

**UOT 556.048****HİDROTEKNİKİ QURĞULARI LAYİHƏLƏNDİRMƏK ÜÇÜN AXIM  
XARAKTERİSTİKALARININ ÖTMƏ EHTİMALININ TƏYİNİ  
METODLARI****F.A.İMANOV, A.A.QULİYEVA, R.F. RƏCƏBOV, A.A.NURİYEV***Bakı Dövlət Universiteti**farda@azdata.net, rajabov\_r\_f@mail.ru, anar\_nuri@yahoo.com*

*Məqalə hidrotexniki qurğular layihələndirildikdə çay axımının əsas xarakteristikalarının hesabi qiymətlərini təyin etmək üçün təkrarlanma dövrünün təyini üsullarının təhlilinə həsr olunmuşdur. Qərb ölkələrində və hazırda MDB məkanında istifadə olunan yanaşmaların müqayisəli təhlili verilmiş, onların oxşar və fərqli cəhətləri təhlil edilmişdir.*

**Açar sözlər:** çay axımı, hidrotexniki qurğu, hesabi qiymət, təkrarlanma dövrü, ötmə ehtimalı.

Su ehtiyatlarının planlaşdırılması və idarə olunmasının iki əsas məqsədi var. Bunlardan biri suya nəzarətdir: daşqınlara, gətirmələrə, suyun çirklənməsinə nəzarət və s. O biri isə sudan sənayedə, kənd təsərrüfatında, energetikada və s. istifadə ilə əlaqədardır. Hər iki halda hidroloqun vəzifəsi eynidir: axımın hesabi kəmiyyəti və ekoloji axımın təyini.

Bu iki hal arasında fərq ondan ibarətdir ki, hidroloji hesablamalar suya nəzarət məqsədilə yerinə yetirildikdə adətən qısa davamiyyətə malik hidroloji hadisələrə baxılır. Daşqının ani maksimal su sərfi, quraq dövrdə minimal su sərləri bunlara misal ola bilər. Lakin sudan istifadə məsələlərinə baxıldıqda bütöv ili əhatə edən dövr üçün hidroqraf təhlil olunmalıdır. Hidrotexniki qurğular, su təchizatı və irriqasiya sistemləri layihələndirildikdə axımın hesabi kəmiyyəti iki əsas amil - tələb olunan maliyyə vəsaiti və təhlükəsizlik nəzərə alınmaqla təyin olunur.

İstənilən axım xarakteristikasının (minimal, maksimal, illik və s.) ən kiçik qiyməti sıfıra bərabər qəbul oluna bilər. Ən böyük qiymət isə əslində məlum deyil, lakin praktik məqsədlər üçün o, qiymətləndirilə bilər. Bu qiymət baxılan ərazidə müvafiq hidroloji hadisənin mümkün ən böyük qiyməti kimi təyin edilir. Bunun üçün keyfiyyətli müşahidə məlumatları tələb olunur. Axımın ən böyük qiymətinin təyinindəki qeyri-müəyyənliklər məlumatların etibarlılığından, texniki imkanlardan və yerinə yetirilmiş analizin dəqiqliyindən

asılıdır. Hidroloji hesablamalar təcrübəsindən məlumdur ki, bəzən hidrotexniki qurğunun istismar mərhələsində axımın müşahidə olunmuş kəmiyyəti əvvəllər təyin olunmuş hesabi maksimal su sərfini ötür.

Axımın ən böyük qiymətinin təyini praktikada geniş istifadə olunan mümkün maksimal yağıntılar və onlara uyğun mümkün maksimal su sərfələri arasındakı əlaqəyə əsaslanır. Ümumdünya Meteorologiya Təşkilatı mümkün maksimal yağıntıları “baxılan hövzədə verilən davamiyyətli yağıntının fiziki limitinə yaxın kəmiyyət” kimi təyin olunmasını təklif edir (Руководство..., 1994). Bütün dünya üzrə yerinə yetirilmiş müşahidə məlumatlarının təhlili nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, mümkün maksimal yağıntılar 500 milyon ildə bir dəfə təkrarlana bilər. Bu isə o deməkdir ki, təkrarlanma faktoru təqribən 20-yə bərabərdir.

Sutkaliq atmosfer yağıntıları üzərində müşahidə məlumatları olduqda tələb olunan (hesabi) davamiyyətli (5 dəq, 1, 6 və 24 saat) ən böyük mümkün yağış layını ( $P_{\max}$ ) hesablamaq üçün Herşfildin (Hershfield, 1965) təklif etdiyi statistik metoddan istifadə oluna bilər (Руководство..., 1994):

$$P_{\max} = \bar{P} + k\sigma_p \quad (1)$$

burada  $\bar{P}$  -yağış layı sırasının orta qiyməti;  $\sigma_p$  -sıranın orta kvadratik meyletməsi;  $k$  -əmsəldir və 1-20 arasında qiymətlər alır.

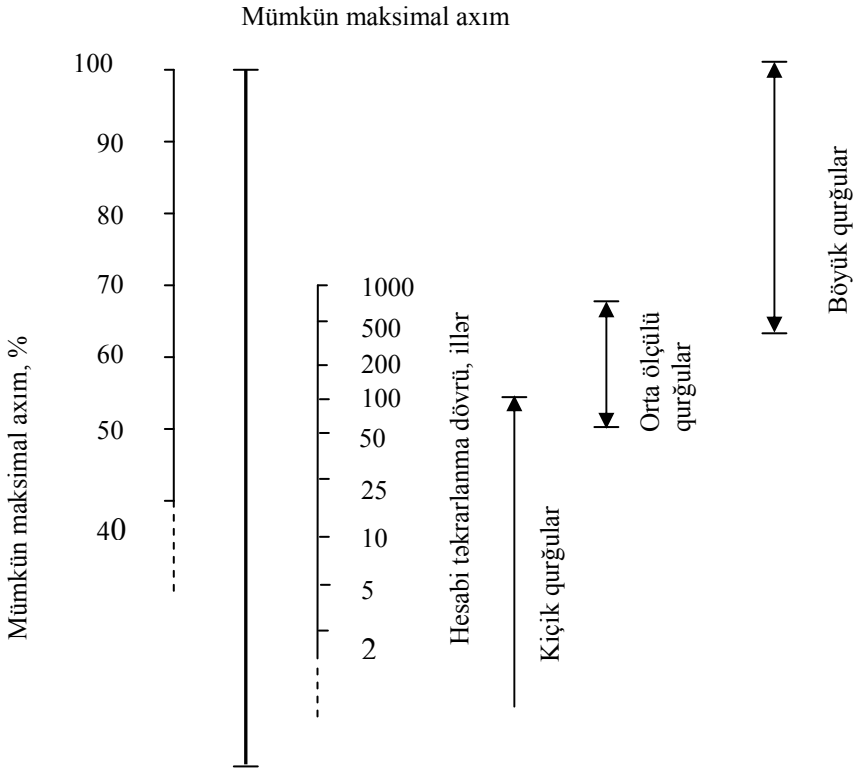
Müşahidə məlumatları olduqda ABŞ və bir sıra başqa ölkələrdə bu metod başlıca olaraq nəzarət məqsədilə istifadə olunur.

Axımın hesabi kəmiyyətinin mümkün maksimal yağıntılara görə təyini deterministik xarakter daşıyır və bu yolla hesablanmış qiymətin ehtimalı (təminatı) məlum deyil. Bu səbəbdən kiçik və orta ölçülü su təsərrüfatı sistemləri layihələndirildikdə ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistikaya əsaslanan yanaşma geniş tətbiq olunur. Belə layihələrdə istifadə olunan axım xarakteristikalarının kəmiyyəti nisbətən kiçik, hesabi qiymət isə müşahidə olunmuş ən böyük qiymətə yaxın olur. Müşahidə məlumatları kifayət qədər olduqda axımın hesabi qiyməti paylanma funksiyasına görə təyin oluna bilər.

Deterministik yanaşma ilə müqayisədə ehtimal nəzəriyyəsinə əsaslanan yanaşmada subyektivlik daha az, nəzəri əsaslandırma isə daha güclüdür.

Əhali sıx məskunlaşan ərazilərdə daşqına nəzarət sistemi layihələndirildikdə axımın hesabi kəmiyyətinin mümkün qədər ən böyük qiymətə görə təyini çox yaxşı əsaslandırılmalıdır. Əhali seyrək məskunlaşan ərazilərdə daşqına nəzarət sisteminin sıradan çıxması nəticəsində iqtisadiyyata vurulan ziyan az olduğundan, layihədə axımın hesabi kəmiyyətinin nisbətən kiçik qiymətindən istifadə oluna bilər.

Hidroloji hesablamaların mövcud təcrübəsinə əsaslanaraq ABŞ-da suya nəzarət qurğularını layihələndirmək üçün ümumiləşdirilmiş meyarlar işlənmişdir (şəkil 1, National Academy of Sciences, 1983).



Şəkil 1. Hesabi maksimal su sərfələrinin təkrarlanma dövrləri.

Qəzaların mümkün fəsadlarını nəzərə alaraq belə qurğular üç qrupa bölünür: kiçik, orta və böyük ölçülü qurğular. Kiçik bəndlərin hündürlüyü 25-40 fut (1 fut=0.3048metr), orta bəndlərinki 40-100 fut və böyük bəndlərinki isə 100 futdan artıqdır.

Böyük ölçülü qurğular dağıldıqda insan tələfatı ola bilər və iqtisadiyyata külli miqdarda maddi ziyan vurula bilər. Əgər, qurğu dağıldıqda əhali arasında itki çox az, maddi ziyan isə qurğu sahibinin maddi imkanları çərçivəsində olarsa, belə qurğu orta ölçülü qurğu hesab olunur. Kiçik ölçülü qurğu dağıldıqda, adətən insan tələfatı baş vermir və qurğunun yeri dəyişdirilir və ya o təmir olunur.

Yuxarıda baxılan yanaşma başlıca olaraq daşqınlara nəzarət sistemi hesablandıqda tətbiq olunur. Sudan istifadə layihələri (əhali və kənd təsərrüfatının su təchizatı) işləndikdə hidroloji hesablamaların xarakteri oxşardır. Əsas fərq ondan ibarətdir ki, bu halda layihələndirilən irriqasiya və su təchizatı sistemlərinin istismar müddətində potensial problemlər su çatışmazlığı ilə əlaqədardır. Bir neçə ay davam edən quraq dövr (hidroloji quraqlıq) bəzən bir neçə ardıcıl il ərzində müşahidə olunur. Buna görə də azsulu dövr axımının böhran kəmiyyətini

müəyyən etmək və bu məqsədlə təkrarlanma (tezlik) analizinin tətbiqi bir sıra çətinliklərlə müşayiət olunur. Bu çətinliyi aradan qaldırmaq üçün hesablamalar ən quraq ilin su sərfələri nəzərə alınmaqla yerinə yetirilir. Bəzən isə müşahidə sıraları riyazi modelləşdirmə yolu ilə (məsələn, Monte-Karlo metodunun tətbiqi ilə) uzadılır və sonra axımın hesabi qiyməti təyin olunur.

Daşqınlara nəzarət və ya su təchizatı sistemləri layihələndirildikdə su sərfi və ya suyun səviyyəsi haqqında məlumatlar tələb olunur. Lakin çayların ekoloji axımı hesablandıqda əlavə olaraq suyun keyfiyyət göstəriciləri (temperaturu, bulanıqlığı və s.) də nəzərə alınmalıdır. Beləliklə, hidroloji hesablamalar zamanı həm ekstremal axım xarakteristikalarının (maksimal və minimal axım), həm də ekoloji axımın kəmiyyətini qiymətləndirmək üçün mövcud tələbləri ödəyən meyarlar (məsələn, təminatlar) mümkün qədər dəqiq müəyyən olunmalıdır.

HidroTexniki qurğular layihələndirildikdə hidroloji xarakteristikaların ötmə (aşma) ehtimalını təyin etmək üçün üç əsas yanaşmadan istifadə olunur:

- Empirik yanaşma;
- Risk analizi;
- Hidroiqtisadi analiz.

**Empirik yanaşma.** XX əsrin əvvəllərində ABŞ və Qərbi ölkələrində maksimal su sərfələri hesablandıqda layihənin vacibliyindən asılı olaraq müşahidə olunmuş maksimal sərfə onun 50%-dən 100%-ə qədəri əlavə olunurdu. Həmin dövrdə müşahidə illərinin sayı az idi və nadir hallarda 25 ili ötürdü. 1935-ci ildə ABŞ-ın Nebraska ştatında Republikan çayında (Republican River) qeydə alınan maksimal su sərfi əvvəlki 40 ildə müşahidə olunmuş müvafiq su sərfini 10 dəfəyə yaxın ötdü. Tez-tez müşahidə olunan belə hadisələr empirik yanaşmanın təkmilləşməsinin vacibliyini göstərdi.

Artıq XX əsrin 30-cu illərindən başlayaraq hidroloji hesablamalarda ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistikanın metodları tətbiq olunmağa başlandı.

Hidrometeoroloji kəmiyyətin ötmə ehtimalı (empirik təminatı) vahidin hissəsi və ya faizlə ifadə olunur və onun ekvivalenti təkrarlanma dövrüdür. Belə ki, ötmə ehtimalı,  $P$ , və təkrarlanma dövrü,  $T$ , arasındakı asılılıqdan istifadə edərək, onlardan biri verildikdə, o birini asanlıqla hesablamaq olar:

$$P \leq 50\% \text{ olduqda, } T = \frac{100}{P}, \quad (2)$$

$$P > 50\% \text{ olduqda, } T = \frac{100}{100 - P}. \quad (3)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, keçmiş SSRİ-də, hazırda Azərbaycanda və Rusiyada su sərfinin təkrarlanma dövrü ilə müqayisədə onun təminatlı qiyməti terminindən daha geniş istifadə olunur. Məsələn, Azərbaycan şəraitində layihə tapşırığı belə qoyula bilər: çayın verilmiş müşahidə məntəqəsində 5% təminatlı maksimal su sərfini hesablayın. Eyni tapşırıq Qərbi ölkələrində belə ifadə olunur: çayın verilmiş məntəqəsində təkrarlanma dövrü 20 ildə 1 dəfə olunan maksimal su sərfini təyin edin.

ABŞ-da daşqına nəzarət sistemi təkrarlanma dövrü 50 il olan daşqın hadisəsinə görə, yaşayış məntəqələri və hava limanlarından yağış sularını kənarlaşdıran sistem isə təkrarlanma dövrü 10 il olan leysana görə layihələndirilir. Rusiyada IV sinif hidrotexniki qurğular layihələndirildikdə hesabi ehtimal 1% qəbul olunur ( $P=1\%$  və ya  $P=0.01$  və ya  $T=100$  il).

Qərbi ölkələrində daşqınların maksimal su sərfələrinin öyrənilməsində ötmə ehtimalı (empirik təminat) termini ilə yanaşı, gözlənilən ehtimal anlayışından da istifadə olunur. Gözlənilən ehtimal eyni uzunluğa malik çoxsaylı müşahidə sıralarının verilmiş təkrarlanmaya uyğun bütün mümkün qiymətlərinin həqiqi ötmə ehtimallarının ədədi ortasına deyilir (Chow et al., 1988). Maksimal su sərfəsinin hər hansı bir müşahidə sırasına görə hesablanmış kəmiyyəti, təqribən bütün mümkün qiymətlərin medianına uyğundur. Bu isə o deməkdir ki, maksimal su sərfəsinin həqiqi qiymətinin hesablanmış qiymətdən böyük və ya kiçik olma ehtimalı eynidir. Maksimal su sərfələrinin ehtimalının paylanması müsbət asimmetriyalı olduğundan, çoxsaylı sıralara görə hesablanmış su sərfəsinin orta qiyməti median qiymətdən böyükdür. Sıranın orta kəmiyyəti və median qiymətləri arasındakı bu fərq səbəbindən layihənin hazırlanmasında istifadə olunan hesabi su sərfi gözləniləndən daha tez təkrarlana və ya ötülə bilər.

Normal paylanma qanunu üçün gözlənilən ehtimal,  $E(P_n)$ , aşağıdakı düstura görə hesablanabilir:

$$E(P_n) = P \left[ t_{n-1} > z \left( \frac{n}{n+1} \right)^{1/2} \right], \quad (4)$$

burada  $z$  – hesabi təminatla uyğun standart normal kəmiyyət;  $t_{n-1}$  – Studentin  $t$  – statistikasının sərbəstlik dərəcələri ədədinin  $(n-1)$ -ə müvafiq qiyməti;  $n$  – sıranın uzunluğudur.

Hesablamalar aşağıdakı cədvəldə verilmiş ifadələrə görə də yerinə yetirilə bilər.

Cədvəl 1

**Gözlənilən ehtimalı hesablamaq üçün istifadə olunan düsturlar**

| Təkrarlanma dövrü, illər | Ötmə ehtimalı (təminat) | Gözlənilən ehtimal                                 |
|--------------------------|-------------------------|--|
| 1000                     | 0.001                   | $0.001 \left( 1.0 + \frac{280}{n^{1.55}} \right)$  |
| 100                      | 0.01                    | $0.01 \left( 1.0 + \frac{26}{n^{1.16}} \right)$    |
| 20                       | 0.05                    | $0.05 \left( 1.0 + \frac{6}{n^{1.04}} \right)$     |
| 10                       | 0.10                    | $0.10 \left( 1.0 + \frac{3}{n^{1.04}} \right)$     |
| 3.33                     | 0.30                    | $0.30 \left( 1.0 + \frac{0.46}{n^{0.925}} \right)$ |

Uzunluğu 16 il olan müşahidə sırası üçün 100 ildə 1 dəfə təkrarlanan ( $T=100$ il,  $P=0.01$ ) maksimal su sərfi üçün gözlənilən ehtimal  $E(P_n)=0.020$  alınır. Bu ehtimala müvafiq təkrarlanma dövrü  $100/0.02=50$  il təşkil edir. Beləliklə, hesabi su sərfi layihədə nəzərdə tutulduğundan daha tez ötülə və ya təkrarlana bilər.

Empirik yanaşma tətbiq edildikdə ilk növbədə təminatlar əyrisinin parametrləri (orta kəmiyyət, variasiya və asimmetriya əmsalları) təyin olunmalı və nəzəri təminatlar əyrisi qurulmalıdır. Növbəti mərhələdə isə hesabi təminat müəyyən olunmalı və ona müvafiq su və ya gətirmələr sərfi təyin olunmalıdır.

**Risk analizi.** İstənilən hidrotexniki qurğu layihələndirildikdə bu və ya digər axım xarakteristikasının hesabi qiymətindən istifadə olunur. Məsələn, gücü 50 min kVT-dan az olan su elektrik stansiyaları 1% təminatlı və ya 100 ildə bir dəfə təkrarlanan maksimal su sərfələrinə görə layihələndirilir. Lakin bu o demək deyil ki, 1% təminatlı maksimal su sərfi yalnız 100 ildən sonra müşahidə olunacaq və ya onun kəmiyyəti ötüləcək. Bu hadisə 100 illik dövrün istənilən ilində baş verə bilər. Belə hadisənin müşahidə olunma ehtimalı təbii hidroloji risk adlanır və aşağıdakı düstura görə hesablanır:

$$\bar{R} = 1 - [1 - P(X \geq x_T)]^n \quad (5)$$

burada  $T$ -təkrarlanma dövrü;  $n$ -hidrotexniki qurğunun istismar müddəti;  $R$ -n il ərzində ən azı bir dəfə  $X \geq x_T$  hadisəsinin baş vermə ehtimalı və ya hidroloji riskdir;  $P(X \geq x_T)=1/T$  və bu əlaqə əsasında tərtib edilmiş cədvəl “Hidroloji hesablamalar” dərsliyində (İmanov, 2011) verilmişdir.

Məsələn,  $T=95$  il ( $P=0,0105$  və ya 1,05%),  $n=50$  il olduqda risk  $\bar{R} = 0.41$  və ya 41%, təşkil edir. Bu o deməkdir ki, yaxın 50 il ərzində hesabi su sərfinin ötməmə ehtimalı  $1-0,41=0.59$  və ya 59%-dir.

Əgər,  $T=n$  olarsa, onda  $\bar{R} = 0,632$  alınır. Yəni 100 ildə bir dəfə təkrarlanan maksimal su sərfinin növbəti 100 ildə ən azı bir dəfə ötmə ehtimalı 0,632 (63,2%) təşkil edir.

**Hidroiqtisadi analiz.** Axım xarakteristikasının, məsələn, daşqının maksimal su sərfinin hesabi təminatı təyin olunduqda aşağıdakı şərtlər nəzərə alınmalıdır.

1. Hidrotexniki qurğunun inşasına və istismarına çəkilən xərclər, qəza və ya insanların həyatına mümkün mənfi təsirlər baş verdikdə onların fəsadlarını aradan qaldırmaq üçün tələb olunan vəsaitin həcmi ötməməlidir.
2. Qurğuya sərf olunan orta illik xərclər minimum olmalıdır.

Rusiya Federasiya təcrübəsində hidrotexniki qurğulara sərf olunan orta illik xərclərin üç elementi ayrılır (Сикан, 2007).

Birinci element,  $U_I$ , istismar müddəti  $T$  (il) olan yeni qurğunun inşasına tələb olunan vəsaitdən ibarətdir:

**Daşğınların maksimal su sərfələrinin hesabi təminatı ilə hidrotexniki qurğuların sinfi arasında əlaqə**

| Hidrotexniki qurğunun sinfi | Hesabi təminat,% | Təkrarlanma dövrü, il |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| I                           | 0,01             | 10 000                |
| II                          | 0,1              | 1000                  |
| III                         | 0,5              | 200                   |
| IV                          | 1,0              | 100                   |

Məsələn, gücü 50 min kVt-dan az olan su elektrik stansiyaları IV, 50 mindən 300 min kVt-a kimi III, 301 mindən 1 mln. kVt-a kimi II və 1 mln. kVt-dan çox olan SES-lər isə I sinfə aid olunur.

ABŞ və Avropa ölkələrində də oxşar meyarlar işlənmişdir (Виссмен и др., 1979).

**Kiçik hidrotexniki qurğu layihələri üçün hesabi təkrarlanma dövrləri**

| Kiçik qurğuların tipləri                           |           | Təkrarlanma dövrü, illər |
|--|-----------|--------------------------|
| Yol qurğuları (boru və kiçik körpülər)             |           | 10                       |
| Nəqliyyatın hərəkəti (gün ərzində maşınların sayı) | 0-400     |                          |
|  | 400-1700  | 10-25                    |
|  | 1700-5000 | 25                       |
|  | >5000     | 50                       |
| Hava limanı  |           | 5                        |
| Yağış sularını kənarlaşdırıcı sistemlər            |           | 2-10                     |
| Bəndlər  |           | 2-50                     |
| Suötürücülər                                       |           | 5-50                     |

Rusiyadan fərqli olaraq, ABŞ-da hidrotexniki qurğular layihələndirildikdə yuxarıda göstərilən xərc elementləri ( $U_1$ ,  $U_2$  və  $U_3$ ) ümumiləşdirilmiş əlaqələrə görə yox, hər bir layihənin fərdi tədqiqatı nəticəsində hesablanır.

Təkrarlanma dövrü,  $T$ , olan hidrotexniki qurğu inşa olunmadığı halda orta illik gözlənilən xərclər,  $D_T$ , aşağıdakı düstura görə hesablanır:

$$D_T = \sum_{i=1}^{\infty} \left[ \frac{D(x_{i-1}) + D(x_i)}{2} \right] [P(x \geq x_{i-1}) - P(x \geq x_i)], \quad (12)$$

burada  $i$  - hesablamaların yerinə yetirildiyi intervalların sayı;  $D(x_{i-1})$  və  $D(x_i)$  iki qonşu interval üçün müvafiq orta illik gözlənilən xərclər;  $P(x \geq x_{i-1})$  və  $P(x \geq x_i)$  layihədə baxılan iki qonşu hesabi su sərfinin ötmə ehtimalıdır.

Hidrotexniki qurğunun inşası və istismarına sərf olunan ümumi xərclərin iki toplananı ayrılır:

- qurğu tikilmədikdə hesabi su sərfindən böyük su sərfi müşahidə olunduqda baş verə biləcək risklərlə bağlı gözlənilən orta illik xərclər,
  - qurğunun inşasına və istismarına sərf olunan kapital xərclər.
- Bu hesablamaların ardıcılığı cədvəl 4-də verilmişdir.

Cədvəl 4

**Hidroiqtisadi analizin köməyilə optimal hesabi təkrarlanma dövrünün hesablanması**

| 1   | 2                            | 3                                  | 4                             | 5   | 6   | 7                        | 8                      |
|---|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---|---|--------------------------|------------------------|
| İnterval, <i>i</i>                            | Təkrarlanma dövrü, T (illər) | Maksimal su sərfinin ötmə ehtimalı | Ümumi maddi ziyanın kəmiyyəti | İntervallar üzrə orta illik gözlənilən maddi ziyan (AZN/il) | Ziyan riskinin orta illik gözlənilən kəmiyyəti (AZN/il) | Kapital xərclər (AZN/il) | Ümumi xərclər (AZN/il) |
|   | 1                            | 1.0000                             | 0                             |   | 49.098  | 0                        | 49.098                 |
| 1   | 2                            | 0.500                              | 20.000                        | 5.000   | 44.098  | 3.000                    | 47.098                 |
| 2   | 5                            | 0.200                              | 60.000                        | 12.000  | 32.098  | 14.000                   | 46.098                 |
| 3   | 10                           | 0.100                              | 140.000                       | 10.000  | 22.098  | 23.000                   | 45.098                 |
| 4   | 15                           | 0.067                              | 177.000                       | 5.283   | 16.815  | 25.000                   | 41.815                 |
| 5   | 20                           | 0.050                              | 213.000                       | 3.250   | 13.565  | 27.000                   | 40.565                 |
| 6   | 25                           | 0.040                              | 250.000                       | 2.315   | 11.250  | 29.000                   | 40.250                 |
| 7   | 50                           | 0.020                              | 300.000                       | 5.500   | 5.750   | 40.000                   | 45.750                 |
| 8   | 100                          | 0.010                              | 400.000                       | 3.500   | 2.250   | 60.000                   | 62.250                 |
| 9   | 200                          | 0.005                              | 500.000                       | 2.250   | 0   | 80.000                   | 80.000                 |
| Gözlənilən ziyanın illik kəmiyyəti=49,098 AZN |                              |                                    |                               |   |   |                          |                        |

Bu cədvəlin 1-ci sütununda hesablamaların yerinə yetirildiyi intervalların sayı, 2-ci və 3-cü sütunlarında isə müvafiq olaraq maksimal su sərfinin təkrarlanma dövrü və ötmə ehtimalı verilmişdir. Cədvəlin 4-cü və 7-ci sütunlarında müxtəlif təkrarlanmaya uyğun su sərfələri keçdikdə dəyəcək maddi ziyan və hidrotexniki qurğunun inşasına sərf olunacaq kapital xərclər göstərilir. Bu iki sütundakı rəqəmlər layihənin texniki-iqtisadi əsaslandırılması mərhələsində yerinə yetirilmiş hesablamalara görə alınır. Qurğu inşa olunmazsa, onda orta illik gözlənilən ziyanın qiymətləri 5-ci sütunda yazılmışdır. Məsələn,  $i=1$  intervalı üçün  $T=1$  il və  $T=2$  il arasında orta illik gözlənilən ziyan aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\Delta D_1 = \sum_{i=1}^{\infty} \left[ \frac{D(x_1) + D(x_2)}{2} \right] [P(x \geq x_1) - P(x \geq x_2)] = \left( \frac{0 + 20.000}{2} \right) (1.0 - 0.5) = 5.000 \text{ AZN / il}$$

5-ci sütundakı bütün rəqəmlərin cəmi 49.098 AZN təşkil edir. Başqa sözlə, əgər, hidrotexniki qurğu inşa olunmazsa, onda orta illik gözlənilən ziyan bu rəqəmə bərabər olar.

Hesabi maksimal su sərfinin təkrarlanma dövrü artdıqca, orta illik gözlənilən ziyan azalır. Məsələn,  $T=2$  il olduqda bu ziyan  $49.098 - \Delta D_1 = 49.098 - 5.000 = 44.098$  AZN/il təşkil edir. Cədvəlin 6-cı və 7-ci sütunlarında verilmiş rəqəmlərin sətirlər üzrə cəmi layihənin ümumi xərcini verir (8-ci sütun).

Cədvəl 4-dən göründüyü kimi, ümumi xərclərin minimal qiyməti 40.250 AZN/il təşkil edir və bu  $T=25$  ilə bərabər təkrarlanma dövrünə uyğundur. Beləliklə, bu misalda baxılan hidrotexniki qurğu maksimal su sərfinin 25 ildə bir dəfə təkrarlanan və ya ötmə ehtimalı 0.040 (və ya 4%) olan qiymətinə görə layihələndirilməlidir. Ümumi xərclərin 72%-ni (29.000 AZN/il) kapital xərclər, 28%-ni (11.250 AZN/il) isə orta illik gözlənilən xərclər təşkil edir.

Yerinə yetirilmiş müqayisəli təhlil aşağıdakı nəticələrə gəlməyə əsas verir:

1. Axım xarakteristikalarının hesabi qiymətlərinin təkrarlanma dövrünü təyin etmək üçün müxtəlif ölkələrdə istifadə olunan metodların oxşar cəhətləri, fərqli cəhətlərlə müqayisədə daha çoxdur.
2. Azərbaycan Respublikasının ərazisi çox da böyük olmadığına görə hidrotexniki qurğular layihələndirildikdə axım xarakteristikalarının təkrarlanma dövrü fərdi qaydada təyin olunması daha məqsədəuyğundur.

#### ƏDƏBİYYAT

1. İmanov F.Ə. Hidroloji hesablamalar. Bakı: Azərneşr, 2011-263s.
2. Виссмен мл У., Харбаф Т.И, Кнепп Д.У. Введение в гидрологию. Гидрометеоздат. М.: 1979-470 с.
3. Иманов Ф.А., Раджабов Р.Ф. Применение новых статистических методов в гидрологических расчётах//Сборник научных трудов Института Водного Хозяйства Грузии. Тбилиси, 2010, №65, с.95-100.
4. Руководство по гидрологической практике. ВМО,. 1994, №168, 808 с.
5. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. СПб: РГГМУ, 2007, 279 с.
6. Chow V.T., Maidment D.R. and Mays L.W. Applied Hydrology. Mc Graw-Hill, Inc., New York, 1988, 572 p.
7. Hershfield, D.M., Method for estimating probable maximum rainfall. Journal of the American Waterworks Association, August, 1965. v.57, p. 965-972.
8. National Academy of Sciences, Safety of Existing Dams: Evaluation and Improvement, National Academy Press, Washington, D.C., 1983, p. 95-112.

#### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПРЕВЫШЕНИЯ СТОКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

**Ф.А.ИМАНОВ, А.А.ГУЛИЕВА, Р.Ф.РАДЖАБОВ, А.А.НУРИЕВ**

#### РЕЗЮМЕ

Статья посвящена методам определения повторяемости расчетных значений основных стокowych характеристик при проектировании гидротехнических сооружений. Выполнен сравнительный анализ методов применяемых в западных странах и в СНГ, а также показаны их общие и отличительные особенности.

$$U_1 = \frac{K_0 + \alpha Q_p}{T}, \quad (6)$$

burada  $K_0$ -hesabi maksimal su sərfindən asılı olmayaraq qurğunun inşasına sərf olunan vəsait;  $\alpha$ -maksimal su sərfi artdıqca tikinti xərclərinin artmasını nəzərə alan əmsal;  $Q_p$ -  $p$  təminatlı maksimal su sərfidir.

İkinci element,  $U_2$ , qurğunun istismarına və cari təmirinə tələb olunan vəsaitin miqdarıdır ( $U_2$  tikintinin ümumi xərclərinə,  $K_0 + \alpha Q_p$ , mütənasib qəbul olunur):

$$U_2 = r(K_0 + \alpha Q_p), \quad (7)$$

burada  $r$ -qurğunun istismarına tələb olunan orta illik xərclər ilə tikintinin ümumi dəyəri arasında mütənasiblik əmsalıdır.

Üçüncü element,  $U_3$ , qurğunun zədələnməsi zamanı dəyən zərərin orta illik kəmiyyətidir:

$$U_3 = p[Y_0 + \eta(K_0 + \alpha Q_p)], \quad (8)$$

burada  $p$ -hesabi təminat və ya maksimal su sərfinin,  $Q_p$ , ötmə ehtimalı,  $Y_0$  qurğuya illik ziyanın orta kəmiyyəti (hesabi maksimal su sərfi keçdikdə dəyən ziyan nəzərə alınmamaqla);  $\eta$ -qurğu zədələndikdə onun bərpasına tələb olunan xərclərlə ümumi tikintiyə sərf olunan xərclər arasında mütənasiblik əmsalıdır.

Qeyd olunduğu kimi,  $Q_p$  qurğunun layihələndirildiyi çay kəsiyində hesabi maksimal su sərfidir və təminatlar əyrisinə görə təyin olunur:

$$Q_p = A\bar{Q}p^{-n}, \quad (9)$$

burada  $\bar{Q}$ -orta çoxillik maksimal su sərfi;  $A$  və  $n$ -maksimal su sərfələrinin paylanma xarakteristikalarından asılı olan sabitlərdir.

Bu üç elementə ( $U_1$ ,  $U_2$  və  $U_3$ ) müvafiq xərcləri toplamaq və  $Q_p$  əvəzinə  $A\bar{Q}p^{-n}$  ifadəsini yazaraq qurğunun ümumi illik xərclərini tapmaq olar:

$$U = K_0 \left( \frac{1}{T} + r \right) + p(\eta K_0 + Y_0) + p^{-n} A\bar{Q}\alpha \left( \frac{1}{T} + r \right) + p^{1-n} A\bar{Q}\eta\alpha \quad (10)$$

Ümumi illik xərclərin minimal qiymətinin uyğun olduğu hesabi təminatı,  $P$ , təyin etmək üçün  $dU/dp$  törəməsi sıfıra bərabər olmalıdır:

$$\frac{dU}{dp} = \eta K_0 + Y_0 - np^{-(n+1)} A\bar{Q}\alpha \left( \frac{1}{T} + r \right) + (1-n)p^{-n} A\bar{Q}\alpha\eta = 0 \quad (11)$$

Bu axırıncı tənlik hesabi təminata,  $P$ , nəzərən həll olunur və alınan qiymət optimal hesabi təminat kimi qəbul edilir.

Müxtəlif hidrotexniki qurğular üçün maksimal su sərfələrinin hesabi ötmə ehtimalları cədvəl 2-də verilmişdir (Сикан, 2007).

**Ключевые слова:** речной сток, гидротехническое сооружение, рифметическое значение, период повторяемости

**DEFINITION METHODS OF EXCEEDENCE PROBABILITY OF THE FLOW  
CHARACTERISTICS FOR THE DESIGNING OF  
HYDROTECHNICAL STRUCTURES**

**F.A.IMANOV, A.A.GULIYEVA, R.F.RAJABOV, A.A.NURIYEV**

**SUMMARY**

The article deals with the analysis of definition methods of the return period for the determination of design value of the river flow characteristics during the hydrotechnical structure design. The approaches of Western and CIS countries are analyzed and their analogues and differences are revealed.

**Key words:** river flow, hydrotechnical equipment, design value.

Redaksiyaya daxil oldu: 29.05.2011 il.

Çapa imzalandı: 27.07.2011 il.