

Н. Бердимурат¹, А.А. Абаев^{2*}, А.А. Сатмурзаев³, А.К. Джусибалиева⁴, А.З. Нурмагамбетова⁵

²Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қазақстан;

^{1,3}Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан;

⁴Қазақ-Орыс халықаралық университеті, Ақтөбе, Қазақстан;

⁵Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

; ¹nazimgul76@mail.ru, ²aidos_men@mail.ru, ³assansatmurzayev@mail.ru,

⁴d_aruzhan2011@mail.ru, ⁵Azhar.Nurmagambetova@kaznu.kz

¹<https://orcid.org/0000-0001-7645-8382>, ²<https://orcid.org/0000-0002-0508-0199>, ³<https://orcid.org/0000-0002-5208-6761>, ⁴<https://orcid.org/0000-0002-4841-4742>, ⁵<https://orcid.org/0000-0001-9142-4420>

²Scopus Author ID: 56530687000

Ауылдық аумақтарды дамытудағы күн энергиясын қолданудың болашағы

Аңдатпа:

Мақсаты: Мақаланың мақсаты ауылдық аумақтардың энергетикалық ресурстарды өндіру мен тұтынудың жаңа прогрессивті технологияларын кеңінен пайдалану негізінде ауыл шаруашылығы өндірісінің келешек даму жолы жаңартылатын энергия көздерін пайдалану ауқымын кеңейтуді анықтау. Теориялық-әдістемелік негіздерді зерттеу және ғылыми-тәжірибелік ұсыныстарды негіздеу болып табылады.

Әдісі: Зерттеудің әдіснамалық базасы ретінде абстрактілі-логикалық, статистикалық, сараптамалық, салыстырмалы және құрылымдық әдістер пайдаланылды. Зерттеудің теориялық негізі ауылдық аумақтарды, агроөнеркәсіптік жаңартылатын энергия көздерін пайдалану ауқымын кеңейту жөніндегі қазақстандық және шетелдік ғалымдардың іргелі еңбектері, сондай-ақ Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенді және ауылдық аумақтарды мемлекеттік реттеу саласындағы нормативтік-құқықтық актілері болып табылады.

Қорытынды: Жүргізілген әдістер негізінде Қазақстан аймақтарында жылжымалы отын электр станциялары қолданылатын орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесінен алыс фермерлік шаруашылықтар бар. Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарының географиялық координаттарын және NASA электрондық базасының деректерін пайдалана отырып, біз күн радиациясының жиынтық кірісін анықтадық. Күн радиациясының орташа мәнінің ең үлкен кірісі Оңтүстік Қазақстан облысының ауылдық аумақтарында (4.32 кВт/м²/тәулік) тіркелді, ал Күн сәулесінің ең аз қарқындылығы Солтүстік Қазақстан облысында байқалады (3.28 кВт/м²/тәулік). Алынған мәліметтерді талдау Қазақстанның ауылдық аумағында күн сәулесінің келуінің орташа мәні айтарлықтай өзгеретінін көрсетті. Сондықтан күн радиациясының қарқындылығы бойынша үш аймақты бөлуге болады: жоғары (5 аймақ), орташа (5 аймақ) және төмен (4 аймақ). Қазақстанның ауылдық аумақтарының айлар бойынша жарық күнінің ұзақтығын есептеу тәуліктің жартысына жуығы күн (күніне 7.48-ден 17 сағатқа дейін), сондай-ақ маусымға қарамастан жарқырайтынын көрсетті. Бұл күн бойы электр энергиясын, сондай-ақ артық электр энергиясының қосалқы бөлшектерін өндіруге және оны тәуліктің қараңғы уақытында пайдалануға кепілдік береді.

Тұжырымдама: Агроөнеркәсіптік кешен субъектілері аккумуляторлы батареясы, инверторы, контроллері бар, қуаты 2 кВт-тан басталатын күн панельдерін «Жайылымдарды суландыру инфрақұрылымын құру және мал өсіруші шаруашылықтарды сумен қамтамасыз ету (құдықтар, ұңғымалар)» жобасының паспорты негізінде шаруашылықтарында орната алады. Күн панельдерін ауылдық аумақтарды дамыту үшін қолданудың мынадай тиімді жақтары бар: салынған инвестициялардың қайтарымдылығы жүзеге асырылады; ауыл тұрғындары тұрақты электр энергиясымен қамтылады; күн сәулелерін қолдану қоршаған ортаның қауіпсіздігіне әсер етпейді.

Кілт сөздер: ауылдық аумақтар, энергия, экономикалық әлеует, әдістер, халықаралық тәжірибе, ресурс, механизм, талдау, стратегия, процедура, агроөнеркәсіп, шаруашылық.

Кіріспе

Агроөнеркәсіптік кешен энергетикасы өндірісті дамытудың тиімділігін, еңбек өнімділігінің деңгейін, өндірілетін өнімнің сапасын, халық өмірінің әлеуметтік жағдайларын айқындайтын ауылдық аумақтардың материалдық-техникалық базасының маңызды құрамдас бөлігі болып табылады.

Қазіргі заманғы агроөнеркәсіп өндірісі электр энергиясының үлкен шығындарын талап етеді. Осыған байланысты, бүгінгі күні ауыл энергетикасының стратегиялық міндеттерінің бірі энергетика-

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

лық ресурстарды өндіру мен тұтынудың жаңа прогрессивті технологияларын кеңінен пайдалану негізінде ауыл шаруашылығы өндірісінің энергия сыйымдылығын төмендету болып табылады. Міндетті шешудің келешек даму жолы жаңартылатын энергия көздерін пайдалану ауқымын кеңейту болып табылады.

Жаңартылатын энергетика саласында күн фотоэнергетикасы ең дамыған және ғылымды қажетсінетін болып саналады. Бұл туралы бүкіл әлемде электрмен жабдықтау жүйесіне фотоэлектрлік станцияларды енгізудің үнемі өсіп келе жатқан оң тәжірибесі куәландырады.

Ren21 Жаңартылатын энергетиканың жаһандық жағдайы туралы (2018) баяндамасына сәйкес күн панельдерінің генерациясы екінші жыл қатарынан алдыңғы қатарда болды, ал жаңа белгіленген қуат 2016 жылмен салыстырғанда шамамен 33%-ға (98 ГВт-дан кем емес) өсті. 2017 жылдың соңына қарай бүкіл әлемде 402 ГВт күн генерациясы енгізілді және пайдаланылды (REN21, 2018).

Ауыл аумағында күн энергиясын қолданудың кейбір мәселелері көптеген ғалымдардың еңбектерінде қарастырылды:

– автономды жүйелерде жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың техникалық мүмкіндіктері (Амерханов, 2011; Гусаров, 2013; Сарсекеев, 2016).

– күн энергиясын қолдану арқылы өсімдік өнімдерін кептіру процесін қарқындату ерекшеліктері [194];

– ауыл шаруашылығы тұтынушыларын электрмен жабдықтау үшін автономды күн фотоэлектрлік қондырғылардың тиімділігі (Саплин, 2000; Алферов, 2004; Ахметшин, 2015).

Күн энергетикасы пайдаланудың барынша қарапайымдылығымен, ең көп ресурстармен, экологиялық тазалықпен және барлық жерде таралумен сипатталады. Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарын дамыту үшін күн энергиясын ең тиімді пайдалану үшін осы энергияның ресурстарын анықтау қажет.

Ауыл аумағының нақты жеріндегі күн энергиясының әлеуетін дәл бағалау үшін жер бетіне жететін күн сәулесінің барлық құрамдастарының сағат сайынғы мәнін білу қажет. Есептеу үшін негізгі бастапқы деректер зерттелетін аймақтың немесе нақты жердің географиялық координаттары болып табылады.

Күн қондырғыларын жобалау кезінде не қондырғыны пайдаланудың ұсынылған орнында алынған күн радиациясын өлшеу деректерін пайдаланады, не тиісті метеорологиялық деректер негізінде күн радиациясының шамасын бағалайды. Актинометриялық деректер көздерінің арасында ең қолжетімді көзі метеорологиялық спутниктердің Жерді зондтау деректеріне негізделген NASA (National Aeronautics and Space Administration) электрондық базасы болып табылады.

Әдебиеттерге шолу

Қоршаған орта ғылымының дамуы дәстүрлі отынды пайдалану аймақтық және жаһандық климаттың өзгеруі, ауаның ластануы, әсіресе үлкен қалаларда жағымсыз салдарға әкелетінін көрсетеді (Пэнг, 2013; Сампаио, Гонзалез, 2017). Осы себепті электр энергиясын өндіру үшін жаңартылған энергия көздерін пайдаланудың жаңа технологиялары қажет. Электр энергиясының көзі ретінде фотоэлектрлік панельдер әлемдегі көптеген саясаткерлер мен зерттеушілердің назарында (Тяги, 2013; Бхаттачаря, 2014).

Ауыл шаруашылығында күн энергиясын пайдалану ерекшеліктері бірқатар қолданбалы жұмыстарда қарастырылады. Мәселен Әмірханов пен Гаркави (2011); Гусаров (2013); Сарсекеев (2016) және т.б. автономды жүйелерде жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың техникалық мүмкіндіктерін зерттеді. Хазимов пен Сағындықова (2015) күн энергиясының көмегімен өсімдік өнімдерін кептірудің қарқындылығын зерттеді; Саплин (2000), Алферов (2004), Ахметшин (2015) және т.б. ауылшаруашылық тұтынушыларын электрмен жабдықтауға арналған автономды күн фотоэлектрлік қондырғылардың тиімділігін талдады.

Қазақстанның жағдайларына сәйкес зерттеушілер баламалы энергетиканы ауыл шаруашылығының тиімділігін арттыру үшін маңызды резерв ретінде айқындайды (Омарбекова, 2017). Бірақ, жаңартылатын ресурстардың елеулі әлеуетіне қарамастан, олардың Қазақстанда электр энергиясын өндірудің жалпы көлеміне үлесі төмен болып қалуда. Қазақстанның кейбір өңірлері электр энергиясының тапшылығын сезінуде. Ел экономикасының жоғары энергия сыйымдылығы және басқа да проблемалар отын-энергетикалық ресурстарды ұтымсыз пайдалануға алып келеді (Смагулова, 2017). Уақытша, географиялық және климаттық факторларды ескеретін өңірлер мен ауылдық жерлерде жаңартылатын энергия көздерін пайдалану мүмкіндіктері туралы әлі де бірнеше ғылыми зерттеулер бар. Осы уақыт-

ка дейін айтылғанның бәрін ескере отырып, Қазақстан аумағы үшін күн энергетикасының мүмкіндіктерін зерттеу және оны енгізу ел үшін өте өзекті мәселе болып табылады деп болжауға болады.

Зерттеу әдістері

Күн энергетикасын пайдалану мен дамытуды болжау үшін нақты сандардан бас тарту қажет. Бүгінгі күні аймақтың күн ресурстарының әлеуетін бағалаудың кең таралған әдістерінің бірі жиынтық күн радиациясының кіріс деректері бойынша Күн жүйесінің тиімділігін есептеу және нақты алынған нүкте үшін де, берілген ауылдық аумақ үшін де күн энергиясының жалпы әлеуеті бойынша деректер болып табылады.

В.И. Виссарионов және басқалардың (Виссарионов, 2008) пікірінше, бұл жалпы күн энергиясының әлеуеті үшін берілген аумақ, әдетте, жиынтық күн радиациясының түсетін көлденең қабылдау алаң көлемі 1 м² үшін кезең — бір күнтізбелік жыл деп түсініледі. Күн энергиясының жалпы кірісі мына формула бойынша есептеледі:

$$E_{\text{вал}} = T \cdot \sum_{i=1}^n E_{\text{ЖК}i}^{\text{КК}} \cdot F_i \quad (\text{кВт} \cdot \text{сағат})$$

мұндағы T - бір жылдағы тәулік саны; $E_{\text{ЖК}i}^{\text{КК}}$ - i -аймақ үшін 1 м² болатын көлденең қабылдау (КК) алаңына түсетін Күн радиациясының жиынтық кірісі (ЖК) ($\frac{\text{кВт} \cdot \text{сағат}}{\text{м}^2 \cdot \text{тәулік}}$); F_i — аймақ алаңы (км²).

Қазақстан Республикасының аумағы 261 млн гектардан асады, оның ішінде 102,6 млн гектар (39,27%) ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерге жатады (кесте 1).

Кесте 1. Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің географиялық координаттары мен аудандары

Өңір №	Өңірлер	Географиялық координаттары	Жалпы ауданы, мың га	Оның ішінде ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер,	
				мың га	Үлес салмағы (%)
1	Ақмола облысы	51°92' N – 69°41' E	14 620,7	10 782,2	73,75
2	Ақтөбе облысы	48°78' N – 57°99' E	29 263,4	10 115,5	34,57
3	Алматы облысы	45°01' N – 78°42' E	22 358,3	8 697,3	38,90
4	Атырау облысы	47°11' N – 51°91' E	11 113,5	2 516,6	22,64
5	Шығыс Қазақстан облысы	48°71' N – 80°79' E	28 346,8	10 557,5	37,24
6	Жамбыл облысы	42°89' N – 71°39' E	11 937,1	4 615,4	38,66
7	Батыс Қазақстан облысы	49°57' N – 50°81' E	13 668,8	6 225,4	45,54
8	Қарағанды облысы	47°90' N – 71°77' E	35 644,4	14 021,5	39,34
9	Қызылорда облысы	44°69' N – 62°66' E	24 041,4	2 456,7	10,22
10	Қостанай облысы	51°51' N – 64°05' E	19 600,1	10 787,9	55,04
11	Маңғыстау облысы	44°59' N – 53°85' E	16 564,2	5 338,1	32,23
12	Павлодар облысы	52°29' N – 76°97' E	12 470,5	5 497,7	44,09
13	Солтүстік Қазақстан облысы	54°16' N – 69°94' E	9 804,3	6 917,0	70,55
14	Оңтүстік Қазақстан облысы	42°27' N – 68°14' E	11 725,8	4 050,3	34,54
15	Алматы қ.	43°22' N – 76°85' E	68,3	9,1	13,32
16	Астана қ.	51°16' N – 71°47' E	72,2	12,7	17,59
Барлығы			261 299,8	102 600,9	39,27

Ескерту – Автормен (Гразиано да Силва, 2001) бойынша дайындалған

Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарының күн энергиясы қорын есептеу үшін келесі деректер қолданылды:

– NASA электронды базасынан күн радиациясының жиынтық кірісі бойынша деректер (НАСА, 2017);

– Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Жер ресурстарын басқару комитетінің ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер учаскелерінің алаңдары бойынша есебі.

Астана және Алматы қалаларында ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер бар, бірақ олар негізінен қосалқы шаруашылық үшін пайдаланылады. Сондықтан ауылдық аумақтарды күн энергиясының әлеуеті тұрғысынан зерттеу кезінде бұл аймақтарды біз қолданбадық.

Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Жер ресурстарын басқару комитетінің есебі бойынша (2016) ел экономикасының аграрлық секторында шаруашылық жүргізудің мемлекеттік емес нысандарына 100,9 млн га немесе ауыл шаруашылығы мақсатындағы барлық жерлердің 98,4% бекітілген. Республикада 219,8 мың шаруа және фермер қожалықтары, 1,5 мың ауыл шаруашылығы өндірістік кооперативтері, 7,6 мың шаруашылық серіктестіктері мен акционерлік қоғамдар бар. Қазақстанның өңірлерінде орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесінен 17 км-ден астам қашықтықтағы 100-ден артық фермерлік шаруашылық, 30-50 км-ден астам 500-ден артық шаруашылық бар.

Сондықтан шалғайдағы ауыл шаруашылығы нысандарын автономды энергиямен жабдықтау мәселелері Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенінің энергетикалық саясатында маңызды рөл атқарады. Жылжымалы отын электр станцияларын автономды электрмен жабдықтау үшін дәстүрлі қолдану көмірсутек шикізатын пайдалану мәселелерімен ұштасады. Жаңартылатын энергия көздері негізінде баламалы көздерді пайдалану мұнай өнімдері мен газ бағаларының қарқынды өсуіне, сондай-ақ оларды тасымалдауға байланысты өзекті болып табылады.

Күн энергиясы жарық және жылу көзі болып табылады және үнемі өзгертін технологиялардың тұтас қатарын пайдалану арқылы жегіледі, мысалы, күн жылыту, фотоэлектрлік энергетика, күн жылу энергиясы және жасанды фотосинтез. Күн энергиясы жаңартылатын энергияның маңызды көзі болып табылады. Олар күн сәулесін қалай басып, таратады немесе оны күн энергиясына айналдырады. Белсенді күн әдістері фотоэлектрлік жүйелерді, күн сәулесінің концентраторларын және күн энергиясын пайдалану үшін күн коллекторларын қолдануды қамтиды. Пассивті күн әдістері ғимарат орналасуын күнге бағдарлауды, қолайлы термиялық массасы немесе жарық дисперсиялық қасиеттері бар материалдарды таңдауды және табиғи жолмен ауа айнала алатын кеңістікті жобалауды қамтиды.

Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарының географиялық координаттарын және NASA электрондық базасының деректерін пайдалана отырып, біз күн радиациясының жиынтық кірісін анықтадық (кесте 2).

Кесте 2 – Қазақстанның ауылдық аумақтарының көлденең алаңына күн радиациясының орташа айлық кірісі (инсоляция деңгейі) (кВт/м²/тәулік)

Өңір №	Айлар												E _{сумі} ^{ГП}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	0.95	1.83	3.38	4.74	5.90	6.56	6.08	5.13	3.80	2.22	1.23	0.81	3.56
2	1.22	2.13	3.40	4.78	6.00	6.36	6.12	5.49	4.25	2.57	1.44	1.02	3.73
3	1.56	2.46	3.60	5.19	6.10	6.79	6.27	5.84	4.71	3.11	1.92	1.34	4.08
4	1.37	2.29	3.60	4.81	5.92	6.15	6.13	5.40	4.22	2.63	1.51	1.12	3.77
5	1.28	2.15	3.47	4.82	6.00	6.61	6.01	5.63	4.30	2.66	1.55	1.06	3.80
6	1.66	2.33	3.23	4.34	5.51	6.52	6.64	6.19	4.96	3.21	1.94	1.40	4.00
7	1.14	2.02	3.36	4.68	6.12	6.25	6.19	5.32	4.01	2.42	1.33	0.95	3.65
8	1.33	2.25	3.44	5.15	6.28	6.87	6.37	5.88	4.61	2.86	1.66	1.17	3.99
9	1.44	2.31	3.64	5.19	6.11	6.78	6.60	5.95	4.75	3.07	1.87	1.27	4.09
10	0.95	1.83	3.42	4.76	5.97	6.62	6.18	5.22	3.80	2.25	1.26	0.80	3.59
11	1.59	2.45	3.48	4.72	5.77	6.20	6.23	5.43	4.26	2.87	1.71	1.31	3.84
12	0.94	1.84	3.33	4.83	5.93	6.36	5.96	5.11	3.59	2.12	1.19	0.77	3.50
13	0.79	1.65	3.25	4.55	5.63	6.30	5.80	4.63	3.22	1.87	1.03	0.66	3.28
14	1.83	2.76	3.99	5.13	6.28	6.78	6.81	6.02	5.00	3.55	2.11	1.56	4.32

Ескерту – Автормен (Гразиано да Силва, 2001; НАСА, 2017) бойынша дайындалған

Бірінші кесте бойынша Күн радиациясының ең үлкен кірісі Оңтүстік Қазақстан облысының ауылдық аумақтарында (4.32 кВт/м²/тәулік) тіркелді, ал Күн сәулесінің ең аз қарқындылығы Солтүстік Қазақстан облысында байқалады (3.28 кВт/м²/тәулік).

Көріп отырғанымыздай, ауылдық аумақтардың географиялық координаттары күн энергиясының әлеуетіне әсер етеді, өйткені оңтүстікке жақын орналасқан аймақтар солтүстік аймаққа қарағанда күн радиациясының үлкен мөлшерін алады.

Сондықтан Қазақстанның ауылдық аумақтарында күн сәулесінің (радиация) қарқындылығы деңгейі бойынша үш аймақты бөліп көрсетуге болады:

– күн радиациясы жоғары қарқынды аймақтар (3.99-нан 4.32 кВт/м²/тәулікке дейін): Алматы, Жамбыл, Қызылорда, Қарағанды және Оңтүстік Қазақстан облыстары;

– күн радиациясының орташа қарқындылығы бар аймақтар (3.65-тен 3.84-ке дейін кВт/м²/тәулік): Батыс Қазақстан, Шығыс Қазақстан, Ақтөбе, Атырау және Маңғыстау облыстары;

– күн радиациясының төмен қарқындылығы бар аймақтар (3.28-ден 3.59-ге дейін кВт/м²/тәулік): Солтүстік Қазақстан, Павлодар, Ақмола және Қостанай облыстары.

Нақты жағдайларда көлденең күн радиациясының тығыздығы жергілікті жердің ендігіне, атмосфераның мөлдірлігіне, жер бетінің сипаттамаларына, сондай-ақ тәулік уақыты мен жыл уақытына байланысты болады.

Алынған мәліметтерді талдау сәуір айынан бастап тамыз айының соңына дейін, басқа айлармен салыстырғанда ең көп күн сәулесінің кезеңі байқалатынын (4.34-тен 6.87 кВт/м²/тәулік) анықтауға мүмкіндік береді. Осы кезеңде шалғайдағы фермерлік шаруашылықтар мал шаруашылығы фермалары мен техникаларын электр энергиясымен қамтамасыз ету үшін, кораларда, сорғыш жүйелердегі оңтайлы температураны ұстап тұру үшін, өнімдерді кептіру, күн жылыжайларда көшеттерді өсіру және т.б. күн сәулесінің ағынын барынша пайдалана алады.

1-ші және 2-ші кестелердің мәліметтерін пайдалана отырып, Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарының көлденең алаңына күн энергиясының жалпы ресурсын анықтаймыз (кесте 3).

Кесте 3 – Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарының көлденең алаңына күн энергиясының жалпы кірісі

Өңір №	Өңірлер	Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер, мың м ²	Орташа мәні $E_{ЖКі}^{КК}$ ($\frac{кВт \cdot сағат}{м^2 \cdot тәулік}$)	$E_{вал}$ (МВт*сағ)
1	2	3	4	5
1	Ақмола облысы	107,82	3,56	140101,31
2	Ақтөбе облысы	101,16	3,73	137724,28
3	Алматы облысы	86,97	4,08	129515,72
4	Атырау облысы	25,17	3,77	34635,18
5	Шығыс Қазақстан облысы	105,58	3,80	146439,46
6	Жамбыл облысы	46,15	4,00	67379,00
7	Батыс Қазақстан облысы	62,25	3,65	82932,56
8	Қарағанды облысы	140,22	3,99	204209,40
9	Қызылорда облысы	24,57	4,09	36679,32
10	Қостанай облысы	107,88	3,59	141360,56
11	Маңғыстау облысы	53,38	3,84	74817,41
12	Павлодар облысы	54,98	3,50	70236,95
13	Солтүстік Қазақстан облысы	69,17	3,28	82810,32
14	Оңтүстік Қазақстан облысы	40,50	4,32	63860,40
Барлығы		1025.8		1412701,88

Ескерту – Автормен дайындалған

Жүргізілген есептеулерге негізделе отырып, Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарындағы күн радиациясының жылдық жалпы кірісі 1412701,88 МВт*сағат. Қазақстанның ауылдық

аумақтарының көлденең алаңына күн радиациясының әлеуеті бар, бұл күн энергиясын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Күн энергиясының әлеуетін анықтау үшін жарық күнінің орташа ұзақтығын білу маңызды. 4-кестеде әр айдың тәулік ішінде күн сәулесінің ұзақтығы көрсетілген.

Кесте 4 – Қазақстанның ауылдық аумақтарының ай сайынғы жарық күнінің ұзақтығы (сағат)

Өңір №	Айлар											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	8.36	10.0	11.8	13.8	15.6	16.6	16.2	14.6	12.7	10.7	8.90	7.88
2	8.78	10.2	11.8	13.6	15.2	16.1	15.7	14.3	12.6	10.8	9.26	8.36
3	9.19	10.4	11.9	13.4	14.8	15.5	15.2	14.0	12.5	11.0	9.61	8.85
4	8.96	10.3	11.9	13.6	15.0	15.8	15.5	14.2	12.6	10.9	9.41	8.58
5	8.78	10.2	11.9	13.6	15.2	16.0	15.7	14.3	12.6	10.8	9.26	8.36
6	9.43	10.6	11.9	13.3	14.6	15.2	15.0	13.9	12.5	11.1	9.80	9.10
7	8.68	10.1	11.9	13.7	15.3	16.2	15.8	14.4	12.6	10.8	9.16	8.25
8	8.88	10.2	11.9	13.6	15.1	15.9	15.5	14.2	12.6	10.9	9.35	8.50
9	9.23	10.5	11.9	13.4	14.8	15.5	15.2	14.0	12.5	11.0	9.65	8.88
10	8.41	10.0	11.8	13.8	15.6	16.5	16.1	14.5	12.7	10.7	8.94	7.95
11	9.25	10.5	11.9	13.4	14.7	15.5	15.1	14.0	12.5	11.0	9.65	8.90
12	8.31	10.0	11.8	13.9	15.7	16.7	16.2	14.6	12.7	10.7	8.86	7.81
13	8.01	9.83	11.8	14.0	15.9	17.0	16.5	14.8	12.7	10.6	8.61	7.48
14	9.46	10.6	11.9	13.3	14.5	15.2	14.9	13.8	12.5	11.1	9.85	9.16

Ескерту – Автормен (www.mgov.kz., 2017; НАСА, 2017) бойынша дайындалған

Кестенің деректері бізге Күн радиациясы 7.48-ден 17 сағатқа дейін түсетіндіктен электр энергиясын өндіру және жарық күннің ішінде электр энергиясымен жабдықтау үшін тікелей пайдаланылуы мүмкін. Кестені талдай келе, тәуліктің жартысына жуығы Қазақстан Республикасының барлық ауылдық аумақтарында маусым қарамастан күн жарқырайды деген қорытынды жасауға болады. Бұл күн бойы электр энергиясын, сондай-ақ артық электр энергиясының қосалқы бөлшектерін өндіруге және оны тәуліктің қараңғы уақытында пайдалануға кепілдік береді.

Талқылау

Сонымен, радиация қарқындылығы және күн сәулесінің ұзақтығы ауыл шаруашылығы тұтынушыларын электрмен жабдықтау үшін күн энергиясын пайдалануға қолайлы.

Ауылдық аумақтардағы агроөнеркәсіптік кешен субъектілері күн панельдеріне инвестициялық салымдар салатын болса, онда шеккен шығыстардың 80 % (2500000 теңгеге дейін) субсидиялау қағидаларын қолдана отырып қайтарып алуға мүмкіншіліктері бар.

Инвестициялық субсидиялау «Жайылымдарды суландыру инфрақұрылымын құру және мал өсіруші шаруашылықтарды сумен қамтамасыз ету (құдықтар, ұңғымалар)» жобасының паспорты негізінде жүзеге асырылады. Агроөнеркәсіптік кешен субъектілері аккумуляторлы батареясы, инверторы, контроллері бар, қуаты 2 кВт-тан басталатын күн панельдерін шаруашылықтарында орната алады (www.adilet.zan.kz., 2018).

Инвестициялық субсидиялау электрондық өтінім берілген жылға дейін екі жылдан ерте емес пайдалануға берілген инвестициялық жобалар бойынша ұсынылады. Субсидиялауға:

- 1) инвестициялық жоба пайдалануға берілетін күнге дейін 24 (жиырма төрт) айдан ерте емес са-тып алынған;
- 2) инвестициялық жоба пайдалануға берілетін күнге дейін 36 (отыз алты) айдан ерте емес жасал-ған күн панельдері жатады.

Субсидиялар мынадай шарттар сақталған кезде төленеді:

- өтінімді «электрондық үкіметтің» веб-порталы арқылы электрондық түрде беру;
- өтінімді субсидиялаудың ақпараттық жүйесінде тіркеу;
- инвесторда деректері субсидиялаудың ақпараттық жүйесінің «Заңды тұлғалар» немесе «Жеке тұлғалар» мемлекеттік дерекқорларымен ақпараттық өзара іс-қимыл жасауының нәтижесінде растал-ған субсидиялаудың ақпараттық жүйесінде жеке шотының болуы;
- инвесторда субсидиялаудың ақпараттық жүйесінің мемлекеттік жер кадастрының автоматтан-дырылған ақпараттық жүйесімен және «Жылжымайтын мүлік тіркелімі» мемлекеттік дерекқорымен

ақпараттық өзара іс-қимыл жасауының нәтижесінде расталған тиісті алқапта жер пайдалану және (немесе) жеке меншік құқығымен ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер учаскесінің болуы;

– инвестордың күн панельдерін сатып алғаны субсидиялаудың ақпараттық жүйесінің ауыл шаруашылығы техникасының мемлекеттік тізілімімен расталуы;

– күн панельдерінің сатып алынғаны субсидиялаудың ақпараттық жүйесінің электрондық шот-фактуралардың ақпараттық жүйесімен ақпараттық өзара іс-қимыл жасауы арқылы расталуы.

Сонымен ауылдық аумақтарды дамытудағы күн энергиясын қолданудың мүмкіндіктерін қарастыра отырып мынадай қорытындылар жасауға болады:

Қазақстан аймақтарында жылжымалы отын электр станциялары қолданылатын орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесінен алыс фермерлік шаруашылықтар бар. Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарының географиялық координаттарын және NASA электрондық базасының деректерін пайдалана отырып, біз күн радиациясының жиынтық кірісін анықтадық. Күн радиациясының орташа мәнінің ең үлкен кірісі Оңтүстік Қазақстан облысының ауылдық аумақтарында (4.32 кВт/м²/тәулік) тіркелді, ал Күн сәулесінің ең аз қарқындылығы Солтүстік Қазақстан облысында байқалады (3.28 кВт/м²/тәулік). Алынған мәліметтерді талдау Қазақстанның ауылдық аумағында күн сәулесінің келуінің орташа мәні айтарлықтай өзгертінін көрсетті. Сондықтан күн радиациясының қарқындылығы бойынша үш аймақты бөлуге болады: жоғары (5 аймақ), орташа (5 аймақ) және төмен (4 аймақ). Қазақстанның ауылдық аумақтарының айлар бойынша жарық күнінің ұзақтығын есептеу тәуліктің жартысына жуығы күн (күніне 7.48-ден 17 сағатқа дейін), сондай-ақ маусымға қарамастан жарқырайтынын көрсетті. Бұл күн бойы электр энергиясын, сондай-ақ артық электр энергиясының қосалқы бөлшектерін өндіруге және оны тәуліктің қараңғы уақытында пайдалануға кепілдік береді;

Агроөнеркәсіптік кешен субъектілері аккумуляторлы батареясы, инверторы, контроллері бар, қуаты 2 кВт-тан басталатын күн панельдерін «Жайылымдарды суландыру инфрақұрылымын құру және мал өсіруші шаруашылықтарды сумен қамтамасыз ету (құдықтар, ұңғымалар)» жобасының паспорты негізінде шаруашылықтарында орната алады. Күн панельдерін ауылдық аумақтарды дамыту үшін қолданудың мынадай тиімді жақтары бар:

а) салынған инвестициялардың қайтарымының жүзеге асырылады. Агроөнеркәсіп кешен субъектілері сатып алынған және орнатылған күн панельдері бойынша қолдану мерзімі мен субсидиялаудың басты шарттарын толық орындаған кезде шеккен шығыстардың жартысынан астам бөлігін қайтарып алуға мүмкіншіліктері бар;

ә) ауыл тұрғындары тұрақты электр энергиясымен қамтылады. Бұл құрылғылар ауыл шаруашылығы өндірісі жағдайында энергияны тұтынудың шағын көлемі үшін қажетті автономды нысандарды энергиямен жабдықтаудың ұтқыр, жинақы, технологиялық жүйелерін өндіруге және пайдалануға мүмкіндік береді;

б) күн сәулелерін қолдану қоршаған ортаның қауіпсіздігіне әсер етпейді, өйткені күн энергиясының көзі таусылмайды, сондай-ақ ешқандай қалдықтарды кәдеге жаратудың қажеттігі туындамайды.

Қорытынды

Ауылдық аумақтарды дамытудағы күн энергиясын қолданудың мүмкіндіктерін қарастыра отырып мынадай қорытындылар жасауға болады:

– Қазақстан аймақтарында жылжымалы отын электр станциялары қолданылатын орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесінен алыс фермерлік шаруашылықтар бар. Қазақстан Республикасының ауылдық аумақтарының географиялық координаттарын және NASA электрондық базасының деректерін пайдалана отырып, біз күн радиациясының жиынтық кірісін анықтадық. Күн радиациясының орташа мәнінің ең үлкен кірісі Оңтүстік Қазақстан облысының ауылдық аумақтарында (4.32 кВт/м²/тәулік) тіркелді, ал Күн сәулесінің ең аз қарқындылығы Солтүстік Қазақстан облысында байқалады (3.28 кВт/м²/тәулік). Алынған мәліметтерді талдау Қазақстанның ауылдық аумағында күн сәулесінің келуінің орташа мәні айтарлықтай өзгертінін көрсетті. Сондықтан күн радиациясының қарқындылығы бойынша үш аймақты бөлуге болады: жоғары (5 аймақ), орташа (5 аймақ) және төмен (4 аймақ). Қазақстанның ауылдық аумақтарының айлар бойынша жарық күнінің ұзақтығын есептеу тәуліктің жартысына жуығы күн (күніне 7.48-ден 17 сағатқа дейін), сондай-ақ маусымға қарамастан жарқырайтынын көрсетті. Бұл күн бойы электр энергиясын, сондай-ақ артық электр энергиясының қосалқы бөлшектерін өндіруге және оны тәуліктің қараңғы уақытында пайдалануға кепілдік береді;

– агроөнеркәсіптік кешен субъектілері аккумуляторлы батареясы, инверторы, контроллері бар, қуаты 2 кВт-тан басталатын күн панельдерін «Жайылымдарды суландыру инфрақұрылымын құру

және мал өсіруші шаруашылықтарды сумен қамтамасыз ету (құдықтар, ұңғымалар)» жобасының паспорты негізінде шаруашылықтарында орната алады. Күн панельдерін ауылдық аумақтарды дамыту үшін қолданудың мынадай тиімді жақтары бар: салынған инвестициялардың қайтарымдылығы жүзеге асырылады; ауыл тұрғындары тұрақты электр энергиясымен қамтылады; күн сәулелерін қолдану қоршаған ортаның қауіпсіздігіне әсер етпейді.

References

- Adilet (2018). Investitsiyalyq salymdar kezinde agroonerkasiptik keshen subektisi shekken shygystardyn bir boligin oteu boiynsha subsidiyalau qagidalaryn bekitu turaly Qazaqstan Respublikasy Auyl sharuashylygy ministrinin m.a. 2018 zhylygy 23 shildedegi № 317 buirygy [Order of the Acting Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan of July 23, 2018 N 317 On approval of the rules for subsidizing part of the expenses incurred by the subject of the agro-industrial complex during Investment investments]. *adilet.zan.kz*. <https://www.adilet.zan.kz> [in Kazakh].
- Ahmetshin, A.T., & Yarmuhametov, U.R. (2015). Povyshenie effektivnosti solnechnykh fotoelektricheskikh ustanovok dlya detsentra-lizovannogo elektrosnabzheniya selskokhozyaistvennykh potrebitelei [Improving solar photovoltaic installation efficiency for decentralized electric power supply of agricultural consumers]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta — Bulletin of Irkutsk State Technical University*, 8, 150–156 [in Russian].
- Albrecht, F., & Nguyen, T. (2020). Prospects of electrofuels to defossilize transportation in Denmark — A techno-economic and ecological analysis. *Energy*, 192. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544219322066?via%3Dihub>
- Alferov, Zh.I., Andreev, V.M., & Rumyansev, V.D. (2011). Tendentsii i perspektivy razvitiya solnechnoi fotoenergetiki [Trends and prospects of solar photoenergy development]. *Fizika i tekhnika poluprovodnikov – Physics and technology of semiconductors*, 38, 8, 937–948 [in Russian].
- Amerhanov, R.A., & Gar'kavyj, K.A. (2011). Teploakkumulyatsionnaya i teplonasosnaya sistema teplosnabzheniya na osnove vozobnovlyаемых istochnikov energii [Heat storage and heat pump heat supply system based on renewable energy sources]. *Alternativnaya energetika i ekologiya – Alternative energy and ecology*, 3 (95), 41–43 [in Russian].
- Asif, M., Hassanain, M., Nahiduzzaman, K., & Sawalha, H. (2019). Techno-economic assessment of application of solar PV in building sector. A case study from Saudi Arabia, *Smart and Sustainable Built Environment* 8(1) 34–52. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SASBE-06-2018-0032/full/html>
- Berrada, A., & Laasmi, M. (2021). Technical-economic and socio-political assessment of hydrogen production from solar energy. *Journal of Energy Storage*, 44. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352152X21011324?via%3Dihub>
- Bhattacharya, T., Chakraborty, A.K., & Pal, K. (2014). Effects of ambient temperature and wind speed on performance of monocrystalline solar photovoltaic module in Tripura, India. *Journal of Solar Energy*, 115.
- David, T., Silva Rocha Rizol, P., Guerreiro Machado, M., & Buccieri, G. (2020). Future research tendencies for solar energy management using a bibliometric analysis. *Heliyon* 6(7). <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405844020312962>
- Graziano da Silva, J., & Del Grossi, M. (2001). Rural non-farm employment and incomes in Brazil: patterns and evolution. *World Dev*, 29 (3), 443–454.
- Gusarov, V.A., Lapshin, S.A., & Harchenko, V.V. (2013). Ispolzovanie lokalnoi generatsii ot vozobnovlyаемых istochnikov energii v tupikovykh uchastkakh protyazhennykh liniy elektroperedachi nizkogo napryazheniya [The use of local generation from renewable energy sources in dead-end sections of extended low-voltage power transmission lines]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal «Alternativnaya energetika i ekologiya» – International scientific journal “Alternative Energy and Ecology”*, 7, 15–18 [in Russian].
- Hazimov, K.M., Hazimov, J., Sagyndykova, A., & Hazimov, M. (2015). Vliyanie tekhnologicheskikh parametrov na protsess sushki i kachestvennye pokazateli produkta [Influence of technological parameters on the drying process and qualitative indices of the product]. Proceedings from Technical science — from theory to practice: *XLII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya — XLII International Scientific and Practical Conference*, 1 (38), Novosibirsk, 87–95 [in Russian].
- NASA Surface meteorology and Solar Energy — Location (2017). www.eosweb.larc.nasa.gov.

- Omarbekova, A.D., Pentayev, T.P., Igembayeva, A.K., & Abayeva, K.T. (2017). Analysis of prospects for sustainable land use (lands of agricultural designation) in the republic of Kazakhstan in the context of the development of alternative energy. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 337–345.
- Osnovnye rezultaty doklada REN 21 o Globalnom sostoyanii vozobnovlyaemoi energetiki [The main results of the REN21 Report on the Global State of Renewable Energy 2018] [in Russian].
- Peng, J., Lu, L., & Yang, H. (2013). Review on life cycle assessment of energy payback and greenhouse gas emission of solar photovoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 255–274.
- Prabhakar, Y., Davies, P.J., & Sarkodie, S.A. (2019). The prospects of decentralised solar energy home systems in rural communities: User experience, determinants, and impact of free solar power on the energy poverty cycle. *Energy Strategy Reviews*, 26. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X19301166?via%3Dihub>
- Sahin, A., Uddin, M., Yilbas, B., & Al-Sharafi, A. (2020). Performance enhancement of solar energy systems using nanofluids: An updated review. *Renewable Energy*, 145, 1126–1148; <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148119309425?via%3Dihub>
- Sampaio, P.G.V., & González, M.O.A. (2017). Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 590–601.
- Sarsikeev, E.Zh., Mustafina, R.M., & Mustafina, D.B. (2016). Tekhniko-ekonomicheskoe sravnenie variantov elektrosnabzheniya v avtonomnykh sistemakh na baze vozobnovlyemykh istochnikov energii [Technical and economic comparison of electric power supply options in the autonomous systems based on renewable energy sources]. *Vestnik Pavlodarskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya energeticheskaya – Bulletin of Pavlodar State University. Energy series*, 4, 141–149 [in Russian].
- Saplin, L.A., Sher'yazov, S.K., Ptashkina-Grina, O.S., & П'ин, Yu.P. (2000). Energосnabzhenie selskokhozyaistvennykh potrebitelei s ispolzovaniem vozobnovlyemykh istochnikov [Energy supply to agricultural consumers using renewable sources]. Chelyabinsk: ChGAU [in Russian].
- Smagulova, S.A., Adil, J., Tanzharikova, A., Imashev, A. (2017). The economic impact of the energy and agricultural complex on greenhouse gas emissions in Kazakhstan. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(4), 252–259.
- Tyagi, V.V., Rahim, N.A., Rahim, N.A., Jeyraj, A., Selvaraj, L. (2013). Progress in solar PV technology: Research and achievement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 443–461.
- Vo, T., Ko, H., Huh, J., Park, N. (2021). Overview of solar energy for aquaculture: The potential and future trends. *Energies*, 14(21), 6923. <https://doi.org/10.3390/en14216923>
- Vissarionov, V.I., Deryugina, G.V., Kuznecova, V.A., & Malinin, N.K. (2008). Solnechnaya energetika [Solar energy]. Moscow: MEI [in Russian].
- Zhuravlev, P., Poltarykhin, A., Sharagin, V., Vorobyeva, V., Bezveselnaya, Z., & Khodos, D. (2019). Economic aspects of human capital development in the context of renewable energy. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 10(7) 1678–1686. [https://doi.org/10.14505/jemt.v10.7\(39\).24](https://doi.org/10.14505/jemt.v10.7(39).24)

Н. Бердимурат, А.А. Абаев, А.А. Сатмурзаев, А.К. Джусибалиева, А.З. Нурмагамбетова

Перспективы использования солнечной энергии в развитии сельских территорий

Аннотация:

Цель: Целью статьи является дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства на основе широкого использования новых прогрессивных технологий производства и потребления энергетических ресурсов сельских территорий. Изучение теоретико-методических основ и обоснование научно-практических рекомендаций.

Методы: Методологической базой исследования являются абстрактно-логические, статистические, экспертные, сравнительные и структурные методы. Теоретической основой исследования являются фундаментальные труды казахстанских и зарубежных ученых по расширению использования сельских территорий, агропромышленных возобновляемых источников энергии, а также нормативно-правовые акты Республики Казахстан в области государственного регулирования агропромышленного комплекса и сельских территорий.

Результаты: На основе проведенных методов в регионах Казахстана существуют фермерские хозяйства, далекие от централизованной системы электроснабжения, где применяются передвижные топливные электростанции. Используя географические координаты сельских территорий Республики Казахстан и данные электронной базы NASA, мы определили совокупный доход от солнечной радиации. Наибольший доход от средне-

го значения солнечной радиации зафиксирован на сельских территориях Южно-Казахстанской области (4, 32 кВт/м²/сут, а наименьшая интенсивность солнечного излучения наблюдается в Северо-Казахстанской области (3,28 кВт/м²/сут). Анализ полученных данных показал, что среднее значение прихода солнечного света на сельской территории Казахстана существенно изменяется. Поэтому по интенсивности солнечной радиации можно выделить три зоны: высокую (5 зон), среднюю (5) и низкую (4 зоны). Расчет продолжительности светового дня сельских территорий Казахстана по месяцам показал, что около половины суток светит солнце (с 07.48 до 17.00 ч в день), а также независимо от сезона. Это гарантирует производство электроэнергии в течение дня, а также запасных частей к избыточной электроэнергии и использование ее в темное время суток.

Выводы: Субъекты агропромышленного комплекса могут устанавливать солнечные панели с аккумуляторной батареей, инвертором, контроллером мощностью от 2 кВт в своих хозяйствах на основании паспорта проекта «Создание инфраструктуры обводнения пастбищ и водоснабжения животноводческих хозяйств (колдцы, скважины)». Использование солнечных панелей для развития сельских территорий имеет следующие положительные стороны: осуществляется возврат вложенных инвестиций; сельские жители обеспечиваются устойчивой электроэнергией; использование солнечных лучей не влияет на безопасность окружающей среды.

Ключевые слова: сельские территории, энергия, экономический потенциал, методы, международный опыт, ресурс, механизм, анализ, стратегия, процедура, агропромышленность, хозяйство.

N. Berdimurat, A.A. Abaev, A.A. Satmurzaev, A.K. Jussibaliyeva, A.Z. Nurmagambetova

Prospects for the use of solar energy in rural development

Abstract

Object: The purpose of the article is to expand the scope of the use of renewable energy sources as a way for the future development of agricultural production based on the widespread use of new progressive technologies for the production and consumption of energy resources in rural areas. Research of theoretical and methodological foundations and justification of scientific and practical proposals.

Methods: Abstract-logical, statistical, expert, comparative and structural methods.

Results: Based on the used methods, there are farms in the regions of Kazakhstan that are far from the centralized power supply system, where mobile fuel power plants are used. Using the geographical coordinates of rural areas of the Republic of Kazakhstan and data from the NASA electronic database, we determined the total input of solar radiation. The largest input of the average value of solar radiation was recorded in rural areas of the South Kazakhstan region (4.32 kW/m²/day), and the lowest intensity of solar radiation is observed in the North Kazakhstan region (3.28 kW/m²/day). The analysis of the obtained data showed that the average value of solar radiation in rural areas of Kazakhstan varies significantly. Therefore, according to the intensity of solar radiation, three zones can be distinguished: high (5 zones), medium (5 zones), and low (4 zones). The calculation of the duration of the light day in rural areas of Kazakhstan by month showed that almost half of the day is illuminated by the sun (from 7.48 to 17 hours a day), as well as regardless of the season. This guarantees the production of electricity during the day, as well as spare parts for excess electricity and its use in the dark hours of the day.

Conclusions: “Subjects of the agro-industrial complex will be able to install solar panels with a battery, inverter, controller with a capacity of 2 kW in their farms on the basis of the passport of the project” creation of infrastructure for irrigation of pastures and water supply of livestock farms (wells). The use of solar panels for the development of rural areas has the following advantages: the return on investment will be realized; rural residents will be provided with sustainable electricity; the use of solar rays will not affect the safety of the environment.

Keywords: rural areas, energy, economic potential, methods, international experience, resource, mechanism, analysis, strategy, procedure, agro-industrial complex, economy.

References

- Albrecht F. Prospects of electrofuels to defossilize transportation in Denmark — A techno-economic and ecological analysis. / F. Albrecht, T., Nguyen // *Energy*. — 2020. — P. 192. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544219322066?via%3Dihub>
- Asif M. Techno-economic assessment of application of solar PV in building sector. / M. Asif, M. Hassanain, K. Nahiduzzaman, H. Sawalha // *A case study from Saudi Arabia, Smart and Sustainable Built Environment*. — 2019. — No. 8(1), — P. 34–52. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SASBE-06-2018-0032/full/html>.
- Berrada A. Technical-economic and socio-political assessment of hydrogen production from solar energy / A. Berrada, M. Laasmi // *Journal of Energy Storage*. — 2021. — P. 44. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352152X21011324?via%3Dihub>

- Bhattacharya T. Effects of ambient temperature and wind speed on performance of monocrystalline solar photovoltaic module in Tripura, India / T. Bhattacharya, A.K. Chakraborty, K. Pal. — *Journal of Solar Energy*. — 2014. — P. 115.
- David T. Future research tendencies for solar energy management using a bibliometric analysis. / T. David, P. Silva Rocha Rizol, M. Guerreiro Machado, G. Buccieri. — *Heliyon*. — 2020. — No. 6(7). <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405844020312962>.
- Graziano da Silva J. Rural non-farm employment and incomes in Brazil: patterns and evolution. Graziano da / J. Silva, M. Del Grossi. — *World Dev.* — 2001. — No. 29 (3). — P. 443–454.
- NASA Surface meteorology and Solar Energy — Location (2017). www.eosweb.larc.nasa.gov
- Omarbekova A.D. Analysis of prospects for sustainable land use (lands of agricultural designation) in the republic of Kazakhstan in the context of the development of alternative energy / A.D.Omarbekova, T.P. Pentayev, A.K. Igembayeva, K.T. Abayeva // *International Journal of Energy Economics and Policy*. — 2017. — No. 7(2). — P. 337–345.
- Zhuravlev P. Economic aspects of human capital development in the context of renewable energy / P. Zhuravlev, A. Poltarykhin, V. Sharagin, V. Vorobyeva, Z. Bezveselnaya, D. Khodos // *Journal of Environmental Management and Tourism*. — 2019. — No. 10(7), — P. 1678–1686. [https://doi.org/10.14505/jemt.v10.7\(39\).24](https://doi.org/10.14505/jemt.v10.7(39).24)
- Peng J. Review on life cycle assessment of energy payback and greenhouse gas emission of solar photovoltaic systems / J. Peng, L. Lu, H. Yang // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2013. — No. 19. — P. 255–274.
- Prabhakar Y. The prospects of decentralised solar energy home systems in rural communities: User experience, determinants, and impact of free solar power on the energy poverty cycle. / Y. Prabhakar, J. Peter Davies, A. Samuel Sarkodie // *Energy Strategy Reviews*. — 2019. — Vol. 26. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X19301166?via%3Dihub>
- Sahin A. Performance enhancement of solar energy systems using nanofluids: An updated review. / A. Sahin, M. Uddin, B. Yilbas, A. Al-Sharafi // *Renewable Energy*. — 2020. — No. 145. — P. 1126–1148. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148119309425?via%3Dihub>
- Sampaio P.G.V. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework / P.G.V. Sampaio, M.O.A. González // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2017. — No. 74. — P. 590–601.
- Smagulova S.A. The economic impact of the energy and agricultural complex on greenhouse gas emissions in Kazakhstan / S.A. Smagulova, J. Adil, A. Tanzharikova, A. Imashev // *International Journal of Energy Economics and Policy*. — 2017. — No. 7(4). — P. 252–259.
- Tyagi V.V. Progress in solar PV technology: Research and achievement / V.V. Tyagi, N.A. Rahim, N.A. Rahim, A. Jeyraj, L. Selvaraj // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2013. — No. 20. — P. 443–461.
- Vo T. Overview of solar energy for aquaculture: The potential and future trends / T. Vo, H. Ko, J. Huh, N. Park // *Energies*. — 2021. — No. 14(21). — P. 6923. <https://doi.org/10.3390/en14216923>
- Ахметшин А.Т. Повышение эффективности солнечных фотоэлектрических установок для децентрализованного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / А.Т. Ахметшин, У.Р. Ярмахаметов // *Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та*. — 2015. — № 8. — С. 150–156.
- Алферов Ж.И. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики / Ж.И. Алферов, В.М. Андреев, В.Д. Румянцев // *Физика и техника полупроводников*. — 2004. — Т. 38. — № 8. — С. 937–948.
- Амерханов Р.А. Теплоаккумуляционная и теплонасосная система теплоснабжения на основе возобновляемых источников энергии / Р.А. Амерханов, К.А. Гарькавый // *Альтернативная энергетика и экология*. — 2011. — № 3(95). — С. 41–43.
- Виссарионов В.И. Солнечная энергетика / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин. — М.: МЭИ, 2008. — 320 с.
- Гусаров В.А. Использование локальной генерации от возобновляемых источников энергии в тупиковых участках протяженных линий электропередачи низкого напряжения / В.А. Гусаров, С.А. Лапшин, В.В. Харченко // *Междунар. науч. журн. «Альтернативная энергетика и экология»*. — 2013. — № 7. — С. 15–18.
- Инвестициялық салымдар кезінде агроөнеркәсіптік кешен субъектісі шеккен шығыстардың бір бөлігін өтеу бойынша субсидиялау қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрінің м.а. 2018 жылғы 23 шілдедегі № 317 бұйрығы. www.adilet.zan.kz

- Основные результаты доклада REN 21 о Глобальном состоянии возобновляемой энергетики. — 2018. www.ren21.net.
- Сарсикеев Е.Ж. Технико-экономическое сравнение вариантов электроснабжения в автономных системах на базе возобновляемых источников энергии / Е.Ж. Сарсикеев, Р.М. Мустафина, Д.Б. Мустафина // Вестн. Павлодар. гос. ун-та. Сер. энергетическая. — 2016. — № 4. — С. 141–149.
- Саплин Л.А. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием возобновляемых источников: учеб. пос. / Л.А. Саплин, С.К. Шерьязов, О.С. Пташкина-Грина, Ю.П. Ильин. — Челябинск: ЧГАУ, 2000. — С. 9–18.
- Хазимов К.М. Влияние технологических параметров на процесс сушки и качественные показатели продукта / К.М. Хазимов, Ж.М. Хазимов, А. Сагындыкова, М. Хазимов // Технические науки — от теории к практике: сб. ст. по матер. XLII Междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск: СибАК, 2015. — № 1(38).