

КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНАТЫН ЖЫЛУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ КРИТЕРИЙЛЕРІ

Абиева Г.С., техника ғылымдарының кандидаты, доцент
guldana1967@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0101-2252>

Орынбасар Б.С., 7M07322–«Инженерлік жүйелер мен желілер» БББ 2-курс магистранты
balaiym.03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6740-9088>

Халықаралық білім корпорациясы (ҚазБСҚАкампусы), Алматы қ., Қазақстан

Андатпа. Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелері қазіргі таңда экологиялық таза және үнемді энергия көздері ретінде маңызды рөл атқарады. Мұндай жүйелердің тиімділігін анықтау үшін техникалық және экономикалық көрсеткіштерді кешенді бағалау қажет. Техникалық тиімділік жүйенің энергия өндіру қабілеті, сенімділігі, тұрақтылығы және жұмыс мерзімі арқылы анықталады. Экономикалық тиімділік капиталдық және эксплуатациялық шығындарды, энергия үнемдеу деңгейін, сондай-ақ инвестиция қайтарымын есепке алады. Бұл мақалада Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерінің негізгі техникалық-экономикалық критерийлері қарастырылып, олардың салыстырмалы талдауы ұсынылады. Жүйенің тиімділігін дұрыс бағалау шешім қабылдау процесін жеңілдетіп, энергия ресурстарын рационалды пайдалану мүмкіндігін арттырады.

Жылумен жабдықтаудың балама әдістерін салыстыру кезінде қолданылатын инвестициялық жобалардың тиімділігін бағалау критерийлерін талдауға баса назар аударылады. Жұмыста таза дисконтталған кіріс, дисконтталған шығындар, кірістіліктің ішкі нормасы, кірістілік индексі және өтелу мерзімі сияқты көрсеткіштер қарастырылады және жүйеленеді. Дисконттау әдістерін қолдану ақша қаражаттарының уақыттық құнын, күрделі салымдар мен пайдалану шығындарының біркелкі бөлінбеуін дұрыс ескеруге, сондай-ақ есеп айырысу кезеңіндегі нұсқалардың салыстырмалылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерін енгізудің тиімділігі есептік кезеңде үнемделген жылу энергиясының көлемімен едәуір дәрежеде анықталатыны табылды, бұл пайдалану шығындарының төмендеуіне және жобаның инвестициялық тартымдылығының артуына әкеледі. Алынған нәтижелер күн энергиясын қолдана отырып, тұрғын үйлерді жылумен жабдықтау жобаларын техникалық-экономикалық негіздеу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Тірек сөздер: күн энергиясы, техникалық тиімділік, экономикалық тиімділік, энергия үнемдеу, инвестиция қайтарымы, энергетикалық ресурстар.

Кіріспе. Соңғы жылдары күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелері экологиялық таза және экономикалық тиімді энергия көздері ретінде ерекше назарға ие болуда. Тұрақты энергияға сұраныстың артуына байланысты, мұндай жүйелердің тиімділігін тек техникалық көрсеткіштер бойынша ғана емес, экономикалық тиімділік тұрғысынан да бағалау маңызды болып отыр. Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерінің техникалық тиімділігі олардың энергия өндіру қабілеті, жұмыс сенімділігі, тұрақтылығы және қызмет ету мерзімі арқылы анықталады. Экономикалық тиімділік болса, капиталдық және эксплуатациялық шығындарды, энергия үнемдеу деңгейін және инвестицияның қайтарым мерзімін ескереді.

Техникалық және экономикалық критерийлерді кешенді бағалау дұрыс шешім қабылдауға, жүйенің оңтайлы жобалануы мен энергия ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл мақалада күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерінің негізгі техникалық-экономикалық тиімділік көрсеткіштері талданып, салыстырмалы бағалау ұсынылады, бұл жаңартылатын энергия технологияларына инвестициялық шешімдер қабылдауға және стратегиялық жоспарлауды жеңілдетуге ықпал етеді.

Жылумен жабдықтауға арналған нұсқалардың әрқайсысының (дәстүрлі, күн энергиясын пайдаланатын және аралас жылу жүйесі) артықшылықтары да, сөзсіз кемшіліктері де бар [1-2]. Сондықтан әр нұсқа үшін инвестициялардың тиімділігін алдынала бағалау қажет.

Зерттеу материалдары мен әдістері: Инвестициялардың тиімділігі жобаны іске асырудың экономикалық орындылығын сипаттайды және алынған нәтижені (әсерді) шығындармен ақшалай салыстырумен анықталады. Инвестициялардың тиімді бағытын таңдау бір мәселені шешуге мүмкіндік беретін балама нұсқалардың толық тізімін алдынала қалыптастыруды қамтиды. Нұсқаларды салыстыру, егер олар салыстырмалы (бірдей) түрге келтірілсе, жарамды болады [3].

Инвестициялардың тиімділігін бағалау теориясы мен практикасында екі әдістемелік тәсіл ең дамыған және жиі қолданылады: шығындар мен кірістер [4]. Тұтынушыны автономды жылумен қамтамасыз етудің әртүрлі тәсілдерін салыстыру және олардың ең жақсысын таңдау келесі негізгі критерийлерді қолдана отырып жүзеге асырылуы мүмкін: таза дисконтталған кіріс (ТДК) немесе интегралды әсер (I_a), дисконтталған шығындар (ДШ), кірістіліктің ішкі нормасы (КН), кірістілік индексі (КИ), өтелу мерзімі ($T_{өм}$).

Жобаның тиімділігінің жоғарыда көрсетілген көрсеткіштері есептеу кезеңі ішінде анықталады, оның ұзақтығы есептеу көкжиегі деп аталады. Есептеу көкжиегі ай, тоқсан, жыл болуы мүмкін есептеу қадамдарынан тұрады.

Таза дисконтталған кіріс-бұл бастапқы кезеңге келтірілген бүкіл есептік кезеңдегі әсерлердің жиынтығы немесе жалпы нәтижелердің шығындардан асып кетуі. Инфляцияны есепке алмай есептеулер кезінде таза дисконтталған кіріс тұрақты дисконт нормасы үшін базалық бағада мына формула бойынша анықталады [5]:

$$ТДК = \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1 + E)^t}$$

мұндағы R_t - есептеу қадамында қол жеткізілетін жиынтық нәтижелер (пайдалар немесе кірістер), Z_t - сол қадамда жүзеге асырылатын шығындар;

E - дисконт нормасы (инвесторға капитал салу тиімсіз болатын табыстың ең төменгі нормасы); T - есептеу көкжиегі (объект жойылуға жататын есептеу қадамының нөміріне тең);

$a_t = \frac{1}{(1+E)^t}$ - дисконт коэффициенті дисконттау (дисконттың тұрақты нормасы үшін).

Таза дисконтталған шығындар-бұл бастапқы кезеңге келтірілген бүкіл есеп айырысу кезеңіндегі шығындар сомасы. Таза дисконтталған шығындар мына формула бойынша анықталады [6]:

$$ДШ = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1 + E)^t} + \sum_{t=0}^T \frac{Z_t}{(1 + E)^t}$$

мұндағы K_t - t қадамындағы күрделі салымдар; Z_t - күрделі салымдарды есепке алмаған қадамдағы шығындар.

Ішкі кірістілік коэффициенті – бұл таза дисконтталған кіріс нөлге тең болатын белгісіз кірістілік коэффициенті. Ішкі кірістілік коэффициенті келесідей формуламен анықталады [6]:

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+r)^t}$$

мұндағы Z_t - күрделі салымдарды есептемегенде t қадамындағы шығындар; K_t - t қадамындағы күрделі салымдар.

Кірістілік индексі – дисконтталған нәтижелердің дисконтталған шығындарға қатынасы. Ол мына формула бойынша анықталады:

$$KI = \frac{\sum_t^T R_t (1+E)^t}{\sum_t^T Z_t (1+E)^t}$$

Өтелу мерзімі – бұл жобаның нәтижелері бастапқы күрделі салымдардан асып түсетін ең аз уақыт аралығы (жобаны іске асырудың басынан бастап). Егер нөлдік жылдан бір жылға дейінгі кезеңдегі таза дисконтталған табыс нөлден аз болса ($ТДК_t < 0$), ал нөлдік жылдан бір жылға дейінгі кезеңде ($t + 1$) нөлден көп болса ($ТДК_{(t+1)} > 0$), онда өтелу мерзімі $t < T_{\text{өм}} < (t+1)$ диапазонында болады және формула бойынша графикамен немесе интерполяциямен анықталады [7-8]:

$$T_{\text{өм}} = t - \frac{ТДК_t}{ТДК_{(t+1)} - ТДК_t}$$

Дисконтталған шығындардың критерийі ретінде күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйесіне инвестициялардың көзделу мерзімі графикалық немесе формула бойынша интерполяциямен айқындалады:

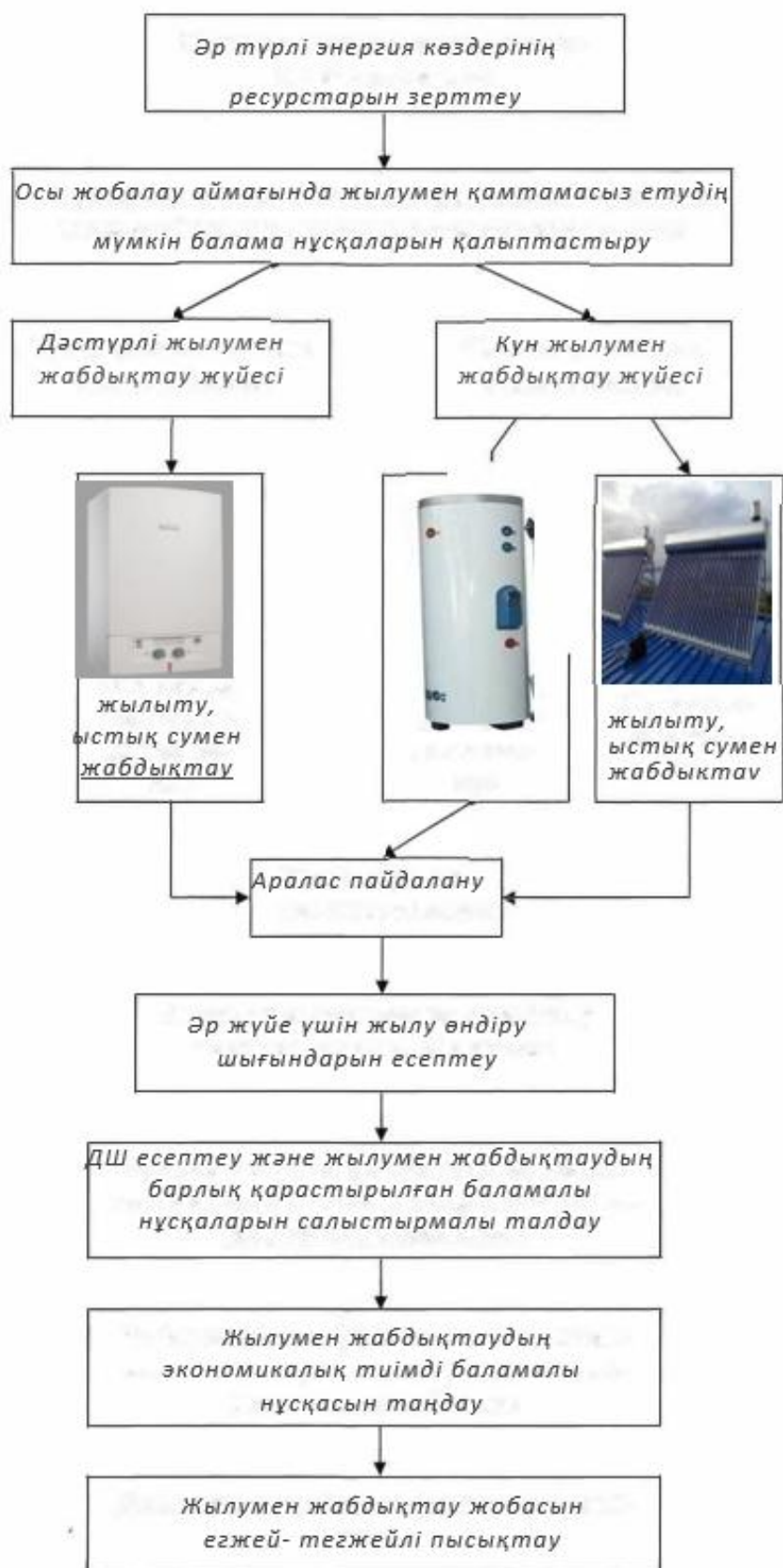
$$T_{\text{өм}} = t + \frac{ДШ_{II t} - ДШ_{It}}{ДШ_{I(t+1)} - ДШ_{It} - ДШ_{II(t+1)} + ДШ_{II t}}$$

мұндағы $ДШ_{It} > ДШ_{II t}$ нөлдік жылдан бастап t жылға дейін, нөлдік жылдан бастап $(t+1)$ жылға дейін $ДШ_{I(t+1)} < ДШ_{II(t+1)}$.

Таңдалған өлшемге және ол қабылдаған мәнге байланысты осы жобаға инвестициялардың тиімділігін бағалау 1-кесте бойынша анықталуы мүмкін [9].

Тұтынушыны автономды жылумен жабдықтаудың ең тиімді (экономикалық тұрғыдан тиімді, аннуитетті) нұсқасын таңдау дисконтталған шығындардың критерийі бойынша жүзеге асырылады, өйткені ол қарастырылып отырған барлық нұсқалардың ішінен осы нұсқаның күтілетін минималды шығындарын көрсетеді (жалпы есептеу және таңдау схемасы тұрғын үйді жылумен жабдықтау жүйелері 1-суретте көрсетілген).

Нәтижелер. Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерінің экономикалық тиімділігі жүйенің бүкіл өмірлік циклі үшін қол жеткізілген экономикалық әсермен күрделі салымдар мен пайдалану шығындарының арақатынасымен анықталады. Күрделі шығындарға күнколлекторларының, жылу батареяларының, құбырлардың, арматураның, автоматиканың және монтаждау жұмыстарының құны кіреді [10]. Пайдалану шығындары, әдетте, техникалық қызмет көрсету шығындарымен және айналым сорғылары мен басқару жүйесінің жұмысына электр энергиясының аз шығындарымен шектеледі [11].



1-сурет – тұрғын үйді жылумен жабдықтау жүйесін есептеу мен тандаудың жалпы схемасы

1-кесте – Тиімділікті бағалау үшін негізгі критерийлерді қолдану

Өлшем атауы	Критерийдің мәні	Инвестициялық жобаның тиімділігі	Ескерту
TDK	$TDK > 0$	Инвестициялық жоба тиімді деп танылады	TDK мәні неғұрлым жоғары болса, жоба соғұрлым тиімді болады
$DШ$	$DШ_I > DШ_{II}$	Төменгі $DШ$ -мен сипатталатын жобалар үлкен TDK мәндері бар жобаларға қарағанда тиімдірек	$DШ_I, DШ_{II}$ - бірінші және екінші инвестициялық жобаға таза дисконтталған шығындар
KIN	$KIN < K_T$	Инвестициялық жоба тиімді деп танылды	K_T -инвестор талап ететін капитал кірісінің нормасы
$KИ$	$KM > 1$	Инвестициялық жоба тиімді деп танылды	Жоғары KM -мен сипатталатын жобалар KM мәні төмен жобаларға қарағанда тиімдірек.
$T_{эм}$	$T_{эм} < T_{эм,доп}$	Инвестициялық жоба тиімді деп танылды	Баламалы жобаларды өтелу мерзімінің критерийі бойынша салыстыру кезінде ең қысқа өтелу мерзімі бар жоба немесе инвестор үшін рұқсат етілген өтелу мерзіміне $T_{эм,доп}$ сәйкес келетін жоба таңдалады.

Жылумен жабдықтаудың әртүрлі нұсқаларын салыстыру үшін әр түрлі шығындар мен нәтижелерді бірыңғай есептік сәтке келтіруге мүмкіндік беретін дисконттау әдістері қолданылады. Дисконтталған көрсеткіштерді пайдалану әр түрлі уақыт кезеңдерінде пайда болатын ақша ағындарының инвестор үшін әр түрлі мәнге ие болуына байланысты [6]. Тиімділіктің негізгі көрсеткіштері ретінде таза дисконтталған кіріс, дисконтталған шығындар, кірістілік индексі және инвестицияның өтелу мерзімі кеңінен қолданылады [6].

Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерінің экономикалық орындылығына әсер ететін негізгі факторлардың бірі-жобалау аймағындағы күн радиациясының деңгейі. Климаттық жағдайлар күн коллекторларының жылу энергиясын өндіруін, демек, дәстүрлі энергия ресурстарын үнемдеу мөлшерін анықтайды [7]. Жалпы күн радиациясы жоғары аймақтарда күн энергиясын пайдаланатын жүйелер жылу жүктемесінің едәуір бөлігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, әсіресе ыстық су жүйелерінде [13].

Күн энергиясын пайдаланатын жүйелерінің энергетикалық тиімділігі күн энергиясын пайдалану коэффициентімен сипатталады, ол пайдалы пайдаланылған күн жылуының коллектор бетіне күн радиациясының жалпы түсуіне қатынасын көрсетеді. Бұл көрсеткіштің жоғарылауына күн коллекторларының түрін, олардың көлбеу бұрышын, бағытын және тиімді жылу жинақтағыш құрылғыларды қолдану арқылы оңтайлы таңдау арқылы қол жеткізіледі [14].

Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерінің тиімділігін бағалау кезінде экологиялық әсер маңызды. Күн энергиясын пайдалану органикалық отынды тұтынуды азайтуға және соның салдарынан атмосфераға көмірқышқыл газы мен басқа да зиянды заттардың шығарылуын азайтуға мүмкіндік береді. Кейбір жағдайларда

экологиялық әсерді экономикалық есептеулерде экологиялық төлемдерді азайту немесе энергияны үнемдейтін жобаларды жүзеге асыруда қосымша артықшылықтар алу арқылы ескеруге болады [15].

Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелері сенімділіктің жоғары деңгейімен және ұзақ қызмет ету мерзімімен сипатталатынын атап өткен жөн. Қазіргі күн коллекторларының болжамды қызмет ету мерзімі 20-25 жыл, бұл оларды дәстүрлі жылу көздерімен салыстырғанда бәсекеге қабілетті етеді. Сонымен қатар, жүйенің тұрақтылығы көбінесе күн энергиясын пайдаланатын қондырғының резервтік жылу генераторымен бірге жұмыс істейтін жылумен жабдықтаудың аралас схемаларын қолдану арқылы қамтамасыз етіледі [14].

Ауа-райының өзгергіштігімен байланысты есептік әсердің болмау қаупі күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерінің ерекшеліктерінің бірі болып табылады. Оны барынша азайту үшін жобалау сатысында күн радиациясы мен сыртқы ауа температурасы туралы статистикалық деректерді ескере отырып, жүйенің жылдық жылу балансын модельдеу жүргізіледі [7]. Бұл тәсіл техникалық-экономикалық есептеулердің дұрыстығын және қабылданатын жобалық шешімдердің дұрыстығын арттыруға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келсек, белгілі бір жылумен жабдықтау жүйесін пайдаланудың орындылығы бүкіл есептік уақыт кезеңінде үнемделген энергия мөлшерімен анықталады. Жылумен жабдықтау жүйелерінің техникалық-экономикалық тиімділігін бағалаудың негізгі критерийлерін талдау нәтижесінде автономды жылумен жабдықтаудың ұтымды нұсқасын таңдау бүкіл есептік кезеңдегі келтірілген шығындар мен нәтижелерді салыстыруға негізделуі керек екендігі анықталды. Дисконттау әдістерін қолдану күрделі салымдар мен пайдалану шығындарының уақыт бойынша біркелкі бөлінбеуін ескеруге мүмкіндік береді, бұл балама нұсқаларды салыстырудың дұрыстығын қамтамасыз етеді.

Инвестициялар тиімділігінің қаралған көрсеткіштері-таза дисконтталған кіріс, дисконтталған шығындар, кірістіліктің ішкі нормасы, кірістілік индексі және өтелу мерзімі — күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерін енгізудің экономикалық орындылығының кешенді сипаттамасын береді. Сонымен қатар, критерийлердің әрқайсысы жоба тиімділігінің әртүрлі аспектілерін көрсетеді және оны алдын-ала таңдау үшін де, балама шешімдерді егжей-тегжейлі салыстыру үшін де қолдануға болады.

Осы зерттеу шеңберінде дисконтталған шығындардың көрсеткіші негізгі критерий ретінде таңдалды, өйткені ол есепті кезеңдегі ең аз келтірілген шығындармен жылумен жабдықтау нұсқасын анықтауға мүмкіндік береді және дәстүрлі, күн энергиясын пайдаланатын және аралас жүйелерді салыстыру кезінде ең айқын болып табылады. Осы критерийді пайдалану тұтынушыны жылумен жабдықтаудың тең жағдайларында экономикалық негізделген шешімді таңдауды қамтамасыз етеді.

Қорытынды. Күн энергиясын пайдаланатын жылумен жабдықтау жүйелерін енгізудің экономикалық орындылығы негізінен пайдаланудың бүкіл мерзімі ішінде үнемделген жылу энергиясының көлемімен анықталатыны табылды. Дәстүрлі энергия ресурстарын тұтынудың төмендеуі операциялық шығындардың төмендеуіне әкеледі және дәстүрлі нұсқалармен салыстырғанда күн энергиясын пайдаланатын немесе аралас жүйелердің бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

Осылайша, дисконтталған көрсеткіштерді қолдана отырып, кешенді техникалық-экономикалық бағалауды қолдану тұрғын үйді жылумен қамтамасыз етудің ең тиімді нұсқасын дұрыс таңдауға мүмкіндік береді және аймақтық жағдайлар мен энергия тұтыну ерекшеліктерін ескере отырып, жобаны одан әрі егжей-тегжейлі пысықтауға негіз болады.

Әдебиеттер:

- [1] **Кудинов, А.А.** Энергосбережение и возобновляемые источники энергии в теплоснабжении зданий. – М.: Инфра-М, 2017.
- [2] **Кириллов, П.Л.,** Афанасьев В.И. Системы солнечного теплоснабжения: расчёт и проектирование. — СПб.: Питер, 2019.
- [3] **Соколов, Е.Я.** Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. - 6-е изд., перераб., - М.: Издательство МЭИ, 1999. – 472 с.
- [4] **Twidell J.,** Weir T. Renewable Energy Resources. — London: Routledge, 2015.
- [5] Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / Минэкономразвития РФ. – М.: Экономика, 2016.
- [6] **Лившиц, В.Н.,** Смоляк С.А. Экономическая оценка инвестиций. – М.: Дело, 2018.
- [7] **Kalogirou, S.A.** Solar Energy Engineering: Processes and Systems. – 2nd ed. – London: Academic Press, 2014.
- [8] **Фортгов, В.Е.,** Попель О.С. Возобновляемые источники энергии. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
- [9] **Boyle, G.** Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. – 3rd ed. – Oxford: Oxford University Press, 2012.
- [10] **Журавлёв, П.А.** Солнечные тепловые установки для зданий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019.
- [11] **Копылов, А.С.** Эксплуатация энергоэффективных систем теплоснабжения. – М.: Инфра-М, 2020.
- [12] Справочник по климатологии и солнечной радиации/ Под ред. И.И. Зубкова. – М.: Гидрометеиздат, 2016.
- [13] **Андреев, В.П.** Возобновляемые источники энергии в системах теплоснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 2017.
- [14] **Duffie, J.A.,** Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. – New York: Wiley, 2013.
- [15] **Lunardini, V.J.** Heat Transfer with Solar Energy Applications. – New York: Van Nostrand Reinhold, 2013.

References:

- [1] **Kudinov, A.A.** Jenergoberezhenie i vozobnovljaemye istochniki jenergii v teplosnabzhenii zdaniy. – М.: Infra-M, 2017. [in Russian]
- [2] **Kirillov, P.L.,** Afanas'ev V.I. Sistemy solnechnogo teplosnabzhenija: raschjot i proektirovanie. — SPb.: Piter, 2019. [in Russian]
- [3] **Sokolov, E.Ja.** Teplofikacija i teplovyje seti: Uchebnik dlja vuzov. - 6-e izd., pererab., - М.: Izdatel'stvo MJeI, 1999. – 472 s. [in Russian]
- [4] **Twidell, J.,** Weir T. Renewable Energy Resources. — London: Routledge, 2015.
- [5] Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh proektov / Minjekonomrazvitija RF. – М.: Jekonomika, 2016. [in Russian]
- [6] **Livshic, V.N.,** Smoljak S.A. Jekonomicheskaja ocenka investicij. – М.: Delo, 2018. [in Russian]
- [7]. **Kalogirou, S.A.** Solar Energy Engineering: Processes and Systems. – 2nd ed. – London: Academic Press, 2014.
- [8] **Fortov, V.E.,** Popel' O.S. Vozobnovljaemye istochniki jenergii. – М.: Izdatel'skij dom MJeI, 2010. [in Russian]
- [9] **Boyle, G.** Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. – 3rd ed. – Oxford: Oxford University Press, 2012.
- [10] **Zhuravljov, P.A.** Solnechnye teplovyje ustanovki dlja zdaniy. – SPb.: BHV-Peterburg, 2019. [in Russian]
- [11] **Kopylov, A.S.** Jekspluatacija jenergojeffektivnyh sistem teplosnabzhenija. – М.: Infra-M, 2020. [in Russian]

[12] Spravochnik po klimatologii i solnečnoj radiacii/ Pod red. I.I. Zubkova. – M.: Gidrometeoizdat, 2016. [in Russian]

[13] **Andreev, V.P.** Vozobnovljajemye istochniki jenerгии v sistemah teplosnabzhenija. – M.: Jenergoatomizdat, 2017. [in Russian]

[14] **Duffie, J.A., Beckman W.A.** Solar Engineering of Thermal Processes. – New York: Wiley, 2013.

[15] **Lunardini, V.J.** Heat Transfer with Solar Energy Applications. – New York: Van Nostrand Reinhold, 2013.

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Абиева Г.С., кандидат технических наук, доцент

Орынбасар Б.С., магистрант 2 курса ОП 7М07322 - "Инженерные системы и сети"

Международная образовательная корпорация (кампус КазГАСА), г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Солнечные системы теплоснабжения сегодня рассматриваются как экологически чистый и экономически выгодный источник энергии. Для определения их эффективности необходимо комплексно оценивать как технические, так и экономические показатели. Техническая эффективность определяется способностью системы вырабатывать энергию, её надёжностью, стабильностью работы и сроком службы. Экономическая эффективность учитывает капитальные и эксплуатационные затраты, уровень энергосбережения, а также окупаемость инвестиций. В данной статье рассматриваются основные критерии оценки технической и экономической эффективности солнечных систем теплоснабжения, а также представлен сравнительный анализ. Правильная оценка эффективности системы облегчает процесс принятия решений и способствует рациональному использованию энергетических ресурсов.

Основное внимание уделено анализу критериев оценки эффективности инвестиционных проектов, применяемых при сравнении альтернативных способов теплоснабжения. В работе рассмотрены и систематизированы такие показатели, как чистый дисконтированный доход, дисконтированные затраты, внутренняя норма доходности, индекс доходности и срок окупаемости. Показано, что использование методов дисконтирования позволяет корректно учитывать временную стоимость денежных средств, неравномерность распределения капитальных вложений и эксплуатационных расходов, а также обеспечить сопоставимость вариантов в пределах расчётного периода.

Установлено, что эффективность внедрения солнечных систем теплоснабжения в значительной степени определяется объёмом сэкономленной тепловой энергии за расчётный период, что приводит к снижению эксплуатационных расходов и повышению инвестиционной привлекательности проекта. Полученные результаты могут быть использованы при технико-экономическом обосновании проектов теплоснабжения жилых зданий с применением солнечной энергии.

Ключевые слова: Солнечная энергия, техническая эффективность, экономическая эффективность, энергосбережение, возврат инвестиций, энергетические ресурсы.

EVALUATION OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SOLAR HEATING SYSTEMS

Abiyeva G.S., candidate of technical sciences

Orynbasar B.S., 2nd year Master's student EP 7M07322 Engineering Systems and Networks

International Educational Corporation (KazGASA Campus), Almaty, Kazakhstan

Annotation. Today, solar heating systems are considered as an environmentally friendly and economically profitable source of energy. To determine their effectiveness, it is necessary to comprehensively evaluate both technical and economic indicators. Technical efficiency is determined by the system's ability to generate energy, its reliability, stability, and service life. Economic efficiency takes into account capital and operating costs, the level of energy savings, as well as the return on investment. This article discusses the main criteria for evaluating the technical and economic efficiency of solar heating systems, as well as a comparative analysis. Proper evaluation of the system's effectiveness facilitates the decision-making process and promotes the rational use of energy resources.

The main attention is paid to the analysis of criteria for evaluating the effectiveness of investment projects used in comparing alternative methods of heat supply. The paper considers and systematizes such indicators as net discounted income, discounted costs, internal rate of return, profitability index and payback period. It is shown that the use of discounting methods makes it possible to correctly take into account the time value of funds, the uneven distribution of capital investments and operating costs, as well as to ensure comparability of options within the billing period.

It has been established that the efficiency of the introduction of solar heat supply systems is largely determined by the amount of thermal energy saved over the estimated period, which leads to a reduction in operating costs and an increase in the investment attractiveness of the project. The results obtained can be used in the feasibility study of residential buildings heat supply projects using solar energy.

Keywords: Solar energy, technical efficiency, economic efficiency, energy saving, return on investment, energy resources.