

Әдім Ә.Ж., Бірімжанова З.С.,
Рысмагамбетова А.А.

**Күн сәулесімен су жылытқыш
құрылғысының өнімділігін
есептеу**

Берілген ғылыми мақалада жылу энергиясын қолдану мәселелерін зерттеу бағытында экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыздандыру және мәселені шешу жолдары қарастырылған. Қазіргі таңда жылу электр станциялары қоршаған ортаны басты ластаушылардың бірі болып отыр. Бұл мәселенің шешімі күн сәулесінің энергиясын қолдану болып табылады. Қазақстанда күн батареяларын қолдану арқылы электр энергиясын және жылу энергиясын өндіру енді талқыланып жатқан мәселелердің бірі. Күн энергиясы басқа энергия көздерімен салыстырғанда өзіндік ерекшеліктерге ие: сарқылмайды, экологиялық таза, басқарылады, ал көлемі бойынша адам пайдалана алатын басқа энергия көздерімен салыстырғанда мың есе көп. Жылумен қамтамасыз ету мәселесінде күн энергиясын пайдалану айт-арлықтай алға жылжыған. Баламалы энергия көздерін қолдану қоршаған ортаның ластануын және ыстық суды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: атмосфералық мөлдірлік, бұлттылық, жылу энергиясы, баламалы энергетика, электр энергиясы, күн энергиясы, күн коллекторы, күн радиациясы, гелиоқұрылғы, электр станциясы.

Adim A.Zh., Byrymzhanova Z.S.,
Rysmagambetova A.A.

**Calculation the performance of
water-heating systems**

In this scientific article in the field of research of applied heat addresses the environmental safety and solutions to this problem. Currently, thermal plants are among the main pollutants. The use of solar energy can serve as a solution to this problem. In Kazakhstan the production of electric and thermal energy by using solar panels is one of the recently discussed problems. Solar energy compared to other energy sources has its own characteristics: inexhaustible, clean, controllable, and volume compared to other energy sources used by mankind a thousand times more. When the problem of solar energy heating is far advanced. The use of alternative energy sources provides an opportunity to prevent pollution and conserve hot water.

Key words: atmospheric transparency, cloudiness, heat power, alternative energy, electric power, solar energy, solar collector, solar radiation, solar power plant, power station.

Адим А.Ж., Бірімжанова З.С.,
Рысмагамбетова А.А.

**Вычисление производительности
водоотопительных
установок**

В данной научной статье в сфере исследований применения тепловой энергии рассматривается обеспечение экологической безопасности и пути решения этой проблемы. В данный момент тепловые электрические станции являются одними из основных загрязнителей. Применение солнечной энергетика может служить решением этой проблемы. В Казахстане производство электрической и тепловой энергии посредством использования солнечных батарей является одной из рассматриваемых и не так давно обсуждаемых проблем. Солнечная энергия по сравнению с другими источниками энергии имеет свои особенности: неисчерпаемая, экологически чистая, управляемая, а по объему по сравнению с другими источниками энергии используемые человечеством в тысячу раз больше. В проблеме теплообеспечения солнечная энергетика намного продвинулась. Использование альтернативных источников энергии дает возможность предотвратить загрязнения окружающей среды и экономии горячей воды.

Ключевые слова: прозрачность атмосферы, облачность, теплоэнергия, альтернативная энергетика, электроэнергия, энергия солнца, солнечный коллектор, солнечная радиация, гелиоустановка, электростанция.

КҮН СӘУЛЕСІМЕН СУ ЖЫЛЫТҚЫШ ҚҰРЫЛҒЫСЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІН ЕСЕПТЕУ

Кіріспе

Күн энергиясы басқа энергия көздерімен салыстырғанда өзіндік ерекшеліктерге ие: сарқылмайды, экологиялық таза, ал көлемі бойынша адам пайдалана алатын басқа энергия көздерімен салыстырғанда мың есе көп.

Күн энергиясын қолданудың негізгі бағыттары – оны электр энергиясына түрлендіру және ғимараттарды, суды жылыту үшін, ащы суды тұщыландыру үшін, кептіру және тағы да басқа технологиялық мақсаттарда жылу алу болып табылады.

Нысандарды дәстүрлі жолмен жылу энергиясымен қамтамасыз ету үлкен көлемдегі табиғи отынды шығындауды талап етеді. Жылу генераторлық құрылғыларды жетілдіру оны үнемдеуге мүмкіндік береді, себебі дәстүрлі емес энергия көздерін (күн энергиясы, жел энергиясы, геотермальды энергия және т.б.) пайдаланудың тиімділігі мол. Тәжірибе жүзінде олар сарқылмайды және қазба байлықтарына қарағанда артықшылықтары көп, себебі олар экологиялық жағынан таза, қалдықсыз және арзан болып келеді. Алайда оларды пайдалану үшін қымбат бағалы түрлендіргіш құрылғыларды сатып алу, оларды кезеңімен жұмыс жасату және арнайы орындарға орналастыру керек. Осылардың барлығына қарамастан, оларды қолдану барынша кеңейіп келеді. Жылумен қамтамасыз ету саласындағы мамандардың айтуынша, жақын болашақта дәстүрлі емес отынның негізінде жасалған әр түрлі технологиялар пайда болады, солардың бірі – күн сәулесі болып табылады. Күн радиациясы – тәжірибе жүзінде сарқылмайтын және экологиялық таза энергия көзі.

Жылумен қамтамасыз ету мәселесінде күн энергиясын пайдалану айтарлықтай алға жылжыған. Бұл келесімен түсіндіріледі: жылыту жүйесі мен ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесі төмен температуралы үдерістер болып табылады және әлдеқайда қарапайым техникалық құралдармен қамтамасыз етілуі мүмкін. Күн құрылғылары оңтүстік климаттық зоналарында үлкен қарқындылықпен қолданылуда.

Бастапқы деректер мен зерттеу әдістері

Бір жыл ішінде Жерге түсетін Күн сәулесі энергиясының жалпы көлемі заманауи әлемдік энергия өндіруден 20000 есе асып түседі. Мұндағы кедергілердің бірі – күн радиациясының төмен қарқындылығы болып отыр. Тіпті қолайлы атмосфералық жағдайларда да (оңтүстік ендіктерде және аспан ашық болған кезде) күн радиациясының қарқындылығы орта есеппен алғанда бір жыл ішінде 250 Вт/м² құрайды. Сондықтан, күн радиациясының коллекторлары бір жыл ішінде 1Q энергия

«жинауы» үшін оларды ауданы 130 мың км² аумаққа орналастыру керек, ал 45-52° ендіктерде 200 мың км² аумаққа орналастыру керек болады.

Күн радиациясының қорларын баламалы энергия көзі ретінде бағалау үшін тура күн радиациясының айлық және жылдық климаттық көрсеткіштері қарастырылған.

1-кестеде Қазақстан аумағы бойынша маусымның орта айлары үшін МДж/м² сипатталған тура күн радиациясының теориялық (S_T), ықтимал (S_B) және нақты (S_d) айлық жиынтықтары келтірілген.

1-кесте – Жер бетіне түсетін тура күн радиациясының айлық жиынтығы (МДж/м²)

Станцияның атауы	S_T	S_B	S_d	$\frac{S_B}{S_T}\%$	$\frac{S_d}{S_B}\%$	S_T	S_B	S_d	$\frac{S_B}{S_T}\%$	$\frac{S_d}{S_B}\%$
	қаңтар					сәуір				
Айдарлы	1238	222	105	18	47	1799	632	337	35	53
Алматы, ГМО	1232	171	74	14	43	1791	568	254	32	45
	шілде					қазан				
Айдарлы	2338	805	574	34	71	1603	398	227	25	57
Алматы, ГМО	2328	742	499	32	67	1594	346	196	22	57

1-кесте мәліметтері бойынша күн радиациясының әлсіреуінде маңызды орынды атмосфера алатынын көрсетіп отыр. Жер бетіне ықтимал күн радиациясы қаңтарда 10-18% аралығында, сәуір және шілдеде 28-35% аралығында, ал қазанда 19-25% аралығында түседі екен.

Бұлттылық тура күн радиациясының (S_d) келуін айтарлықтай азайтады және күн энергиясының ықтимал мәнімен салыстырғанда қаңтарда 26-51%, сәуірде 45-61%, шілдеде 56-75%, қазанда 34-58% құрайды.

Тура күн радиациясының айлық және жылдық жиынтықтарын қарастырсақ, айқын бейнеленген зональділік байқалады, мұнда: айлық жиынтық солтүстіктен оңтүстікке қарай артады, бұл тура күн радиациясының ендіктерге тәуелді екенін көрсетеді. Негізінде бұл заңдылық бүкіл жыл ішінде байқалады. Қаңтарда тура күн радиациясының жиынтығы солтүстіктен (43 МДж/м²) оңтүстікке қарай (123 МДж/м²) өседі, шілдеде сәйкесінше 391 МДж/м² және 614 МДж/м² шамасында болады. Арал теңізі мен Балқаш көлінің аудандарында тура күн радиациясының жоғары мәндері байқалады: қаңтарда

88 МДж/м² және 112 МДж/м², шілдеде 591 МДж/м² және 589 МДж/м², бұл аймақтар үшін гелиоқұрылғылар жыл ішінде 3913-4050 МДж/м² деп бағаланып отыр. Қазақстан аумағында бір жыл ішіндегі тура күн радиациясының ағыны 2528 МДж/м² (Рудный) және 4050 МДж/м² (Балқаш) аралығында өзгеріп отырады [1].

Күн радиациясының жылдық таралуы гелиоқұрылғылардың жыл ішіндегі жұмыс режимі мен оның энергияны қамтамасыз ете алуын ғана анықтауға мүмкіндік береді. Радиация жиынтығының ай аралық өзгергіштігін де зерттеу маңызды, яғни бұл жағдайда өндірілген энергия гелиоқұрылғылардың орнатылған қуатын пайдаланудың тиімділігін анықтайды.

Жылу алу үшін күн энергиясын пайдаланатын энергетикалық құрылғылар белсенді және белсенді емес жүйелер болып бөлінеді.

Күн электр станциялары (КЭС) күн энергиясын (КЭ) қолданудың бағыты ретінде әлдеқайда игерілген болып табылады. Мұндай жүйелердің негізінде күн радиациясын жылуға айналдыратын технологиялар жатыр. Бұл құрылғылардың басты элементі – жазық күн коллек-

торы болып табылады, ол күн сәулесін жұтып, оларды жылу энергиясына алмастырады. Көптеген жағдайларда коллекторлардың беткі бөлігін қара бояумен бояйды немесе гальваникалық әдіс арқылы метал қаптамамен қаптайды.

КЭС құрылғылары ыстық су жүйесі үшін, жылыту жүйесі үшін және тұрғын үйлерде, қоғамдық орындарда, санаториялық-курорттық ғимараттарда ауаны айдау үшін, жүзу бассейндерінде суды жылыту үшін және әр түрлі өнеркәсіптік және ауылшаруашылық үдерістерінде пайдаланады. КЭС түрлері:

КЭС «белсенді» құрылғылары, мұнда жылыту циркуляциясы бар коллекторлар қолданылады.

КЭС «белсенді емес» жүйелерін ғимараттарда құрылыс конструкциялары жылыту элементтері ретінде қолданылады.

Бүгінгі күнде әлемде 2 млн астам ыстық сумен қамтамасыз етудің гелиоқұрылғылары (ЫСҚЖ) және 250 мыңнан астам – күнмен жылыту жүйелері (КЖЖ) жұмыс жасайды. КЖЖ-да жылу сорғылары кеңінен қолданылады. АҚШ пен Жапонияда 5 млн астам сорғылар жұмыс жасап тұр.

ЫСҚЖ-ның қарапайым және арзан жүйесі термосифонды әдіске негізделген. Жүйе күн коллекторынан және оның жоғарғы жағында орналасқан ыстық судың аккумулятор-бағынан тұрады. Коллекторда жылытылған судың тығыздығы аккумулятор-бактың төменгі жағындағы салқын суға қарағанда азырақ, соның нәтижесінде контурда циркуляция пайда болады. Аккумулятор-бак коллектордан жоғары орналаса алмаған жағдайда (мысалы, көптеген жүйелерде солай) судың циркуляциясын сорғы арқылы жүргізеді. Бір отбасылы үйге арнап есептелген жылумен қамтамасыз етудің кішігірім күн жүйелеріне ұқсас үлкенірек жүйелер барынша кеңінен таралуда, олар көп пәтерлі үйлерді, сондай-ақ бүтін бір тұрғын үйлі ауданды жылумен қамтамасыз етуге қабілетті болып отыр. Мұндай жүйелер орталық жылыту блогынан, тарату желісінен және жылу аккумуляторынан тұрады. Тиімділігі жоғары жазық күн коллекторы Күн сәулесінің энергиясын жылу энергиясына түрлендіруге арналған. Ол ешқандай концентраттарды қолданбай-ақ күн сәулесі жақсы түсетін жазды күндері 60-70 л суды (жылу қабылдағыш беттің 1 м² ауданына есептелген) 55-60°С-қа дейін жылытуға мүмкіндік береді [2].

Күн коллекторы күн энергиясы құрылғысының негізгі компоненті бола отырып, күн сәулесінің энергиясын пайдалы жылу энергиясына түрлендіреді және бұл жылуды жылу

тасымалдағышқа береді. Жылу тасымалдағыш жылуды ғимаратқа таратады немесе әрі қарай қолдану үшін аккумуляторға жібереді. Оны сондай-ақ суыту циклінде (ауаны кондиционерлеу) немесе шаруашылық қажеттіліктер үшін суды жылыту мақсатында қолдануға болады. Коллектор жылу изоляциялық негізде жататын жұқа пластинадан тұрады. Күннен энергия ала отырып, мұндай құрылғы қоршаған ортамен сәулені алмастыра отырып, оны тағы да сәулелендіреді.

Жылу жоғалтуды азайту үшін жылу қабылдағыштарға оның ашық бетіне изоляция қабаты бекітіледі. Егер коллектор ғимараттың шектік конструкциясына (қабырғаға, шатырға) орнатылған болса, онда жылу жоғалмайды, ол ғимараттың өзіне жұмсалады. Қыста бұл артықшылық болып табылады, ал жазда – жетіспеушілік болады. Жазғы температуралары төмен аудандарды санамағанда, коллектор минимумды жылуды есепке алуы қажет. Әдетте, шатырға орнатылатын коллекторлар үшін қалыңдығы 150 мм дейін баратын шыныталшықты немесе эквивалентті изоляция орнатылады; ал вертикальды коллекторлар үшін оның қалыңдығын 100 мм дейін азайтуға болады. Егер коллектор жеке тұрған ғимарат болса, онда изоляцияның қалыңдығы 150-200 мм құрауы қажет [3].

Шыныталшықты изоляцияның ішінде стиропфомды немесе уретанды түрі жақсы, олар жоғары температураларды шыдамдылығымен ерекшеленеді. Уретандардың кейбір түрлері деформацияланады және потенциалды улы газдарды бөледі. Мүмкіндігінше изоляция жылу тасымалдағыш пластина мен ауалық аралықтан алшақ болғаны жөн. Соның арқасында жылу қабылдағышқа кері шағылысады, мұнда изоляцияның температурасы төмендейді және коллектордың ПӘК (пайдалы әрекет коэффициенті) көтеріледі.

Коллектордың бетіндегі саңылаулар периметрі бойынша шығындарды азайтып изоляциялауы керек. Егер изоляция коллектордың потенциалды бетін азайтса, оны қолданбаған жөн.

Ғимараттан бөлек орналасқан коллекторлар үшін желдің әсер ететін салмағы тірек жүйесін есептеудегі негізгі фактор болып табылады. Конструктивті жүйенің құнын азайту үшін беттің ауданы үлкен болмауы керек, бұл төмен аэродинамикалық қиманы қамтамасыз етеді. Ұзын әрі төмен коллекторларды бірінің артына бірін қою арқылы осыған қол жеткізуге болады.

Қазіргі күнде гелиоқұрылғылардың технологиялары мен конструкцияларын жетілдіру үлкен маңызға ие болып отыр және кең өндірістік

бағдарлама жолға қойылған. Күн арқылы жылытудың оң экологиялық әсерлері күн тәртібінде бірінші орында тұр және оның ғылыми әдістері жасалған, бұл оның қолдану шеңберін одан әрі қарай кеңейтуге мүмкіндік береді, себебі күннің қарқынды радиациясы 800 Вт/м² болған жағдайда, 200 Вт/м² энергия алуға болады. Күн энергетикасы саласындағы зерттеулер ғылым әлемінде айтарлықтай орын алады. АҚШ, Жапония, Германия секілді елдерде олар ұзақ уақытқа есептелген ұлттық бағдарлама деңгейінде орын алуда [4].

Нәтижелері мен талдау

Жылу энергиясын университеттің барлық ғимараттары қолданады. Соның ішінде жатақханаларды қамтамасыз ету басты мәселе болып табылады. Бүгінгі таңда жылу энергиясын күн сәулесінен өндіруге болады. Бұл әдіс экологиялық таза, әрі арзан болып табылады.

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың география және табиғатты пайдалану факультетінің №4 жатақханасы ҚазҰУ қалашығының солтүстік бөлігінде орналасқан. Жатақхана 5 қабаттан тұрады. 1 қабатта 13 секция, асхана және оқу бөлмесі бар. 1 секцияда 2 бөлме болады (А, Б), яғни онда 6 адам тұрады. А бөлмесінде (екі адамдық) бір жылу батареясы, ал Б бөлмесінде (4 адамдық) екі жылу батареясы болады.

Ғимарат шатырының ауданы – 657 м².

Тұратын студенттердің саны – 358.

Ыстық сумен жабдықтау жүйесін бағдарлық қолдану: қыркүйек – сәуір (6 ай); қажет болған жағдайда жүйені жыл бойына қолданғанда қосымша электрлік су жылытқыш орнатылады.

Ыстық сумен жабдықтаудың күн жүйесін орнату үшін ғимараттың шатырына орнатылатын күн коллекторына керекті ауданды есептейміз.

Күн коллекторларының ауданы F, m ең «суық» ай (сәуір) үшін келесі формула бойынша анықталады:

$$F = \frac{Q}{q_i}, \quad (1)$$

$$Q = 1.163 \cdot N \cdot m(5 - t_x), \quad (2)$$

$$q_i = q \cdot \eta_k \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot z, \quad (3)$$

мұндағы:

Q – жылу энергиясының тәуліктік тұтынушылығы, Вт *сағ, ыстық сумен жабдықтау үшін;

q_i – i айындағы жылу ағынының мәні, Вт/м²;

N – бір адамның тәулігіне 55⁰C температурадағы ыстық суды қолдану нормасы, ғимараттың ішкі су құбырларын жобалау нормасымен қабылданған. Тұрғын үйлер үшін минимальді норма қабылданған 65 л/ (адам.тәул.);

m – тұрғындар саны (358);

z – бір айдағы күн саны;

t_x – жаз мезгілінде суық су құбырындағы судың температурасы, ⁰C (t_x = 15⁰C);

q – 1м² күн коллекторының бетіне түсетін жылу ағынының мөлшері, 960 Вт/м²;

η_k – күн коллекторының тиімді әрекет коэффициенті;

η₁ – атмосфера мөлдірлігінің деңгейін есептейтін коэффициент, өндірістік аудандарда 0,8-ден басталып, демалыс аймақтарында 1-ге дейінгі аралықта өзгеріп отырады.

η₂ – күн коллекторынан тұтынушыға дейінгі жылу шығынын есептейтін коэффициент, ыстық сумен жабдықтаудың ірі аймақтандалырылған жүйесі үшін 0,85-тен басталып, локальді су жылытқышқа 0,98-ге дейін аралықта өзгеріп отырады [5].

(2) арақатынас бойынша жылу энергиясының тәуліктік тұтынушылығын анықтаймыз:

$$Q = 1.163 \cdot 358(5 - 15) = 1082520 \text{ Вт*адам/тәул}$$

2-кестедегі мәндерді қолдана отырып сыбағалы жылу ағынын және өндірілген жылу энергиясының мөлшерін есептейміз.

2-кесте – Алматы қаласының температура және бұлттылық мәндері

Қала	Айлар											
	сәуір		мамыр		маусым		шілде		тамыз		қыркүйек	
Алматы	t ₀	η ₀	t ₀	η ₀	t ₀	η ₀	t ₀	η ₀	t ₀	η ₀	t ₀	η ₀
	14	0,4	19	0,4	22,6	0,4	27,3	0,4	23,8	0,4	15,7	0,4

t_0 – атмосферадағы ауаның күндізгі орташа температурасы (есептеліп отырған айдың);

η_0 – бұлттылықтың шынайы жағдайын есептейтін коэффициент;

φ – аймақтың ендігі.

Күн коллекторының тиімді әрекет коэффициентін η_k келесі формуламен анықтаймыз:

$$\eta_k = 0.82 - 0.018(t_k - t_0), \quad (4)$$

мұндағы:

$(t_k = 15^{\circ}\text{C})$ – коллектордың жылыту температурасы.

q_i параметрін әр ай үшін анықтаймыз. Алынған мәндерді 2-кестеге жазамыз.

1 формула бойынша күн коллекторларының ауданын есептейміз:

$$F = \frac{1082520}{7294} = 148. \text{ м}^2$$

Күн су жылытқышында өндірілген жылу энергиясының мөлшері W_m , кВт-сағат, әр ай үшін жеке есептеледі:

$$W_m = 10^{-3} \cdot z \cdot q_i F \cdot \eta_0 \cdot \eta_3, \quad (5)$$

мұндағы:

z – бір айдағы күн саны;

η_3 – тұрақсыз жылу алмасумен шартталған құбылмалы бұлттылық кезінде шығынды ескеретін коэффициент ($\eta_3 = 0.9$). Жылу энергиясының есептелген мәндері 3-кестеде көрсетілген.

3-кесте – Алматы қаласының η_k, q_i, W_m мәндері

Алматы	сәуір	мамыр	маусым	шілде	тамыз	қыркүйек
η_k	0,172	0,262	0,327	0,411	0,348	0,203
$q_i, \text{Вт/м}^2$	4369	6655	8306	10440	8839	5156
$W_m, \text{кВт-сағ}$	11693	12084	11689	12082	12084	11694

Есептелген мәліметтер бойынша күн коллекторларының ауданы 148 м^2 құрайды. Ғимарат шатырының ауданын ескерсек, күн коллекторларын орнату мүмкін болып табылады. Стандартты бір коллектордың ауданы 2 м^2 құрайды, соған сәйкес 74 күн коллекторы қажет.

Қорытынды

Қорыта келгенде күн коллекторларын орнатудың экономикалық тиімділігі мол. Күн энергиясын өз мақсатымыз үшін пайдаланудың болашағы зор. Осындай тұжырымдар негізінде Күннен өндірілетін энергияның адамзат үшін сарқылмайтын байлық екендігіне әбден көз жеткізуге болады.

Күн құрылғыларын пайдаланудың маңызды нәтижесі – органикалық отынды үнемдеу, сонымен қатар оларды қолдану аймағындағы экологияға әсері де аса маңызды.

Бүгінгі күні баламалы энергия көздері өндірістік масштабтарда ғана емес, сонымен қатар жеке секторларда да энергия үнемдеу мәселелерін тиімді шешу үшін кеңінен қолданылып келеді. Сарқылмайтын көздерден энергияны ала білу технологиясының қол жетімділігі алыс аудандарда экологиялық таза инфрақұрылымы бар энергияға тәуелді емес үйлерді тұрғызуға мүмкіндік береді және қазірдің өзінде бар нысандардағы энергия үнемдеу мәселесін шеше алады.

Энергия қорларын үнемдеу бүгінгі күннің аса маңызды міндеттерінің біріне айналды. Өнеркәсібі дамыған әлемнің барлық мемлекеттерінде энергия үнемдеу шаралары дұрыс жолға қойылған. Өйткені көмірмен және көмірсутегімен жұмыс істейтін жылу электр станциялары түбі бір экологиялық проблемалардың асқынуына әкеп соқтыратыны белгілі жайт. Сондықтан әлем қайта қалпына келетін жергілікті энергия көздерін энергия үнемдеудің басты қайнар көзі ретінде қабылдап отыр.

Әдебиеттер

- 1 Полякова С.Е. Оценка доступного потенциала солнечной энергии над территории Казахстана. – Алматы: Гидрометеоздат, 2003. – С. 117-121.
- 2 Житаренко В.М. Возобновляемые и вторичные источники энергии. – М.: Наука, 2006. – 200 с.
- 3 Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Г. Анализ показателей эффективности использования солнечных водонагревательных установок // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2009. – Т. 4. – № 5. – С. 106-107.
- 4 Крашенинников А.А., Дю Е.Н., Сирока А.Я. Перспективы использования нетрадиционных источников энергии // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – 1992. – Т.5 – № 2. – с. 48-52.
- 5 Аvezов Р.Р., Орлов А. Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. – Ташкент: Фан, 1988. – 285 с.

References

- 1 Polyakova S.E. An assessment of available potential of solar energy over the territory of Kazakhstan//Gidrometeoizdat: – Almaty, 2003. – p. 117 – 121.
- 2 Zhitarenko V.M. Renewable and secondary power sources. – М.: Science, 2006. – 200 p.
- 3 Popel O.S., Fried S.E., Kolomiyets Yu.G. The analysis of indicators of efficiency of use of solar water-heating installations// Bathroom equipment, heating, conditioning, – 2009. – Т. 4. – No. 5. – p. 106-107.
- 4 Krasheninnikov A.A., Du E.N., Siroka A.Ya. Prospects of use of nonconventional power sources//Power and fuel resources of Kazakhstan, – 1992. – Т.5 – No. 2. – p. 48-52.
- 5 Avezov R.R., Orlov A.U. Solar systems of heating and hot water supply. – Tashkent: Fan, 1988. – 285 p.