

OUT 621.548 (81237)

MƏHBUB KAZIMOV

## MINİ HES-İN İNŞASINA ÇƏKİLƏN XƏRCLƏRİN VƏ ONLARIN İQTİSADI SƏMƏRƏLİLİKLƏRİNİN HESABLANMASI

*Məqalədə aparılan elmi tədqiqat işinin aktuallığı kiçik çayların və onların qollarının potensial enerjisindən elektrik enerjisi istehsal edilməsi üçün az maliyyə vəsaiti tələb edən, ekoloji cəhətdən təhlükəsiz, kiçik mini və mikro HES-in tikilməsi və istismarından ibarətdir.*

*Tədqiqatın məqsədi kiçik çayların və onların qollarının üzərində tikiləcək mini və mikro HES-in tikinti xərclərini, quraşdırılacaq və az xərc tələb edən mini və mikro HES-in illik istismarları zamanı iqtisadi səmərəliliklərini hesablamaq, Naxçıvan Muxtar Respublikasının ərazisində quraşdırılacaq mini və mikro HES-in istifadəsinə müsbət və mənfəi təsir göstərən amillər və şəraitin öyrənilməsindən ibarətdir.*

*Mini və mikro HES-in texniki və iqtisadi göstəricilərinin hesablanması və qiymətləndirilməsi, göstərir ki, kiçik energetikanın uğurlu inkişafı üçün Naxçıvan Muxtar Respublikasının ərazisi coğrafi və hidroloji xüsusiyyətlərə görə ayrı-ayrı perspektiv sahələrə malikdir və bu hesablamalarla öz təsdiqini tapır.*

*Hesablamalarla təsdiq olunmuşdur ki, uzaq, mürəkkəb coğrafi şəraitə malik ərazilərin enerji təchizatı problemi mini və mikro HES-in köməyi ilə uğurla həll oluna bilər. Mövcud iqtisadi şəraitdə uzaq, ucqar məsafədə yerləşən istehlakçıların enerji təchizatının mini və mikro HES-lər vasitəsi ilə həyata keçirilməsi digər mənbələr ilə müqayisədə ən sərfəlidir. Bu məqsədlə istehlakçını elektrik enerjisi ilə təmin etmək üçün mini və mikro HES-lərdə istehsal olunan elektrik enerjisinin maya dəyəri müəyyən edilərək iqtisadi hesablamalar aparılmışdır.*

**Açar sözlər:** *iqtisadi səmərəlilik, iqtisadi hesablamalar, mini və mikro HES, xərclər, tikinti, kiçik hidroenergetika.*

**Giriş.** Bu gün Naxçıvan Muxtar Respublikasının ərazisində hidroenergetikanın inkişafı üçün ən perspektivli coğrafi yer yüksək dağ yamaclarındakı çaylar və onların qolları olan ərazilərdir. Su axınının kifayət qədər təzyiqli və yüksək sürətlə malik olduğu, yaşayış yerlərinə yaxın olan ərazilərdə hidroenerji qurğularını yerləşdirilməsi, alınan elektrik enerjisinin istehlakçılara ötürülməsi zamanı itkilərin minimuma endirilməsini təmin edir.

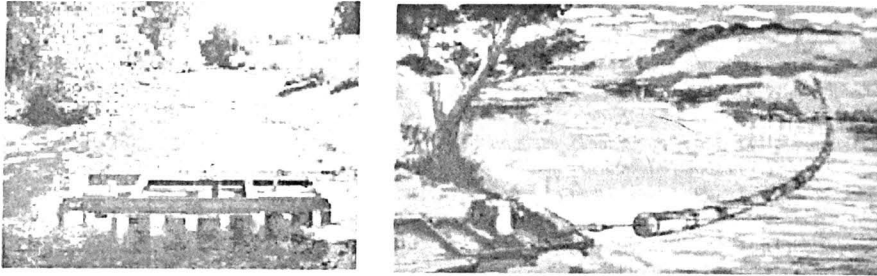
Naxçıvan MR-in yüksək dağlıq ərazilərində, dəniz səviyyəsindən 1500-2500 m yüksəklikdə kaskad şəkilli kiçik HES-lərin tikilməsi böyük maraq doğurur. Dağların sıldırım qayalarından, təbii halda, hündürlükdən şlalə şəklində tökülən suyun tökülmə zamanı su axınının sürətinin yüksək olması, kiçik HES-lə küllü miqdarda ucuz elektrik enerjisi almağa imkan verir. Kiçik HES-lər ətraf mühitə də müsbət təsir göstərilir. Məsələn, kiçik HES-lər ildə istilik elektrik stansiyası tərəfindən elektrik enerjisi istehsal edildikdə ətraf mühitə atılan karbon qazının qarşısını alırlar [7].

Hal-hazırda, çayların təbii axınından istifadə etməklə elektrik enerji əldə etməyə imkan verən turbinlər mövcuddurlar və bu turbinlər çaylarda asanlıqla quraşdırılırlar.

Hidroelektrik stansiyalarının üstünlükləri ondan ibarətdir ki, onlar ətraf mühiti çirkləndirmir, tükenməz enerji mənbəyindən istifadə edir və istismar üçün çox sadədir. Çünki su daim yenilənir, ənanəvi yanacağa tələbat olmur, HES-də istehsal olunan elektrik enerjisinin maya dəyəri aşağı olur və elektrik enerjisi istehsalı zamanı atmosfərə zərərli tullantılar atılır.

Naxçıvan MR-in dağlıq ərazilərində kiçik HES-lərin tikilməsi xeyli sərfəlidir və onların maya dəyərləri çox azdır. Naxçıvan MR-in ərazisində axan kiçik və orta güclü çaylardan böyük hidroelektrik stansiyaların istehsal etdiyi enerji qədər enerji almaq olar. Belə ki, Naxçıvan MR-in ərazisində yerləşən çayların tökülmə hündürlükləri və bucaqlarının kifayət qədər böyük, məcraları ensizdir. Aparılmış texniki-iqtisadi hesablamalara əsasən kiçik HES-in rentabelliklərinin 90-100%, kiçik kaskad HES-lərin rentabelliklərinin isə 150-200% olduğu müəyyən edilmişdir.

Bu çayların su sərfərinə əsasən hidrotexniki qurğuların ölçü və təsnifatlarını müəyyən etmək olar. Bu müasir qurğular tam avtomatlaşdırılmışlar və çox sadə üsulla idarə olunurlar. Bu qurğular həm müstəqil, həm də ümumi elektrik enerjisi sistemində qoşulmuş şəkildə işləyə bilirlər və işləmə müddətləri 40 ildən çoxdur (şəkil 1):



Şəkil 1. Zəncirvari SES-lər və mini hidrogeneratorlar.

Bu qurğularda alınan elektrik enerjisinin maya dəyəri istilik elektrik stansiyalarında istehsal olunan enerjidən 4 dəfə ucuz olur, əhəmiyyətli yanacaq alınmasını tələb etmir və onların istismar zamanı çox cüzi əmək sərf olunur [6].

Cədvəl 1-də Naxçıvan MR-in çaylarında istifadə olunmaq üçün, mini HES-lərin ən müasir variantları təklif edilir. Təklif etdiyimiz bu qurğular, kiçik təsərrüfatlarda, kiçik kənd təsərrüfatı müəssisələrində istehlakçı elektrik enerjisi ilə təmin etməyə imkan verirlər.

Cədvəl 1

Su sərfi (Q) m <sup>3</sup> /san	Suyun təzyiqi H, m											
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0.01-dək	0,3	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0
0.1-dək	3,5	7	10	14	21	28	35	42	49	56	63	70
1.0-dək	35	70	100	140	210	280	350	420	490	560	630	700
10.0-dək	350	700	1000	1400	2100	2400	3500	4200	4900	5600	6300	7000

**Ərazinin fiziki və coğrafi xüsusiyyətləri baxımından mini və mikro HES-in iqtisadi səmərəliliklərinin araşdırılması.** Hal-hazırda Naxçıvan Muxtar Respublikasının mərkəzləşdirilmiş enerji şəbəkələrindən uzaq, dağlıq ərazilərdəki istehlakçıların enerji təchizatları iqtisadi

cəhətdən səmərəli sayılmır və onların enerji təchizatının stasionar qurğularla həyata keçirilməsi məqsədəuyğun sayılır.

Stasionar enerji təchizatı mənbəyi kimi, kiçik HES-in köməyi ilə kiçik çayların və onların qollarının enerji ehtiyatlarından istifadə etmək olar. Kiçik HES-in uzaq, dağlıq ərazilərdəki istehlakçılar üçün enerji təchizatı mənbəyi kimi seçilməsi, obyektin mərkəzləşdirilmiş enerji şəbəkələrindən enerji ilə təchizatının alternativini sayılır.

Bazar iqtisadiyyatının inkişaf etməsi, hər hansı bir sahəyə investisiya qoyuluşunun bu sahəyə qoyulmuş investisiyanın gəlir gətirməsi ilə vəhdətini nəzərdə tutur. Əgər kiçik HES-ə kapital qoyuluşu investisiya prosesi kimi qəbul edilməzsə, kiçik HES-in inşası iqtisadi baxımdan zərərli ola bilər.

İstehlakçının uzaq, dağlıq ərazidə olması, istehlakçının mərkəzləşdirilmiş enerji sistemləri ilə təchizatının iqtisadi cəhətdən səmərəsiz olmasının əsas səbəblərindən biridir. Belə ki, elektrik xətlərinin uzunluğunun artması böyük itkilərə səbəb olur və istehlakçıya verilən elektrik enerjisinin maya dəyəri artır. Çünki elektrik xətlərinin istismarı, xətlərə texniki qulluq, onların amortizasiya xərcləri istehlakçıya verilən elektrik enerjisinin maya dəyərini artırır.

Kiçik HES-lə istehlakçı elektrik enerji ilə təmin edərkən uzun məsafəyə elektrik xətləri çəkilməsi tələb olunmur ki, bu da elektrik xətlərinin istismar xərclərini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və elektrik enerjisinin istehlakçıya ötürülməsi zamanı enerji itkiləri xeyli azalır. Buna görə də kiçik HES-in tikintisi zamanı istehlakçılara elektrik enerjisi ötürəcək elektrik xətinin uzunluğu nəzərə alınmalıdır. Beləliklə, uzaq, dağlıq ərazilərdə istehlakçıların kiçik HES-lər vasitəsi ilə enerji təchizatlarının texniki və iqtisadi göstəriciləri onların tikintisinə və elektrik xətlərinə çəkilən xərcləri nəzərə alınması ilə formalaşır.

**Kiçik HES-in tikilmə və istismarının iqtisadi göstəriciləri.** Su axınının gücü axan suyun sərfindən və təzyiqindən asılıdır [1]:

$$N = 9,81 Q \cdot H \eta_{hq}$$

Burada: Q – su sərfi, m<sup>3</sup>/san;

H – tökülmə suyun hündürlüyü;

$\eta_{hq}$  – hidroqurğunun FİƏ-dir,  $\eta_h = 0,8-0,9$ ;

Naxçıvan MR-in çaylarının hidroenerji ehtiyatları hesablanaraq Cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Kiçik HES-də istehsal edilmiş 1 kVtsaat elektrik enerjisinə çəkilən bütün xərclər investisiya adlanır. Kiçik HES tərəfindən istehsal olunan 1 kVtsaat elektrik enerjisinin maya dəyərinin tərkibinə bir illik enerji miqdarının istismar xərcləri daxil edilir.

Kiçik HES-in istifadəsinin iqtisadi məqsədəuyğunluğu, onların iqtisadi xüsusiyyətlərini mərkəzləşdirilmiş enerji təchizatı sisteminin xüsusiyyətləri ilə müqayisə etməklə müəyyən edilir. Bu məqsədlə uzaq, dağlıq ərazidə yerləşən, ümumi enerji sistemlərindən təcrid olunmuş istehlakçıların enerji ilə təmin edən mini və mikro HES-lər mobil dizel elektrik stansiyaları ilə müqayisə olunurlar.

Kiçik HES-in xərcləri texnoloji avadanlıq və tikinti-quraşdırma işlərinin xərclərindən ibarət olur. Əlavə xərclərin qarşısını almaq məqsədi ilə fərdi layihələrdə ümumi standart avadanlıqlardan istifadə edilməsinə üstünlük verilməlidir. Standart avadanlıqlardan istifadə edilməsi nəticəsində xərclər ümumi avadanlığın xərclərinin 10-50%-ə qədər azalır.

Cədvəl 2

Çayın adı	Suyun tökülmə hündürlüyündən asılı olaraq, çayın orta illik enerji ehtiyatı, $W_s$ (kVt·saat)			
	50 m	100 m	150 m	250 m
Naxçıvan çayı	1717	3433,5	5150,3	8584,0
Əlinca çayı	981	1962	2943,0	4905,0
Gilan çayı	2109,0	4218,3	6327,4	10546,0
Düyün çayı	1324,4	2648,7	3973,0	6622,0
Əylis çayı	1570,0	3139,2	4708,8	7848,0
Vənənd çayı	1520,5	3041,1	4561,7	7603,0
Ordubad çayı	1128,1	2256,3	3384,5	5640,8
Kükü çayı	1422,5	2845,0	4267,3	7112,3
Axura çayı	441,5	882,9	1324,3	2207,3
Parağa çayı	1520,5	3041,1	4561,7	7603,0
Ləkətəğ çayı	686,7	1373,4	2060,1	3433,5
Nəsirvaz çayı	539,5	1079,1	1619,0	2698,0
Sələsüz çayı	392	784,8	1177,2	1962,0
	15352,7	30705,4	46060,0	76764,9

Kiçik HES-in maya dəyəri müəyyən edilərkən onların tikilməsinə çəkilən bütün xərclər nəzərə alınır:

$$C_{khes} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6$$

Burada:  $C_1$  – kiçik HES- in tikinti xərcləri;

$C_2$  – kiçik HES- in əsas avadanlığının qiyməti;

$C_3$  – əlavə elektrik avadanlığının qiyməti;

$C_4$  – digər avadanlığın qiyməti;

$C_5$  – tədqiqat-layihə işlərinin qiyməti;

$C_6$  – tikinti zamanı xərclərin artması.

Adətən kiçik HES-in inşası zamanı əsas avadanlıqların dəyəri ümumi tikinti xərclərinin 25%-ni təşkil edir. Ancaq nəzərə almaq lazımdır ki, hər bir regionda tikinti-quraşdırma işləri üçün müxtəlif qiymətlər tətbiq olunurlar [4].

Kiçik HES-in illik ümumi xərcləri ( $I$ ) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$I = \sum_{i=1}^n EK$$

Burada:  $E$  – amortizasiya və cari təmir xərcləri. Kiçik HES-lər üçün kapital qoyuluşunun 2...6%-i qədər olur.

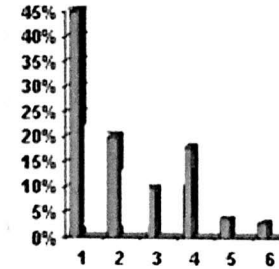
Aşağıdakı qrafikdə kiçik HES-in inşası xərclərinin paylanması göstərilmişdir (şəkil 2):

Kiçik HES-in turbini tərəfindən istehsal olunan elektrik enerjisinin ( $E$ ) miqdarı aşağıdakı düsturla hesablanır [5]:

$$E = NT \quad (\text{kVt·saat})$$

Burada:  $T$  – hidroqurğunun iş vaxtıdır;

$N$  – hidroturbinin gücüdür.



1 – tikinti xərcləri; 2 – tədqiqat-layihə işləri; 3 – digər xərclər; 4 – turbini və generator;  
5 – əlavə elektrik avadanlığı; 6 – digər xərclər.  
Şəkil 2. Kiçik HES-in inşası edilən xərcləri.

Əgər istehlakçı elektrik enerjisinin bir hissəsini ( $W_1$ ) kiçik HES-dən, çatışmayan hissəsini ( $W_2$ ) mərkəzləşdirilmiş elektrik şəbəkəsindən alırsa, kiçik HES-in tikinti xərcləri ( $X$ ) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$X = C W_1 + E_s K + I \quad \text{man./il}$$

Burada:  $K$  – kiçik HES-in inşası edilən xərcləri – (man.);

$I$  – kiçik HES-in illik istismar xərcləri – (man / il);

$E_s$  – kapital qoyuluşunun səmərəlilik əmsalı, Kiçik HES-lər üçün –  $E_s = 0,08$ .

$C$  – elektrik enerjisinin çatmayan hissəsinin qiyməti, (man.);

$W_1$  – kiçik HES-də istehsal olunan elektrik enerjisinin miqdarı, (kVt·saat).

Kiçik HES-in istehlakçıya verdiyi 1 kVt·saat elektrik enerjisinin orta qiymətini hesablayarkən kiçik HES-in bütün illik xərclər nəzərə alınmalıdır. Belə ki, kiçik HES-in gücündən asılı olaraq onun cari təmiri və texniki xidmət xərcləri aşağıdakı kimi artır:

– hidrotexniki qurğular və elektrik ötürücü xətləri, balans dəyərinin – 2%;

– avadanlıqlar və ehtiyat hissələri, balans dəyərinin – 1%;

– qurğular və elektrik ötürücü xətlərinin amortizasiyası, balans dəyərinin – 3,4%;

Kiçik HES tərəfindən istehsal olunan 1 kVt·saat elektrik enerjisinin dəyəri [3]:

$$C = C_r + C_{eox} + C_{eh} + C_a$$

Burada:  $C$  – istehsal olunan 1 kVt·saat elektrik enerjisinin qiyməti;

$C_r$  – hidroqurğunun təmirinin qiyməti;

$C_{eox}$  – elektrik ötürücü xəttin təmirinin qiyməti;

$C_{eh}$  – ehtiyat hissələrinin qiyməti;

$C_a$  – amortizasiya xərcləri.

Kiçik HES-dən istehlakçıya ötürülən elektrik enerjisinin maya dəyəri elektrik ötürücü xətlərin məsafəsi və növündən asılı olaraq müəyyənləşdirilir. Elektrik ötürücü xətlərinə kapital qoyuluşu aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$X = P_s K + I$$

Burada:  $P_s$  – kapital qoyuluşunun səmərəlilik əmsalı,  $P_s = 0,15$ ;

K – elektrik ötürücü xəttinə kapital qoyuluşu;

I – elektrik ötürücü xəttinin illik istismar xərci, (man./il);

Naxçıvan Muxtar Respublikasında tikilmələri təklif olunan ekoloji cəhətdən təmiz HES-in üstünlükləri ondan ibarətdir ki, onlar ətraf mühiti çirkəndirmirlər, tükənməz enerji mənbəyindən istifadə edirlər və istismar üçün çox sadədir. Çünki su daim yenilənir, ənənəvi yanacaq tələbat olmur, istehsal olunan elektrik enerjisinin maya dəyəri cüzi olur və elektrik enerjisi istehsalı zamanı atmosferə zərərli tullantılar atılmır [2].

#### Nəticələr.

1. Naxçıvan MR-in kiçik su axınlarının hidroqrafik xüsusiyyətləri və onların hidroenerji ehtiyatları uzaq dağlıq ərazilərdə olan istehlakçıları sabit elektrik enerjisi ilə təmin etməyə imkan yaradır.

2. Naxçıvan MR-də kiçik hidroenergetikanın müvəffəqiyyətli inkişafı iqtisadi cəhətdən faydalı və ekoloji cəhətdən təhlükəsiz, müasir mini və mikro HES-in tətbiqi ilə mümkündür. Bu planların həyata keçirilməsi üçün regionun iqtisadiyyatını mini və mikro HES-in istifadəsinə yönəltmək lazımdır.

3. İqtisadi əsaslarla istehlakçıların mini və mikro HES-in və mərkəzləşdirilmiş enerji mənbəyindən enerji ilə təchizatları müqayisə edilmiş və enerji istifadəçilərinin bu enerji mənbələrindən təchiz edilmələrinin məqsədə uyğunluğu və ya uyğunsuzluğu müəyyən edilmişdir.

4. İqtisadi hesablamalar uzaq, dağlıq ərazilərdə mini və mikro HES-in quraşdırılmasının xeyli sərfəli olduğunu, onların maya dəyərlərinin çox az olduğunu, istehlakçıların mini və mikro HES-dən əldə etdikləri elektrik enerjisinin maya dəyərinin daha aşağı olduğunu göstərir.[1].

#### ƏDƏBİYYAT

1. Асарин А.Е., Бестужева К.Н. Водно-энергетические расчеты. Москва, 1996.
2. Бржизянский С.З. Экологические проблемы при развитии гидроэнергетики // Энергетическое строительство, 1998, № 6, с. 2-5.
3. Бычков Н.М., Горелов В.П., Горелов С.В., Качанов А.Н., Гидроагрегат для выработки энергии на малых реках. Казахстан, Павлодар: Гос. ун-т, 1999, № 1, с. 32-37.
4. Карелин В.Я., Волшанник В.В. Сооружения и оборудования малых ГЭС, М., 1996.
5. Михайлов Л.П. Малая гидроэнергетика. Москва: Энергоатомиздат, 2009.
6. Малик Л.К. ГЭС на малых реках. Достоинства и недостатки. М., 2003, № 1, с. 55-62.
7. Eminov Z.N. Coğrafiya. Bakı, 2004, s. 652.

AMEA Naxçıvan Bölməsi

E-mail: mahbukkazimov@yahoo.com

Məhbub Kazimov

#### BUILDING COSTS OF MINI-HYDROPOWER PLANTS AND CALCULATION OF THEIR EFFECTIVENESS

The urgency of the scientific research work carried out in the article consists of the construction and operation of small mini and micro hydroelectric power plants which require little financial means, environmentally safe for the production of electricity from the potential energy of small rivers and their tributaries.

The aim of the study is to calculate the construction cost of mini and micro hydroelectric power plants to be built on small rivers and their tributaries, their economic efficiency during the annual operation of mini and micro hydroelectric power plants to be installed and low cost and to study the factors and conditions that have a positive and negative impact on the use of mini and micro hydroelectric power plants to be installed in the territory of Nakhchivan Autonomous Republic.

The calculation and assessment of the technical and economic indicators of the mini and micro hydroelectric power plants show that for the successful development of small power engineering, the territory of Nakhchivan Autonomous Republic has different geographical and hydrological characteristics, which is confirmed by calculations.

The calculations confirm that the problem of power supply of remote and complex geographical areas can be successfully solved with the help of mini and micro hydroelectric power plants. In the current economic conditions, the implementation of power supply of remote consumers through mini and micro hydroelectric power plants is the most profitable compared to other sources. To this end, economic calculations were carried out to determine the cost of electricity produced by mini and micro hydroelectric power plants to provide consumers with electricity.

**Keywords:** economic efficiency, economic calculations, mini and micro hydroelectric power plants, costs, construction, small hydropower.

Махбуб Казимов

#### СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА МИНИ-ГЭС И РАСЧЕТ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

В статье показаны актуальность научных исследований при строительстве и эксплуатации мало затратных, а также экологически менее опасных, малых и микро-ГЭС для выработки электроэнергии потенциальной энергии небольших рек и потоков.

Целью исследования было рассчитать стоимость строительства мини и микро-ГЭС на малых реках и их притоках, рассчитать экономическую эффективность установки и обслуживания мини- и микро-ГЭС, изучение факторов и условий, которые будут положительно и отрицательно влиять на их использование.

Расчет и оценка технико-экономических показателей мини- и микро-ГЭС показывают, что для успешного развития малой энергетики в Нахчыванской Автономной Республике имеются перспективные географические и гидрологические возможности.