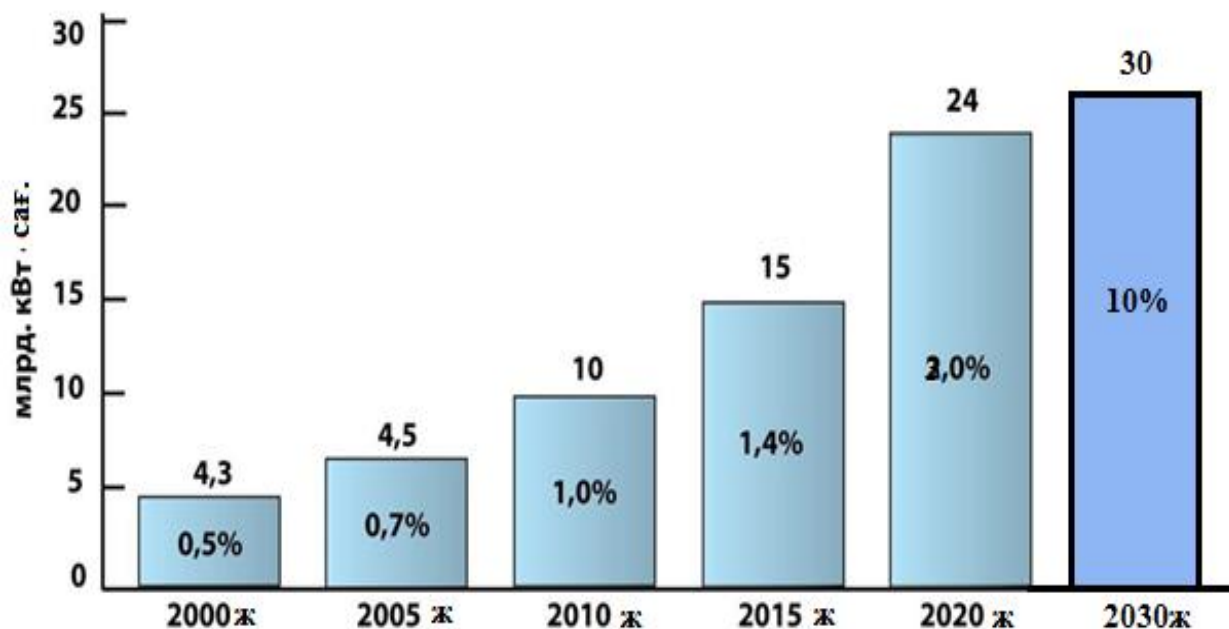
№	Ұйымдардың атаулары	2021ж		2022ж		Δ	
		қаңтар-қазан айлары	ҚР-дағы үлесі, %	қаңтар-қазан айлары	ҚР-дағы үлесі, %	млн. кВт сағ	%
		29197,5	31,1%	28 597,0	31,2%	-600,5	-2,1%
1	«АлЭС»	4053,4	4,3	4181,8	4,6	128,4	3,2
2	«Болат Нұржанов атындағы Екібастұз 1-МАЭС» ЖШС	18479,6	19,7	18405,8	20,1	-73,8	-0,4
3	«Екібастұз МАЭС-2» АҚ	5504,6	5,9	4683,7	5,1	-820,9	-14,9
4	«Шардара су ЭС» АҚ	405,4	0,4	402,4	0,4	-3,0	-0,7
5	«Қантаев атындағы Мойнақ су электр стансасы» АҚ	625,8	0,7	801,8	0,9	176,0	28,1
6	«Самұрық-грин энерджи» ЖШС	16,8	0,0	16,7	0,0	-0,10	-0,6
7	«Бірінші ЖЭС» ЖШС	111,9	0,1	104,8	0,1	-7,1	-6,3



1 сурет - Қазақстанның электр энергиясының үлестік динамикасы

Осы тенденцияларды ескере отырып, жаңартылатын энергия бүгінгі күнге дейін қалыптасқан энергетикалық дағдарыстан шығудың тиімді құралы бола алады деп айтуға болады [6].

Электр энергиясын өндірудегі ЖЭК үлесінің болжамы және олардың Қазақстандағы 2030 жылға дейінгі өсу динамикасы



2 сурет - Электр энергиясын өндірудегі ЖЭК үлесінің болжамы және олардың Қазақстандағы 2030 жылға дейінгі өсу динамикасы

Жаңартылатын энергияның энергетикалық тиімділігін анықтау үшін оны осы көрсеткіш бойынша пайдаланылатын энергия көздерінің басқа түрлерімен, атап айтқанда жылу электр станцияларымен салыстыру орынды.

Сонымен қатар, энергия көздерінің екі түрін салыстыру кезінде тұтынылатын немесе өндірілетін энергияның сапасы, яғни оның техникалық пайдалы жұмыс жасау қабілеті үлкен маңызға ие. Сонымен қатар, энергия қоршаған орта параметрлері деңгейіне ауысқан кезде жасайтын ең пайдалы жұмыс эксергия деп аталады. Қарастырылып отырған көздер үшін оның шамамен мәндері [3]:

- электр энергиясы-95% және одан көп;
- жанармай жағудан болатын жылу – 20-40%;
- механикалық энергия:
- толқын және толқын – 65%;
- кіші өзендер мен су ағындарының энергиясы-60% ,
- жылу күн коллекторлары-35%;
- жел энергиясы-30% ,
- фотоэлектрлік түрлендіргіштер-15% .

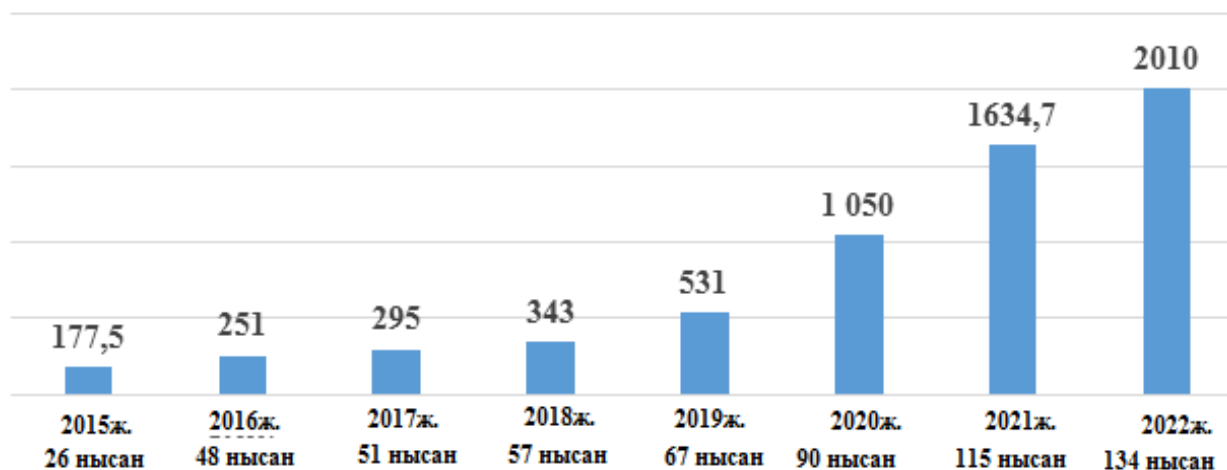
Құрылған жағдайлардың арқасында жаңартылатын энергия тұрақты өсуде. Соңғы 7 жылда ЖЭК нысандарының белгіленген қуаты 11 есеге жуық өсті – 2014 жылғы 177,52 МВт-тан 2021 жылы 2010 МВт-қа дейін.

Энергетика министрлігінің деректері бойынша 2022 жылғы 1 қаңтардағы жағдай бойынша ҚР-да белгіленген жиынтық қуаты 2010 МВт болатын 134 ЖЭК объектісі жұмыс істейді.

2 кесте - ҚР-да ЖЭК пайдаланатын объектілердің түрлері бойынша енгізілген қуаттары

Жылдар	ЖЭК түрлері	Нысан саны	Қуат, МВт
2020		90	1074,82 МВт
	ЖЭС	19	305,9
	СуЭС	37	224,6
	КЭС	31	541,9
	БГҚ	3	2,42
2021		113	1 634,25 МВт
	ЖЭС	27	487,5
	СуЭС	39	228,4
	КЭС	41	910,5
	БГҚ	6	7,8
2022		135	2 008,67 МВт
	ЖЭС	42	684,0
	СуЭС	39	281,05
	КЭС	47	1035,60
	БГҚ	7	8,02

2022 жылы ЖЭК электр энергиясының үлесі республикамызда ЖЭК нысандарының өндіретін электр энергиясы 7,8%-ын құрады, ал 2021 жылы бұл көрсеткіш 7,7% құрады [7].



3 сурет - Нысандардың қуатының динамикасы, ЖЭК пайдалану, млн кВт·сағ

3 кесте - ЖЭК электр энергиясының үлесі млн кВт·сағ

№	Атауы	2021ж		2022ж		Δ, млн. кВтс	Δ, %
		қаңтар- қазан айлары	ҚР-ғы үлесі, %	қаңтар- қазан айлары	ҚР-ғы үлесі, %		
		269,1	8,3	275,6	7,1		
1	«АлЭС» АҚ КЭС-інің каскады 43,8МВт	141,4	4,2	153,1	3,5	12,7	8,5
2	«Самұрық грин энерджи» ЖШС КЭС 2МВт + СЭС 1МВт	5,0	0,2	4,9	0,3	0,1	0,1
3	«Самұрық грин энерджи» ЖШС ЖЭС Шелек 5МВт	12,2	0,5	12,1	0,6	0,1	0,8
4	«Бірінші ЖЭС» ЖШС ЖЭС 45 МВт	112,0	3,4	105,5	2,7	7,2	6,7

Гидроэнергетика (ГЭС). Гидроэнергетика-Қазақстандағы электр энергиясын өндірудің екінші ірі көзі, оның үлесіне 2022 жылғы 1 қаңтардағы деректер бойынша Қазақстанның барлық генерациялайтын қуатының шамамен 11,7% тиесілі. Әлеуетті гидроресурстардың абсолюттік көрсеткіштері бойынша Қазақстан ТМД елдері арасында үшінші орында тұр. Қазақстанның гидроэнергетикалық әлеуеті жылына шамамен 170 млрд кВт·сағ, техникалық тұрғыдан жүзеге асырылатын - 62 млрд кВт·сағ. Орта және ірі өзендердің гидропотенциалы жылына 55 млрд кВт·сағ, кіші өзендер - 7,6 млрд кВт·сағ құрайды. Сонымен қатар, шағын ГЭС-тің техникалық мүмкін әлеуеті шамамен 8 млрд кВт·сағ құрайды [6].

Күн энергиясы (КЭС). Күн энергиясының Қазақстандағы алатын орны өте үлкен. Энергетикалық кешеннің 2030 жылға дейінгі тұжырымдарына сәйкес, күн энергиясының жылдық үлесі шамамен 2,5 млрд кВт·сағ құрайды, күн сағаттарының саны жылына 2200 - 3000 сағатты (оңтүстік өңірлерінде жылына 2500 - 3000 сағат) құрайды.

Еуроодақпен салыстырып қарайтын болсақ, Белоруссия, Армения, Қырғызстан, Қазақстан және Ресейдің электр энергияларын ұлттық нарықта ықпалдастыру жолын қалыптастыру жоспары жасалынған. ЕАЭО-ға мүше мемлекеттер алдымен осы елдердің ішкі тұтынушыларын электр энергиясымен қамтамасыз етуді алға қойып отыр, электр энергетикалық жүйелерінің негізінде Одақтың ортақ электр энергетикалық нарығын кезең-кезеңмен қалыптастыруы белсенді жүргізіліп отырғанын атап айтуға болады [5].

Талқылау.

Қазақстан тұрақты экономикалық өсуді және елдің алыс өңірлеріне қолжетімді электр энергиясын қамтамасыз етіп отырған ЖЭК-тің орасан зор орнын айтқанымыз дұрыс. Тарихи тұрғыдан ірі СуЭС Қазақстанның энергетикалық балансына орасан үлес қосады, бірақ өңірде биоотын, жел және күн энергиясының потенциалы жоғары. Еліміздің энергетикалық балансындағы ЖЭК үлесі төмен болып отыр. Болашақта технологиялық инновациялармен қамтамасыз етілетін шығындарды қысқарту және технологиялардың бәсекеге қабілеттілігін арттыру өңірдегі ЖЭК арттыруға мүмкіндік береді.

- талдау қорытындысына қатысты компанияның 2022-2031 жылдарға арналған даму стратегиясына енгізілген күрделі жобалар, оның ішінде жасыл энергия ауысу жобасының тізбесі жасалынды:

- қуаты 50 МВт Ерейментау қаласы ауданында ЖЭС салынды;
- Алматы облысы Еңбекшіқазақ ауданында қуаты 60 МВт ЖЭС жобаланды;
- қуаты 240 МВт Шелек дәлізіндегі ЖЭС аралас станциясы, қуаты 71 МВт гидроэлектростанциясы бар;
- өзендегі немесе қуаттылығы 40,6 МВт Кербұлақ ГЭС-і жобаланды;

- таяу болашақта технологиялық инновациялармен қамтамасыз етілетін шығындарды қысқарту және жасыл технологиялардың бәсекеге қабілеттілігін арттыру Қазақстандағы ЖЭК әлеуеті арттырылды;

- 2018-2021 жылдардан бастап аукциондық сауда-саттық тетігінің қолданылу кезеңінде ғана ГЭС үшін тарифтердің төмендеуі – 19%, ЖЭС – 34% және СЭС-64% құрады.

Қорытынды.

Қазақстан «жасыл» экономикаға көшу және тұрақты өсу қажеттілігін мойындап, ЖЭК мен энергия үнемдеу технологиялары саласындағы жобаларының жүзеге асуын қолдап келеді. Үкімет ҚР Парламентімен бірлесіп қоршаған орта саласындағы реформалар мен жобаларға басшылық жасап отыр, сондықтан жалпы институционалдық орта «жасыл» технологияларды кеңінен енгізу үшін қолайлы болып отыр. Мемлекет нарықтық қатысушылармен, қаржы институттарымен, қоғамдық ұйымдармен бірлесе отырып сектордың инвестициялық қажеттілігін жақсарту мақсатында ЖЭК саласындағы заңнаманы үздіксіз жетілдіруін қатаң бақылап отырады.

Үкімет ЖЭК өндірушілеріне жеңілдетілген тарифтер беруді жалғастыруда, сонымен қатар ЖЭК секторын дамыту үшін Үкімет орталықтандырылған электр желісіне қол жеткізе алмайтын үй шаруашылықтары мен кәсіпорындар үшін шағын ауқымды ЖЭК жобаларын (> 5 кВт) орнатуға инвестициялардың 50% - өтейді.

Еліміздің энергия жүйесіндегі жаңартылатын энергия көздерінің үлесін арттыру бойынша алдына үлкен міндеттер қойып отырғаны белгілі, осы көрсеткіштер 1,3% - құрайды, 2020 жылдың соңына қарай оны 3% – пайызға, ал 2030 жылға қарай -10% дейін жеткізуді жоспарлап отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Абильдинова С.К. Энергияның дәстүрлі емес және қайта жаңарту көздері: Оқу құралы. – Алматы: АЭЖБУ, 2019 – 105 б.
- [2] Дукенбаев К., Возобновляемая энергия. Основы, потенциал, технология и использование. – Алматы. Signet Print. 2014. -322 с.
- [3] Сибикин Ю.Д. Альтернативные источники энергии. – М.: Радиософт, 2014. -248 с.
- [4] Қазақстанның электр энергетикасы саласының нарығын талдау. - Астана. Самұрық-Қазына. 2022.-14 бет.
- [5] Қазақстан Республикасындағы жаңартылатын энергия көздері нарығына шолу. - Астана. Ақпан, 2022. -30 бет.
- [6] <https://eenergy.media/archives/>
- [7] <https://www.kegoc.kz/electric-power/elektroenergetika-kazakhstan/>

REFERENCES*

- [1] Abildinova S. K. non-traditional and renewable sources of Energy: a textbook. - Almaty: Aues, 2019-105 P.
- [2] Dukenbaev K., The energy of the rising. Fundamentals, potential, technology and use. - Almaty. Signet Print. 2014.-322 P.
- [3] Sibikin Yu.d. alternative energy sources. - M.: Radiosoфт, 2014. -248 P.
- [4] analysis of the market of the electric power industry of Kazakhstan. - Astana. Samruk-Kazyna. 2022. -14 pages.
- [5] review of the renewable energy market in the Republic of Kazakhstan. - Astana. February, 2022. -30 pages.
- [6] <https://eenergy.media/archives/>
- [7] <https://www.kegoc.kz/electric-power/elektroenergetika-kazakhstan/>

Galim Kalimbetov, doctoral student, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, gala_84_11@mail.ru

Wojcik Waldemar, doctor of technical sciences, professor, Lublin Technical University, Lublin, Poland, waldemar.wojcik@pollub.pl

Ainur Toigozhinova, PhD, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, aynur_t@mail.ru

Anar Egzekova, candidate of technical sciences, assistant professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, granata81@mail.ru

Ali Sabyrzhanuli, student, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan

ENERGY EFFICIENCY OF RENEWABLE ENERGY POWER PLANTS

Abstract. The article reflects the state and prospects of renewable energy development in Kazakhstan.

Currently, the existing methods of evaluating the efficiency of energy facilities, including power plants, mainly relate to the cost of kilowatt-hours of electricity produced. In this sense, thermal, nuclear and large hydroelectric power plants have an undeniable advantage over power plants based on renewable energy sources. There is an opinion in the large energy industry of Kazakhstan that small, including renewable, energy is not yet justified economically.

However, against the background of the global financial and energy crisis, a rapid increase in the pace of development of renewable energy is predicted. In addition, there is a high probability that this rate will exceed even the most optimistic forecasts, and in 2020 the share of renewable energy sources in electricity production will reach 15% (without large hydroelectric power plants).

Recently, in world practice, not only economic indicators have been used as efficiency criteria, but also energy indicators obtained on the basis of calculating the energy efficiency of power plants, which gives an accurate description of the fuel used and primary energy.

Keywords. Energy, power plants, renewable energy sources, parameters, dynamics.

Галим Калимбетов, докторант, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, gala_84_11@mail.ru

Вальдемар Вуйцик, д.т.н., профессор, Люблинский технический университет, Люблин, Польша, waldemar.wojcik@pollub.pl

Айнур Тойгожинова, PhD, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, aynur_t@mail.ru

Анара Егзекова, к.т.н., ассистент профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, granata81@mail.ru

Әли Сабыржанұлы, студент, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ НА АЛТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье показаны состояние и перспективы развития энергетики в Казахстане.

Методы оценки эффективности энергетических объектов, в том числе электростанций, в основном относятся к производительности произведенных киловатт-часов электроэнергии. В этом смысле тепловые, атомные и крупные гидроэлектростанции

имеют неоспоримое преимущество перед электростанциями на основе ВИЭ. В большой энергетической отрасли Казахстана существует мнение, что малая, в том числе возобновляемая, с этой точки зрения рисками энергетика пока не оправдывает себя в экономически.

На фоне мирового финансового и энергетического кризиса прогнозируется стремительный рост темпов развития ВИЭ. Существует высокая вероятность того, что этот темп превзойдет даже самые оптимистичные прогнозы, и в 2020 году доля ВИЭ в производстве электроэнергии достигнет 15% (без крупных ГЭС).

В мировой практике в качестве критериев эффективности стали использоваться не только экономические показатели, но и энергетические показатели, полученные на основе расчета энергетической эффективности электростанций, что дает точную характеристику используемого топлива и первичной энергии.

Ключевые слова. Энергетика, энергетические станции, возобновляемые источники энергии, параметры, динамика.
