

УДК:621.311.24

МРНТ:44.39.29

Ш.Р.КУРБАНБЕКОВ¹, Н.М.НАСИРОВА²

¹PhD докторы, Физика кафедрасының доценты

E-mail: sherzod.kurbanbekov@ayu.edu.kz

²магистрант, E-mail: nadima_nasirova@mail.ru

²Қожа Ахмет Ясауи атындағы

Халықаралық қазақ-түрік университеті

ҚАЗАҚСТАНДА ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАСЫНЫҢ ДАМУ БОЛАШАҒЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада қазіргі уақыттағы электр энергиясының жетіспеушілігіне байланысты энергия көзін үнемді әрі зиян келтірмей, артық шығынсыз өндіруге қол жеткізуге болатын мәселелер қарастырылды. Зерттеу барысында математикалық анализ, салыстыру, модельдеу әдістері қолданылды. Математикалық анализ әдістерін қолдана отырып, жел қондырғыларының пәк-ін арттырудың шарттары айқындалды. Сонымен қатар, жасалынған шағын нұсқаларын үлкен объектілерге айналдыру процесі жүзеге асты. Сондай-ақ жоғары деңгейдегі нәтижеге қол жеткізу үшін Қазақстанның барлық өңіріндегі желдің орташа жылдамдығы қарастырылды. Жел қондырғысының жұмысын компьютерлік моделдеуді ANSYS талдау әдістемесі және ағуды есептеу, бағдарламалық кешенде жел ағынымен үрлеу кезінде бір роторлы және екі роторлы жел қондырғысында туындайтын негізгі аэродинамикалық күштер мен сәттерді есептеу ұсынылды. Шағын және орта жел электр станцияларының нұсқалары ұсынылды. Қазақстан аумағында қуаты 5 кВт (шағын жел қуаты) жел электр станцияларын орнату экономикалық тұрғыдан тиімді екені анықталды. Қазақстанда жел энергетикасының проблемалары қарастырылып, сәйкесінше жел энергетикасын пайдалану перспективалары анықталынды. Сонымен қатар Қазақстанда жел электр станцияларын қолданудың орындылығын талдау жүргізілді.

Ғылыми зерттеулер нәтижесі болашақта еліміздегі жаңарып тұратын энергия көздерінің басқа түрлері сияқты, жел энергетикаларына көптеп көңіл бөлу мен оны дамытуға инвестицияны тартуда ықпалын тигізуі мүмкін. Себебі жел энергиясының басқа энергия көздерінен экологиялық және экономикалық артықшылықтары көп екендігі қазіргі таңда кеңінен зерттелініп дәлелденуде.

Түйінді сөздер: жел энергиясы, жел турбинасы, баламалы энергия көздері, жел генераторы, жел электрстанциясы.

Ш.Р.КУРБАНБЕКОВ¹, Н.М.НАСИРОВА²

¹PhD доктор, доцент кафедрасы Физики

E-mail: sherzod.kurbanbekov@ayu.edu.kz

²Магистрант, E-mail: nadima_nasirova@mail.ru

Международный казахско-турецкий университет им.Х.А.Ясауи

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы, по которым в связи с нехваткой электроэнергии в настоящее время можно добиться более экономичного и без ущерба производства энергоисточника, без лишних затрат. В ходе исследования использовались методы математического анализа, сравнения, моделирования. Определены условия повышения КПД ветроустановок с

использованием методов математического анализа. Кроме того, был реализован процесс превращения созданных малых версий в большие объекты. Также для достижения высокого уровня результатов была рассмотрена средняя скорость ветра во всех регионах Казахстана. Предложена методика анализа компьютерной модели работы ветровой установки ANSYS и расчет расхода, расчет основных аэродинамических сил и моментов, возникающих в однороторной и двухроторной ветровой установке при продувке ветровым потоком в программном комплексе. Предложены варианты малых и средних ветровых электростанций. Установлено, что на территории Казахстана экономически выгодно устанавливать ветровые электростанции мощностью 5 кВт (малая ветровая мощность). Рассмотрены проблемы ветроэнергетики в Казахстане и, соответственно, определены перспективы использования ветроэнергетики. Также проведен анализ целесообразности применения ветровых электростанций в Казахстане.

Результаты научных исследований, как и другие виды возобновляемых источников энергии в нашей стране, могут оказать влияние на привлечение инвестиций в развитие и привлечение большего внимания к ветроэнергетике.

Ключевые слова: ветровая энергия, ветротурбина, альтернативная энергия, ветрогенератор, ветроэлектростанция.

SH.R. KURBANBEKOV¹, N.M.NASIROVA²

¹PhD, Associate Professor of Physics,

E-mail: sherzod.kurbanbekov@ayu.edu.kz

²masters degree, E-mail: nadima_nasirova@mail.ru

Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University

STUDY OF PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF WIND ENERGY IN KAZAKHSTAN

Abstract. This article discusses the issues on which, due to the lack of electricity, it is currently possible to achieve more economical and without prejudice to the production of an energy source, at no extra cost. The research used the methods of mathematical analysis, comparison, modeling. The conditions for increasing the efficiency of wind turbines using the methods of mathematical analysis are determined. In addition, the process of converting the created small versions into large objects was implemented. Also, to achieve a high level of results, the average wind speed in all regions of Kazakhstan was considered. A method for analyzing a computer model of the ANSYS wind turbine operation and calculating the flow rate, calculating the main aerodynamic forces and moments arising in a single-rotor and two-rotor wind turbine during blowing with a wind flow in a software package are proposed. Variants of small and medium-sized wind power plants are proposed. It has been established that it is economically profitable to install wind power plants with a capacity of 5 kW (low wind power) on the territory of Kazakhstan. The problems of wind energy in Kazakhstan are considered and, accordingly, the prospects for the use of wind energy are determined. An analysis of the feasibility of using wind power plants in Kazakhstan was also carried out.

The results of scientific research, like other types of renewable energy sources in our country, can have an impact on attracting investment in development and attracting more attention to wind energy.

Key words: wind energy, wind turbine, alternative energy, wind generator, wind power plant.

Кіріспе

Энергия өндірісінің қоршаған ортаға әсері тұрақты даму күн тәртібінде көбірек орын алады. Көмірсутектерге бай елдер энергия өндіруде мұнай, газ және көмірді кеңінен қолданудың арқасында парниктік газдарды, металдарды және басқа ластаушы заттарды шығаратын ірі елдерге айналды деп айыпталуда. Органикалық отынды жылу мен электр энергиясын өндіру үшін жағу - климаттың ғаламдық өзгеруінің басты себептерінің бірі. Бүгінгі күні жер бетіндегі қоршаған ортаны және оның экологиясын сақтау жолдарының бірі баламалы, экологиялық таза жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) кеңінен пайдалану болып табылады. Осыған байланысты жергілікті жаңартылатын энергия көздерін жан-жақты дамыту ірі көмір электр станцияларына экономикалық және экологиялық балама болуы мүмкін. ЖЭК-тің неғұрлым күшті дамып келе жатқан баламалы энергия түрлерінің бірі жел энергетикасы болып табылады.

Бірқатар аудандарда жел жылдамдығы 6 м/с және одан да көп болады. Өйткені, көптеген бір роторлық көлденең жел қондырғыларын қамтамасыз ететін қарапайымдылығы, жұмысының сенімділігі мен бар жеке шектеулер саны энергия, ол мүмкін қабатындағы ауа ағынының көмегімен бір роторлы жел қондырғылары. Бір роторлы жел қондырғысы жел энергиясының 40% - дан аз мөлшерін электр энергиясына түрлендіре алады. Осылайша, желдің әлеуетті энергиясының 60% дерлік пайдаланылмастан өтеді. Шын мәнінде, шамадан тыс пайдаланылған жел энергиясы орта деңгейде, бұл энергияның бір бөлігі екінші жел шоғырын бірінші ізге орнату арқылы жел энергиясы алынуы мүмкін. Қазіргі уақытта зерттеушілер мен инженерлерге кездесетін көптеген міндеттер аналитикалық шешімге келмейді немесе эксперименталды. Іске асыруға үлкен шығындарды талап етеді. Көбінесе инженерлік мәселені жедел талдаудың жалғыз мүмкіндігі компьютерлік математикалық модельдеу болып табылады [1-3].

Табиғи отынның белсенді тұтынылуы Жердің экологиялық тепе-теңдігіне өте жағымсыз әсер етуде. Көптеген ғалымдар климаттың өзгеруі мен атмосферада парниктік газдар концентрациясының жоғарылауының себебін осымен байланыстыруда [4]. Фукусима атом электр станциясындағы трагедиядан кейін әлемнің көптеген елдері үшін оларды одан әрі қолданудың мақсаттылығы туралы сұрақ туды және Германия жалпы елдегі қолданыстағы атом электр станцияларын біртіндеп жауып тастап, оның құрылысы мен іске қосылуын тоқтату туралы шешім қабылдады. Осыған байланысты экологиялық таза және қауіпсіз баламалы энергия көздерінің, соның ішінде жел энергиясының рөлі күрт артып отыр [5]. Бұл көмірсутегі ресурстарының шектеулі қорына, сондай-ақ әлемдік экономиканың энергияға деген қажеттіліктерінің өсуіне байланысты жаңа энергия көздерін пайдалану қажеттілігімен байланысты.

Бүгінгі күні жел энергиясы ең таза, ең перспективалы жаңартылатын энергия көздерінің бірі болып табылады. Қазіргі заманғы жел энергетикасы қарқынды даму кезеңін бастан кешуде. Қазақстан Республикасы жер ресурстарына қоса, баламалы энергия қорларына өте бай. Аумақтың 55% -ында желдің орташа жылдамдығы $4\text{--}6\text{ м/с}$, ал кейбір аудандарда 6 м/с немесе одан да көп. Болашақта осы фактілерді жел энергиясынан электр энергиясын өндіру үшін пайдалану қажет. Жел энергетикасын дамыту үшін ең жақсы жағдайға ие әлем елдеріне Қазақстан Республикасы кіреді. Желді жерлер бүкіл елде орналасқан. Бос кеңістіктердің және жел электр станцияларының қуаттылығының 10 МВт/км^2 деңгейінде болуына байланысты ел аумағында бірнеше жел электр станцияларын орнатуды жоспарлауға болады. [6]

Жинақталған деректер бойынша, Қазақстан аумағының теориялық жел әлеуеті жылына 1810 миллиард кВт / сағ жетеді. 2030 жылға дейін жаңартылатын және баламалы энергия көздерінен алынатын электр энергиясының үлесін 29% -ға дейін, ал 2050 жылға дейін 49% -ға дейін жеткізу міндеті тұр [7].

Әзірге Еуропа мен Америка жел электр станцияларын пайдаланудың көшбасшылары болып есептелуде. Алайда жел генераторларын пайдаланудың жоспары Қазақстанда да ақырындап дамып келуде. Қазақстанда жел энергетикасы әлі де өзінің даму жолының басында тұр, өйткені энергия бағасы арзан, ал жел электр станцияларын салу қомақты қаржыны талап етеді. Мұндай қымбат жобалар өтелу мерзімін ондаған жылға созады. Сондықтан да қазіргі таңда кең-байтақ еліміздің инфрақұрылымын егжей-тегжейлі зерттеудің маңыздылығы өте зор.

Зерттеудің мақсаты - әлемдік тәжірибені талдау мен жүйелеу негізінде Қазақстан Республикасында жел энергетикасының даму перспективаларын бағалау болып табылады.

Зерттеу міндеттері - жел қондырғысының жұмысын компьютерлік моделдеуді ANSYS талдау әдістемесі және ағуды есептеу, бағдарламалық кешенде жел ағынымен үрлеу кезінде бір роторлы және екі роторлы жел қондырғысында туындайтын негізгі аэродинамикалық күштер мен сәттерді есептеу, шағын және орта жел электр станцияларының нұсқаларын модельдеу болып табылады.

Әдістемелік бөлім

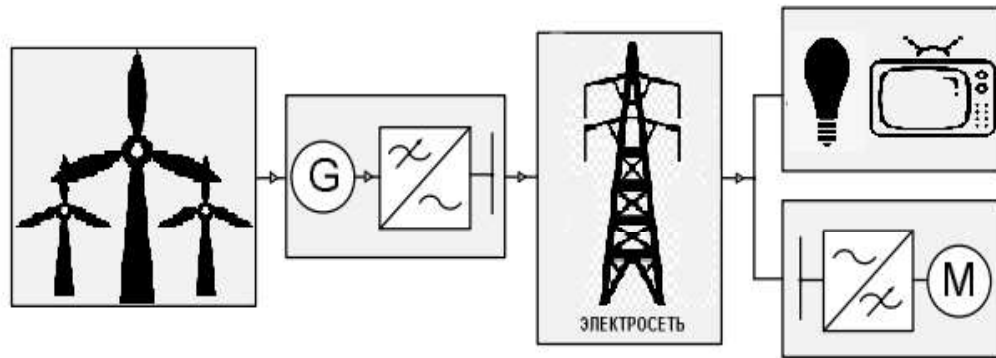
Зерттеу барысында математикалық анализ, салыстыру, модельдеу әдістері қолданылды.

Математикалық анализ әдістерін қолдана отырып, жел қондырғыларының пәкін арттырудың шарттары айқындалады. Сонымен қатар, жасалынған шағын нұсқаларын үлкен объектілерге айналдыру процесі жүзеге асады.

Салыстыру әдісі негізінен әр-түрлі географиялық елді мекендерге жел қондырғыларын орнатудың мүмкіндіктері айқындалады. Осы мүмкіндіктердің негізінде жел энергиясын электр энергиясына түрлендірудің тиімділігі артады.

Жел қондырғыларының тиімділігін бағалау үшін шынайы материалдарды қолдану үлкен шығындарға алып келеді. Көбінесе инженерлік мәселені жедел талдаудың жалғыз мүмкіндігі компьютерлік математикалық модельдеу болып табылады. Сондықтан да модельдеу әдісін қолдану біздің негізгі мақсаттарымыздың бірі болып табылады.

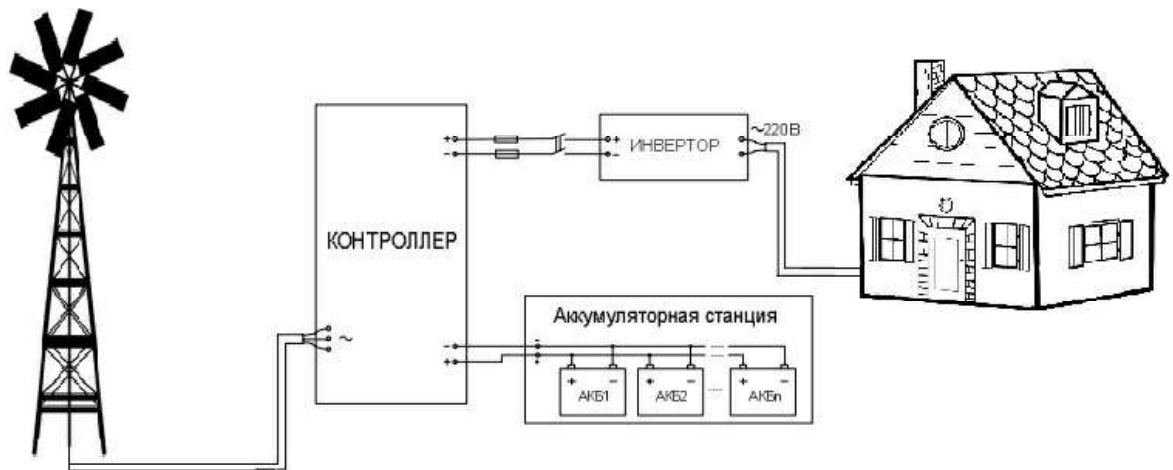
Баламалы энергия соның ішінде жел энергетикасын елімізде пайдалану перспективалары белгілі жел энергетикалық ресурстардың бар болуымен анықталады. Қазақстан белгілі жел ресурстарына өте бай ел [8-10]. Жел энергетикасын пайдалану үшін өте жақсы перспективаны алдын ала анықтайды. Батыс елдері осы саладағы ерекше көңіл аударып, жел турбиналарын жасауға көп қаражат бөлуде. Электр энергиясын жел турбиналарынан тұтынушыға берудің қарапайым жүйесі 1 суретте көрсетеді.



1 – сурет. Жел турбиналары арқылы электр энергиясын тұтынушыға берудің қарапайым жүйесі

Қазақстанда электр желісі әлі орнатылмаған қала маңындағы үй шаруашылықтары және алыс елдімекендер автономды шағын жел энергетикасын дамыту үшін қолайлы аймақ болып табылады. Стационарлық жел генераторлары тұрғын үйді немесе шағын өндірістік нысанды электр қуатымен толық қамтамасыз ете алады. Жел болмаған кезде арнайы батареяларда қажетті энергия ресурсы жинайтын дизельді генераторлар немесе күн генераторлар бірге жұмыс істей алады. Жылжымалы жел электр станцияларын автомобиль аккумуляторларын қайта зарядтау үшін немесе электр құрылғыларын тікелей қуаттандыру үшін пайдалануға болады. Әлемдік тәжірибеде қазіргі кезеңде жел энергиясын пайдаланудың екі тәсілі бар. Жел энергетикалық станциялары үлкен қуатты, энергия жүйелерімен қатар жұмыс істейді, ал шағын қуатты жел станциялары жергілікті аз энергия сыйымды тұтынушылар үшін автономды қолданылады, көп жағдайда орталықсыздандырылған. Өнеркәсіптік жел генераторлары өте қуатты, олардың кейбірі 5-7 МВт үлкен қуатқа ие. Әдетте, мұндай жел генераторлары бірыңғай желіге біріктіріледі. Тұрмыстық жел турбиналары, өндірістік жел турбиналарынан айырмашылығы, әдетте 10-20 кВт-тан аспайтын қуатқа ие. Жел генераторларының қымбаттығына байланысты тұрғындар арасында салыстырмалы түрде аз қуаттылығы 2-5 кВт жел электр станциялары үлкен сұранысқа ие [11-12].

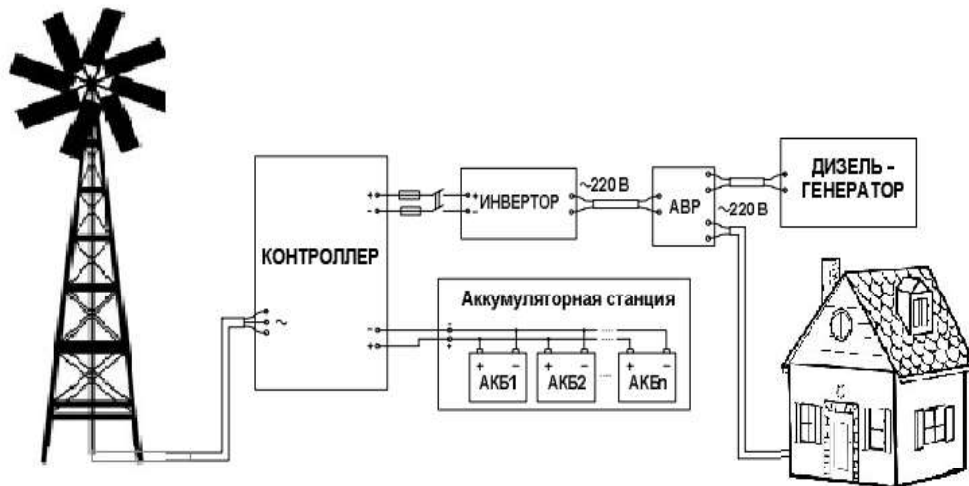
3-4 м/с орташа жылдық жылдамдықты ескере отырып, шағын электр станциясы орташа саяжайларды, шағын ауыл шаруашылығын, техникалық қызмет көрсету станцияларын және т.б. толық қуатпен қамтамасыз етуге жеткілікті болады.



2– сурет. Үйде орталықтандырылған қуат көзі болмаған кезде электрмен жабдықтаудың жүйесі

Үйде орталықтандырылған қуат көзі болмаған кезде электрмен жабдықтаудың екі нұсқасы бар. Бірінші әдіс - аккумуляторлардың екі жиынтығының болуын қамтамасыз ету, олардың біреуі жұмыс істеп тұрса, екіншісі зарядталуда (Сурет 2). Екінші нұсқа - тек батареяны зарядтау үшін қолданылатын жел турбинасы генераторын орнату. Көбінесе, екі әдіс бірін-бірі толықтыратын әдіс ретінде біріктіріледі. Орталықтандырылған электрмен жабдықтау болған кезде электр қуаты жиі сөніп тұрған жағдайда үйді резервтік қоректендіру үшін аралас схема қолданылады. Егер желідегі кернеу болса, контроллер аккумуляторларды зарядтайды және электр қуатын кіріктірілген тұрақтандырғыш арқылы тұтынушы тізбегіне жібереді. Желі ажыратылған кезде инвертор режиміне ауысу 4 мс ішінде ауысады, бұл кез-келген тұрмыстық тұтынушылардың жұмысына әсер етпейді.

Баламалы орталықтандырылған электр желісі дизельді генератор бола алады, ол тыныш ауа-райында аккумулятор станциясының төмен кернеу мәндерінде қосылады (3-сурет). Бұл қуат көзі опциясы сенімді, үздіксіз қуат көзін қамтамасыз етеді.



3 – сурет. Баламалы орталықтандырылған электр желісінің дизельді генератормен жабдықталған жүйесі

Қазақстан үшін жел энергетикасын дамыту басым бағыт болуы керек. Осы саладағы жобаларды іске асыруды ынталандыру мемлекеттік инвестициялар түрінде, мемлекеттік-жекеменшік серіктестік қағидаттары бойынша, жаңартылатын энергия көздерін жаппай енгізу үшін тиісті заңнаманы қабылдау арқылы жүзеге асырылуы тиіс. Шалғайдағы ауылдық жерлерде жел электр станцияларын енгізуді ынталандыратын жел энергетикасын дамытудың салалық бағдарламасын жасау маңызды қадам бола алады.

Қорытынды

Қорытындылай келе электр энергиясының жетіспеушілігіне байланысты энергия көзін үнемді әрі зиян келтірмей, артық шығынсыз тұтынуға қажетті етіп өндіруге болатындығы айқындалды. Бүгінгі күні жел энергиясы ең таза, ең перспективалы жаңартылатын энергия көздерінің бірі болып табылады. Қазіргі заманғы жел энергетикасы қарқынды даму кезеңін бастан кешуде. Сондықтан біздің зерттеу жұмысымыздың нәтижесінде Қазақстанда жел энергетикасын пайдалану перспективалары анықталды. Сонымен қатар, Қазақстанда жел электр станцияларын қолданудың орындылығын талдау жүргізілді. Жел қондырғысының жұмысын компьютерлік моделдеуді ANSYS талдау әдістемесі және ағуды есептеу, бағдарламалық кешенде жел ағынымен үрлеу кезінде бір роторлы және екі роторлы жел қондырғысында туындайтын негізгі аэродинамикалық күштер мен сәттер есептелінді. Шағын және орта жел электр станцияларының нұсқалары суретте көрсетілді. Қазақстан аумағында қуаты 5 кВт жел электр станцияларын орнату экономикалық тұрғыдан тиімді екені анықталды.

Ғылыми зерттеудің нәтижесі оң болатын болса онда бұл энергия көзін шағын аудандардан бастауға болады. 2025-2035 жыл аралығында Қазақстанның бүкіл шалғайдағы ауылдық жерлерін энергиямен қамтамасыз етуге мүмкіндік туады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Jenkins P. Hybrid Power Generation by Using Solar and Wind Energy: Case Study / P. Jenkins, M. Elmnifi, A.Younis, & A. Emhamed. // World Journal of Mechanics. - 2019. - Vol. 9. - P. 81–93. <https://doi.org/10.4236/wjm.2019.94006>.
2. Bognár Á. The solar noise barrier project 4: Modeling of full-scale luminescent solar concentrator noise barrier panels/ Á. Bognár, S. Kusnadi, H. Slooff L, C. Tzikas, R. C. Loonen, M. M. de Jong, M. G. Debije // Renewable Energy. - 2020. - Vol. 151.- P.1141–1149. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.11.102>
3. Raab S. Validation of a computer model for solar assisted district heating systems with seasonal hot water heat store/ S. Raab, D. Mangold, H. Müller-Steinhagen/ S. Raab, D. Mangold, H. Müller-Steinhagen // Solar Energy. – 2005. – Vol. 79. – P. 531–543. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2004.10.014>
4. Зомонова Э.М. Стратегия перехода к «зеленой» экономике: опыт и методы измерения / Э.М. Зомонова.- Новосибирск : Изд-во ГПНТБ СО РАН, 2015. - 29 – 283с.
5. Mirovoi rynek zelnykh tekhnologii vyrastet k 2025 godu do 5,9 trln evro. URL: <https://renen.ru/the-global-market-of-green-technologies-will-grow-to-eur-5-9-trillion-by-2025/>
6. Трофимов А. К генеральной схеме развития ветроэнергетики Казахстана / А. Трофимов, Б.Маринушкин // Энергетика. - 2012. - С.311. <http://www.windenergy.kz/rus/articles/1/page/1/28>
7. Николаев В. Г. Национальный кадастр ветроэнергетических ресурсов России и методические основы их определения / В. Г. Николаев, С. В. Ганага, Ю. И. Кудряшов. - Москва: Изд-во Атмограф, 2008. – 590 с.
8. Беккер Н. А. Оценка экономической эффективности использования возобновляемых источников энергии на примере ветроэнергетики Германии / Н. А. Беккер.- Москва: Изд-во МАКС Пресс, 2007. – 127 с
9. «Қазақстан жолы – 2050: Бір мақсат, бір мүдде, бір болашақ» ҚР Президенті Н.Ә.Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. https://www.inform.kz/kz/bolashak-energiyasy-zharkyn-bolashak-kepili_a2922975
10. «Төртінші өнеркәсіптік революция жағдайындағы дамудың жаңа мүмкіндіктері» ҚР Президенті Н.Ә.Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. <https://iqa.kz/index.php/ru/component/k2/item/2035-opublikovano-novoe-ezhegodnoe-poslanie-glavy-gosudarstva-nursulta>
11. Рогозина Д.А. Проблемы и перспективы развития ветроэнергетических установок в России / Д.А. Рогозина, Т.С. Хворова, В.А. Макаренко // Молодой ученый. - 2016. - №22(126). - С. 40-43. <https://moluch.ru/archive/126/35099>
12. Иванов В.М. Оценка возможности развития ветроэнергетики в алтайском крае с использованием зарубежных ветроэнергоустановок / В.М. Иванов, Т.Ю. Иванова, И.А. Бахтина, П.С. Трутнев // Градостроительство и архитектура. - 2014. - №4(4). - С. 92-97. <https://doi.org/10.17673/Vestnik.2014.04.14>