



МИКРО ГЭС ЛОЙИҲАЛАРИНИНГ ИҚТИСОДИЙ ЖИҲАТДАН САМАРАДОРЛИГИНИ БАҲОЛАШ

Алишер ДАВИРОВ, ўқитувчи,
Журабек ИЗЗАТУЛЛАЕВ, ўқитувчи,
Электр таъминоти ва қайта тикланувчан энергия манбалари кафедраси, ТИХХММИ

Аннотация

Мақолада қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги микро электр тармоқларда инвестицион лойиҳаларни иқтисодий жиҳатдан самарадорлигини баҳолаш бўйича кўрсатмалар келтириб берилган. Шунингдек, мисол тариқасида Наманган вилояти Уйчи туманида жойлашган ШФК электр узатиш тармоғи микро электр тармоқ сифатида қаралиб, микро электр тармоққа уланган электр станцияларнинг таннархи аниқланган.

Калит сўзлар: қайта тикланувчан энергия манбалари, микро электр тармоқ, харажатлар, амортизация, инфляция, ФЭС, ШЭС, МГЭС.

Сўнгги йилларда қайта тикланувчан энергия асосидаги электр қурилмаларнинг таннархи сезиларли даражада камаймоқда. Шу муносабат билан, қайта тикланадиган энергия технологияларининг кўплаб турлари маъмул шароитларда иқтисодий жиҳатдан фойдали бўлмоқда. Бундан ташқари, мамлакатимизда ҳам шамол ва қуёш энергиясидан фойдаланишга асосланган лойиҳаларни кенг миқёсда қўллашнинг дастлабки белгилари пайдо бўлмоқда.

АҚШ Энергетика вазирлиги томонидан келтирилган тушунчага кўра, микро электр тармоқ "электр тармоғига нисбатан битта бошқариладиган объект бўлиб, ўзаро боғланган юкнамалар турухи ва тақсимланган энергетик ресурсларидан ташкил топган ҳамда марказий электр тармоғидан узилиш ёки уланиш имкониятига эга бўлган, марказий электр тармоғига уланган ва узилган (автоном) моделлар асосида ишловчи электр энергетика тизими-дир".

Сўнгги ўн йил давомида, микро электр тармоқлар бир неча технологик конфигурация ва дастурлар учун яққол самарали бўлди. Айниқса, Шимолий Америка, Европа ва Осиёда жуда муваффақиятли бўлди. Тадқиқот ҳисоботи-га кўра, жорий (2Q2015) глобал ўрнатилган микро электр тармоқларнинг умумий ўрнатилган қуввати тахминан 12 ГВт. Фоишларда ҳисоблайдиган бўлсак, Осиёда – 47%, Шимолий Америкада – 44% ва Европада – 9% га тенг. Бироқ, микро электр тармоқлардан кенг фойдаланиш иқтисодий ва институционал тўсиқларни енгиб ўтишга боғлиқ. Ушбу тўсиқлар нархни пасайтириш, коммунал хизматлар учун тўғри рағбатлантириш ва тарифларни тақлиф қилиш ҳамда норматив-ҳуқуқий базани яратиш, шу жумладан, электр тармоқларнинг ўзаро боғлиқлигини ва ишлаш талабларига, шунингдек, бозор механизми-га микро электр тармоқлардан фойдаланишга йўл қўйиш орқали бартараф этиш мумкин.

Марказий электр тармоқларига тез ривожланиб бораётган микро электр тармоқларни интеграциялашга бўлган мойиллик, ўз навбатида, техник-иқтисодий ва метёрий тўсиқ ҳамда муаммоларни келтириб чиқаради. Микро электр тармоқларни эксплуатация қилиш ва технологиясига оид кўплаб изланишлар мавжуд. Бироқ, микро электр тармоқларни янада ривожланиши учун тарқатиш соҳасидаги сиёсат, рағбатлантириш ва тўсиқлар тўғрисида жуда кам изланишлар олиб борилган. Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, микро электр тармоқ сиёсати, ўз навбатида, тақсимланган энергия сиёсати ва

Annotation

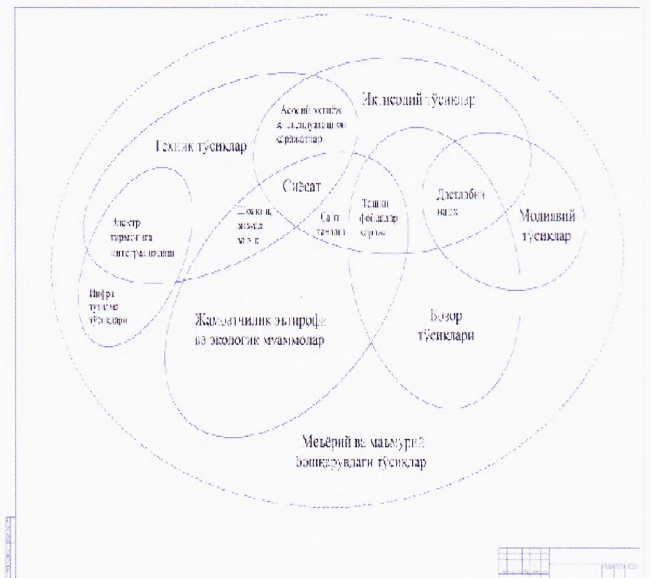
The article provides guidelines for assessing the cost-effectiveness of investment projects in micro-electric networks based on renewable energy sources. Also, as an example, the transmission line of SHFK located in Uychi district of Namangan region was considered as a micro-power network, and the cost of power stations connected to the micro-network was determined.

Keywords: renewable energy sources, micro power grid, costs, depreciation, inflation, PS, WPS, MGES.

айниқса, қайта тикланадиган энергия манбаларига сўзсиз равишда узвий боғлиқ (1-расм).

Pike Research микро электр тармоқларнинг бешта асосий турларини ёки бозор сегментларини аниқлади [1]. **Бундай турларга қуйидаги микро электр тармоқлар киради:** 1. Кампусли микро электр тармоқлар (ўрнатилган қуввати 4 МВт дан то 40 МВтгача). 2. Ажратилган (автоном) микро электр тармоқлар. 3. Ҳарбий база микро электр тармоқлари. 4. Тижорат ва саноат микро электр тармоқлари. 5. Жамият/Магистрал микро электр тармоқлар.

Микро электр тармоқда ҳосил қилинадиган электр энергия асосан маҳаллий истеъмолчилар томонидан ишлатилади. Бу эса, электр тармоқлари орқали электр энергияни узатиш ва тақсимлаш билан боғлиқ бўладиган исрофларни камайтиради.



1-расм. Қайта тикланувчи энергия манбалари (КТЭ) асосидаги микро электр тармоқ ривожланиши йўлида учраётган айрим тўсиқлар.

Микро электр тармоқда инвестицион лойиҳаларнинг иқтисодий жиҳатдан самарадорлигини баҳолаш услуги. ҚТЭ манбалари асосидаги микро электр тармоқларини яратишни белгиловчи асосий кўрсаткичлар бу капитал харажатлардир. Асосан, шу кўрсаткичга қараб, ис-

теъмолчи микро электр тармоқларни куриш ёки курмаслиги аниқланади. Капитал харажатларни аниқлашни бир нечта усуллари мавжуд.

Пулнинг қадрсизланиши (инфляция)ни инобатта олган ҳолда, капитал харажатлар қуйидагича ҳисобланади:

$$K_t = \frac{K_{t-1}}{(1 - \frac{\epsilon_{инф}}{100})^{t-t_{к.б}}}; \quad (1)$$

Микро электр тармоқларни куриш жараёнида қўшимча турли хил харажатлар сарфланади ва қуйидагича аниқланади:

$$K_{мэт} = (1 + \frac{k_{қўш.}}{100})C_{эк}N_{эк}; \quad (2)$$

$C_{эк}$ – энергокурулма нархи, сўм. $N_{эк}$ – энергокурулма сони, дона. $k_{қўш.}$ – микроэлектр тармоқ таннархига нисбатан қўшимча харажат, %.

$$C_{эк} = k_{эк}^{сол.} N_{эк}^{сол.} \quad (3)$$

$k_{эк}^{сол.}$ – энергокурулма ўрнатилган қувват, солиштирма нархи, сўм/кВт.

Электр энергиясини ишлаб чиқаришда йиллик харажатлар қуйидагича аниқланади:

$$I_t^{инф.} = I_t^{экспл.} + I_t^{амор.}; \quad (4)$$

$$I_t^{экспл.} = I_t^{мукамал.т.} + I_t^{жорий.т.} + I_t^{ойлик} + I_t^{ёқилги} + I_t^{бош. хар.}; \quad (5)$$

$$I_t^{муқ.т.} = K_{эк}^{куруш.} \frac{\mu_{мукамал.т.}}{100}; \quad (6)$$

$$I_t^{жорий.т.} = K_{эк}^{куруш.} \frac{\mu_{жорий.т.}}{100}; \quad (7)$$

$$I_t^{ёқилги} = V_t^{ёқилги} C_{ёқилги.т.}; \quad (8)$$

$V_t^{ёқилги}$ – йиллик ёқилги сарфи, т. $C_{ёқилги.т.}$ – t йил давомидаги ёқилги нархи, сўм/т.

$$C_{ёқилги.т.} = C_{ёқилги.т.} (1 + \frac{\epsilon_{инф}}{100})^{t-t_{экспл.бош.}}; \quad (9)$$

Одатда бошқа харажатлар бошқа эксплуатацион харажатларнинг 1÷5% ни ташкил этади ва қуйидагича аниқланади:

$$I_t^{бош. хар.} = (0,01 + 0,05)(I_t^{мукамал.т.} + I_t^{жорий.т.} + I_t^{ойлик} + I_t^{ёқилги}); \quad (10)$$

$$I_t^{амор.} = K_{амор.} \sum_{t=t_{куруш.бош.}}^{t_{куруш.туғаш.}} K_t \frac{(1 + \frac{\epsilon_{инф}}{100})^{t-t_{экспл.бош.}}}{(t_{куруш.бош.} + T_{хис.} - t_{куруш.туғаш.})}; \quad (11)$$

$K_{амор.}$ – амортизациялаш коэффициенти (одатда 1-1,5 оралигида бўлади) [2].

ҚТЭ манбалари асосидаги микро электр тармоқни куриш катта маблағ талаб этилиши сабабли, курувчи ташкилот томонидан имтиёзли кредит олиш мумкин.

t йил учун кредит қарздорлиги ($D_t^{кредит}$) қуйидагича ҳисобланади:

$$D_t^{кредит} = D_{t-1}^{кредит} + K_t^{кредит}; \quad (12)$$

$K_t^{кредит}$ – олинган кредит маблағи, сўм.

$$V_t^{кредит} = D_{t-1}^{кредит} \frac{\mu_{кредит}}{100}; \quad (13)$$

Микро электр тармоқдаги ўрнатилган қувват унча катта бўлмаганлиги сабабли, бериладиган кредит миқдори ҳам 10 йилдан ошмайди.

Курилган микро электр тармоқдан олинадиган фойда қуйидагича аниқланади:

$$\Pi_{тушум} = \sum_{t=1}^T C_t^{ээ} + \sum_{t=1}^T \dot{C}_t^{ээ}; \quad (14)$$

$\sum_{t=1}^T C_t^{ээ}$ – t вақт давомида ишлаб чиқариладиган электр энергия миқдори, кВт·соат; $\sum_{t=1}^T \dot{C}_t^{ээ}$ – t вақт давомидаги электр энергия нархи, сўм/кВт·соат.

Электр энергиясининг нархи инфляция ҳисобига боғлиқ равишда ўзгаради ва қуйидагича аниқланади:

$$C_t = C_{t\text{ кур.бош.}} (1 + \frac{\epsilon_{инф}}{100})^{t-t_{куруш.бош.}}; \quad (15)$$

$C_{t\text{ кур.бош.}}$ – микро электр тармоқда курилиш бошланиш вақтидаги электр энергия нархи, сўм.

Қўшимча қиймат солиғи (КҚС):

$$H_t^{КҚС} = \Pi_t^{тушум} \frac{\mu_{КҚС}}{100}; \quad (16)$$

t йил давомида сотишдан олинадиган солиқ:

$$H_t^{сотиш} = \Pi_t^{тушум} \frac{\mu_{сотиш}}{100}; \quad (17)$$

Мулк солиғи:

$$C_t^{баланс} = C_{t-1}^{баланс} + \sum_{t=t_{куруш.бош.}}^{t_{куруш.туғаш.}} K_t (1 + \frac{\epsilon_{инф}}{100})^{t-t_{куруш.бош.}} - \sum_{t=t_{куруш.бош.}}^t I_t^{амор.} + V_t^{кредит} + V_t^{кредит.коп.}; \quad (18)$$

$$H_t^{мулк} = C_t^{баланс} \frac{\mu_{мулк}}{100}; \quad (19)$$

t йил давомидаги ер солиғи:

$$H_t^{ер} = S_{ер} \mu_{ер} (1 + \frac{\epsilon_{инф}}{100})^{t-t_{куруш.бош.}}; \quad (20)$$

$S_{ер}$ – микро электр тармоқ учун ажратилган ер майдо-ни, га; $\mu_{ер}$ – ер солиғи ставкаси, сўм/га.

Йил давомидаги даромад:

$$\Pi_t^{даромад} = \Pi_t^{тушум} - H_t^{сотиш} - I_t^{инф.}; \quad (21)$$

Даромад солиғи:

$$H_t^{даромад} = \Pi_t^{даромад} (1 + \mu_{худуд.})/100; \quad (22)$$

ҚТЭ манбалари асосидаги микро электр тармоқдан олинадиган соф фойда:

$$\Pi_t^{соф} = \Pi_t^{сол.ун қадар} - H_t^{даромад}; \quad (23)$$

Микро электр тармоқнинг ликвидацион қиймати сўнгги йил учун ҳисобланади:

$$L_t = \sum_{t=t_{куруш.бош.}}^{T_{хис.}+t_{куруш.бош.}} K_t (1 + \frac{\epsilon_{инф}}{100})^{t-t_{куруш.бош.}} - \sum_{t=t_{куруш.бош.}}^{T_{хис.}+t_{куруш.бош.}} I_t^{амор.} (1 + \frac{\epsilon_{инф}}{100})^{t-t_{куруш.бош.}}; \quad (24)$$

Микро электр тармоқнинг ўзини оқлаш (харажатларни қоплаш) муддати:

$$\sum_{t=t_{куруш.бош.}}^{T_{хис.}} (\Pi_t^{соф} + I_t^{амор.} + L_t - K_t^{инф} - V_t^{кредит} - V_t^{коп.кредит}) (1 + \frac{\epsilon_{даромад}}{100})^{t-t_{куруш.бош.}} - t \quad (25)$$

Микро электр тармоқ учун соф дисконтланган даромад (ЧДД):

$$ЧДД_{мэт} = \sum_{t=t_{куруш.бош.}}^{T_{хис.}+t_{куруш.бош.}} (\Pi_t^{соф} + I_t^{амор.} + L_t - K_t^{инф}) (1 + \frac{\epsilon_{даромад}}{100})^{t-t_{куруш.бош.}} - t; \quad (26)$$

$$ВНД_{мэт} = \sum_{t=t_{куруш.бош.}}^{T_{хис.}+t_{куруш.бош.}} (\Pi_t^{соф} + I_t^{амор.} + L_t - K_t^{инф}) (1 + \frac{ВНД_{мэт}}{100})^{t-t_{куруш.бош.}} - t; \quad (27)$$

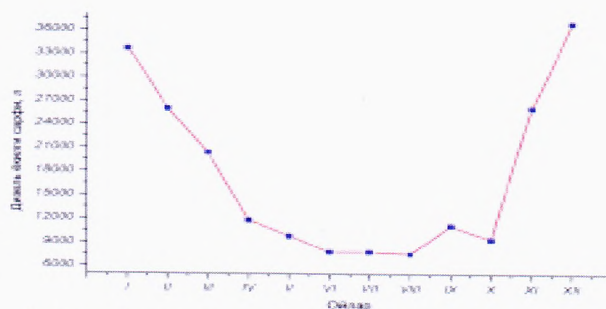
Микро электр тармоқни куриш самарадор бўлиши учун: $ВНД > ЧДД$ – тах га, $T_{хис} = 0$ га интилиши керак [3].

Микро электр тармоқларни иқтисодий жиҳатдан самарадорлигини баҳолаш, ўз навбатида, истеъмолчи ҳам боғлиқдир. Яъни, истеъмолчи жойлашган ҳудуддаги ҚТЭ манбаларининг потенциали ва истеъмолчининг сутканинг қайси вақтларида қанча миқдорда электр энергия истеъмол қилиши лойиҳани техник-иқтисодий жиҳатдан самарадорлигини белгилашда катта аҳамият касб этади. Ҳозирги кунда, истеъмолчининг юклама графигини аниқлаш бўйича бир нечта усуллар мавжуд. Биринчи усул – бу белгиланган истеъмолчи учун маълум бир мuddат давомида юкламалар ўзгаришини ўлчаш (статистик қийматларни тўплаш), иккинчи усул эса, экспертлар баҳолашига (сўровномаларга) асосланган. Ҳар бир усул ўзининг афзалликлари ва камчиликларига эга [4].

Биринчи усулда кўп вақт ва меҳнат талаб этади. Яъни, йил давомида қўзланган объектдаги электр энергия истеъмолини ўлчаб бориш ва олинган натижаларни таҳлил этиш талаб этилади. Иккинчи усулда кам вақт талаб этилади. Бирок, олинган натижада хатолик юкори даражада бўлиши мумкин.

[5] да кам сонли тажрибалар асосида электр истеъмоли графикларини олиш учун услуб келтирилган. Бу усул бир тасодифий ўзгарувчини бошқасига камайтиришга асосланган эди.

Мисол тариқасида, Наманган вилояти Уйчи туманидаги ШФК фидерига уланган электр истеъмочиларни ҚТЭ манбалари асосидаги микро электр тармоқ сифатида кўриб чиқилди.



4-расм. Электр энергия ишлаб чиқариш учун йил давомида сарфланадиган дизель ёқилғиси сарфи, л.



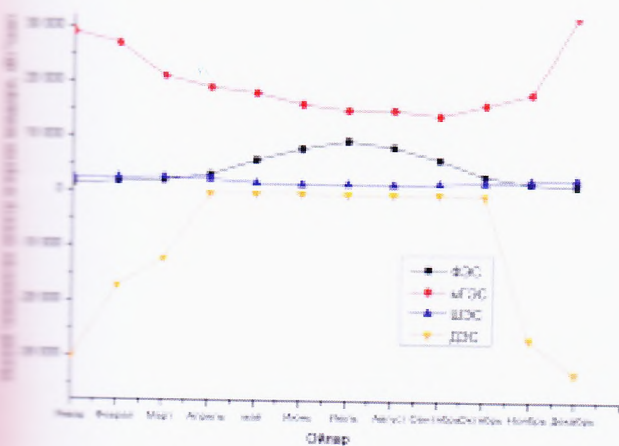
2-расм. 10 кВли ШФК электр тармоғидаги сутка давомида актив қувватнинг ўзгариши (— қишқи юклама; ——— ёзги юклама).

Микро электр тармоқнинг техник-иқтисодий тавсифладини ҳисоблаш. Ушбу микро электр тармоқда электр энергия манбалари сифатида 4 хилдаги электр станциялардан фойдаланилган: 1. Фотоэлектрик станция (ФЭС). 2. Шамол электр станцияси (ШЭС). 3. Микрогидроэлектр станция (МГЭС). 4. Дизели электр станция.

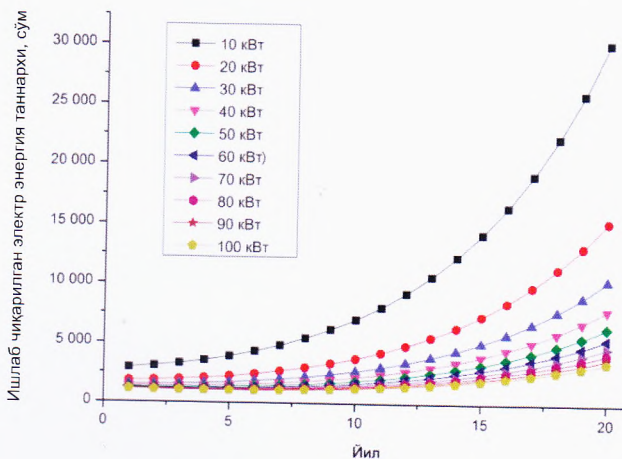
Таълаб олинган электр станциялар йил давомида ўртача кўриладиган миқдорда электр энергия ишлаб чиқаради.

Метрологик маълумотларга кўра, йил давомида шундай вақтлар борки, ШЭС (ёки ФЭС) тўлиқ юкламани қоплай олмайди. Бундай вақтларда қиммат бўлишига қарамадан, электр таъминоти тизими ишончилигини ошириш учун аккумулятор батареяларини талаб этилади. Бирок, аккумулятор батареялари таннархи қимматлиги боис, улардан фойдаланмасликни тақозо этади.

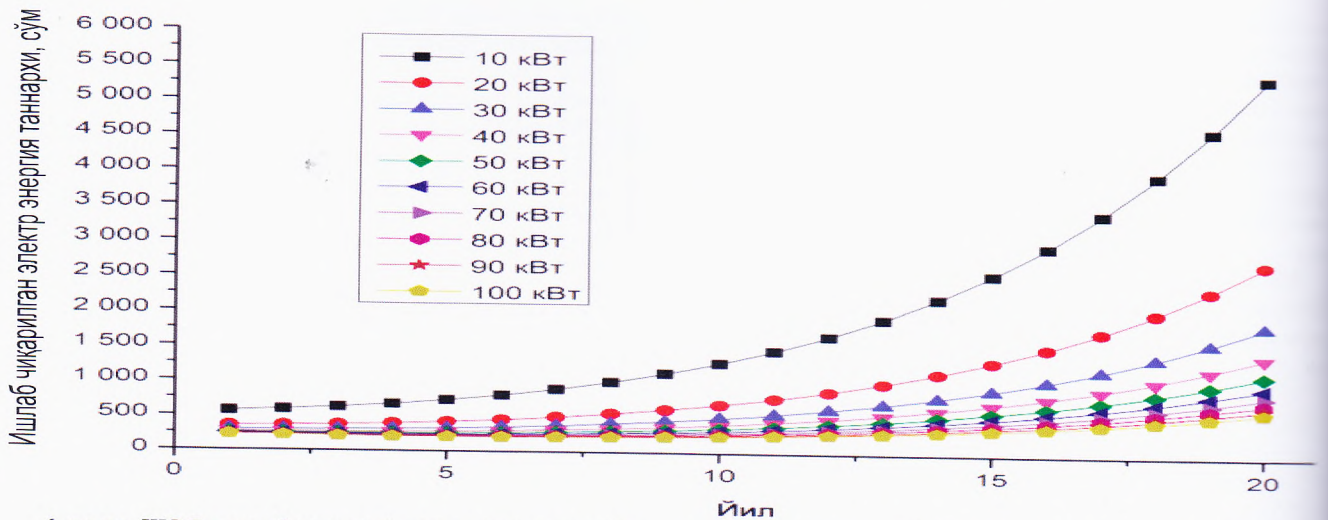
ШФК электр тармоғидаги юклама ДЭС орқали таъминланадиган бўлса, йилига ўртача 208 397, 87 литр дизель ёқилғиси истеъмол қилинади.



3-расм. Микро электр тармоқдаги электр энергия манбалари ишлаб чиқарадиган йиллик ўртача электр энергия миқдори, кВт.с.



5-расм. ФЭС ишлаб чиқараётган электр энергиянинг таннархининг унинг қувватига боғлиқлик графиги.



6-расм. ШЭС ишлаб чиқараётган электр энергиянинг таннархининг унинг қувватига боғлиқлик графиги.

Микро электр тармоқдаги электр энергия истеъмолчилари бозор муносабатларининг ривожланиши билан ишлаб чиқарилаётган электр энергиянинг сифат кўрсаткичларидан ташқари, унинг таннархига ҳам алоҳида эътибор қаратилади. Шу мақсадда, ўрнатилган қувватлари қиймати бир хил бўлган электр энергия манбалари томонидан ишлаб чиқарилаётган электр энергия таннархи 1-жадвалда келтириб ўтилган.

1-жадвал.

Микро электр тармоқда ишлаб чиқариладиган 1 кВт·соат электр энергиянинг таннархи.

гетика тизимида дифференциал тарифларни амалиётга жорий этиш орқали қутилиётган фойда ҳажми яна ҳам ортиши мумкин.

Танлаб олинган ҳудуд учун олиб борилган ҳисоблаш натижаларига қўра, микро электр тармоқда энг арзон таннархли электр энергия манбаси МГЭС, энг қимматли эса ШЭСлиги аниқланди.

Агарда ушбу электр тармоғи тўлиқ ҚТЭ манбалари асосида таъминланадиган бўлса, 20 йил мобайнида ўртача 11,174 т (CO₂), 30,0 кг (CH₄) ва 60,08 кг (N₂O) каби зарарли газларнинг атроф муҳитга чиқишининг олди олинади.

№	Микро электр тармоқдаги электр энергия манбалари	Ўрнатилган қуввати, кВт	Йил давомида ўртача ишлаб чиқарилган электр энергия кВт·соат/йил	1 кВт·соат электр энергиянинг таннархи (сўм)	
				1 нафар ишчи кучи ҳисобга олинган	1 нафар ишчи кучи ҳисобга олинмаган
1.	Микро ГЭС	50	240 000	108,05	47,78
2.	ШЭС	50	25 000	2974,37	2356,61
3.	ФЭС	50	52 000	1051,2	753,9
4.	ДЭС	50	75 350	288,5	79,4

Ҳисоблашлар услубида ҚТЭ манбаларининг таннархи қимматлиги сабабли, уларни кредитга олиш имконияти, инфляция ва келгусида киритилиши мумкин бўлган солиқлар ҳам инobatта олинган.

Микро электр тармоқдаги ҚТЭ манбалари йилига ўртача 317,0 минг кВт·соат электр энергия ишлаб чиқарса, бу ҳозирги кундаги электр энергия нархига қўра йилига 95,1 млн. сўм бўлади. ҚТЭ манбаларининг умумий таннархи эса 1,2 млрд. сўмни ташкил этади. Агар электр қурилмаларга қўшимча харажатлар учун йилига 0,5% (~7 млн. сўм) маблағ ажратилса, у ҳолда йилига 28,186 млн. сўм миқдоридан фойда келтиради. Келгусида электр энер-

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. NAVIGANT CONSULTING. Microgrids Research Assessment. Phase 2 Final Report. Technical report, 2006.
2. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / под ред. С. С. Рокотьяна, И. М. Шапиро. 3-е изд., перераб. и доп. – М., 1985.
3. Экономика организаций (предприятий): учебник / под общ. ред. Горфинкеля В. Я., Швандара В. А. – М., 2006.
4. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. – М., Сельэнергопроект, 1981.
5. Таранов М.А., Воронин С.М. Правила проведения служебных величин. В сб.: Адаптивные технологии и технические средства в полеводстве и животноводстве. – Зеленоград: ВНИПТИМ-СХ, 2000. – С. 287-289.