

AVIASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİ

UOT 502.5: 504.05

İRİ SU ANBARLARINDA BAŞ VERƏ BİLƏN FÖVQƏLADƏ HALLARIN FƏSADLARININ PROQNOZLAŞDIRILMASI MƏSƏLƏLƏRİ

N.T. Nağıyev, S.H. Səfərov

Milli Aviasiya Akademiyası

Məqalədə iri su anbarlarında baş verə bilən fəvqəladə hallar vaxtı yarılma dalğası və cəbhəsinin parametrlərinin, onların zədələyici effektlərinin, yaşayış məntəqələrinə və digər obyektlərə çatacağı vaxtlarının proqnozlaşdırılması məsələləri həll edilmişdir. Bunun üçün elmi ədəbiyyatda istifadə olunan hesablama metodikası təkmilləşdirilmişdir. Bu aspektdə hesablama eksperimentləri qaydasından istifadə olunmuşdur, yəni baxılan obyektin müvafiq parametrlərinin ehtimal olunan qiymətləri verilir və lazımi hesablamalar aparılır.

Açar sözlər: iri su anbarları, fəvqəladə hallar, proqnozlaşdırma, riyazi model, hesablama eksperimentləri.

Məsələnin aktuallığı

Müasir dövrdə dünyanın müxtəlif ölkələrində hidrotexniki qurğuların vacib tərkib hissəsi olan yüzlərlə və minlərlə su anbarı tikilmişdir (cədvəl 1) [8].

Cədvəl 1

Dünyanın müəyyən ölkələri üzrə su bəndlərinin miqdarı

Ölkə	Su bəndinin miqdarı	Ölkə	Su bəndinin miqdarı
Çin Xalq Respublikası	22000	Kanada	793
ABŞ	6575	Cənubi Koreya	765
Hindistan	4291	Türkiyə	625
Yaponiya	2675	Braziliya	594
İspaniya	1198	Fransa	569

Hidrotexniki qurğu və tikililər texnogen xarakterli fəvqəladə halların potensial mənbələrindən biridir. Belə ki, dünyada hidrotexniki qurğu və tikililərdə hər il orta hesabla 3000-ə yaxın qəza baş verir. Müasir su anbarları olan hidrotexniki qurğularda baş verən qəza və fəlakətlər vaxtı insan tələfatı və maddi ziyanlar təbii fəlakətlərin fəsadları ilə müqayisə olunacaq dərəcədədir. Böyük su anbarları üzrə Beynəlxalq komissiyanın materialları göstərir ki, hidrotexniki qurğularda öz fəsadlarına görə ən təhlükəli fəvqəladə hallar isə onlardan hesablanmış normadan artıq su keçərkən yaranır [8]. Onların yüksək riskli istehsalat sahəsi kimi intensiv inkişafı, yaşayış məntəqələrindən və ətraf mühitdən ayırmağın qeyri-mümkünlüyü yarana biləcək fəvqəladə halların fəsadlarının proqnozlaşdırılması, qarşısının alınması və ləğvi problemlərinin aktuallığını getdikcə artırır.

Azərbaycanda da Ölkəmizdə də iri həcmli su anbarları tikilmişdir və onların ümumi sahəsi 1100 km²-ə yaxın olub, respublika ərazisinin 1,3%-ini əhatə edir [1, 2]. Müasir iqlim dəyişmələri şəraitində ekstremal atmosfer yağıntılarının yağması intensivliyinin artması, uzun müddətdir ki, istismar olunan su anbarlarındakı texniki avadanlıqların köhnəlməsi, su anbarlarının diblərinin lillənməsinin artması və ölkəmiz müharibə şəraitində olduğuna görə, onların hərbi yolla dağıdılması mümkünlüyü müvafiq qəza hallarının yaranması ehtimallarını artırır.

Yuxarıda göstərilənlərlə əlaqədar olaraq, AR-nın su anbarları üzərində yerləşmiş hidrotexniki qurğularda fəvqəladə halların baş verməsi vaxtı onun fəsadlarının proqnozlaşdırılması və qiymətləndirilməsi məsələləri vacib elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Hidrotexniki obyektin texniki sənədlərindən bəndin yuxarı byefində suyun səviyyəsinin layihələşdirilmiş hündürlüyü (H_0) və bəndin uzunluğu (L) götürülür.

Hidrotexniki qurğunun bəndinin proranının, yəni yarıma yerinin nisbi kəmiyyəti (3), çayın baxılan hissəsində su səthinin hidravlik mailliyinin qiyməti isə (4) düsturu ilə təyin edilir:

$$B_{nisbi} = \frac{B}{L}, \quad (3)$$

$$i = \frac{H_p - H_m}{L}. \quad (4)$$

Bəndin mümkün dağılması proqnozlaşdırılarkən, bəndin gövdəsinin 25, 50 və 100% dağılmaya məruz qalması halları üçün hesablamaların aparılması məqsədəuyğun sayılır.

Obyekt çərçivəsində yarıma dalğasının hündürlüyü və maksimal sürəti çayın hidroloji və topoqrafik şəraitindən asılıdır aşağıdakı düsturlar vasitəsilə hesablanır:

$$h = \frac{A_h}{\sqrt{V_h + L}}, \text{ m}; \quad (5)$$

$$V = \frac{A_v}{\sqrt{V_v + L}}, \text{ m/san}, \quad (6)$$

burada A_h , V_h , A_v , V_v – bəndin yuxarı byefində suyun səviyyəsindən (H_0 , m) (su anbarının su səviyyəsində), çayın hidravliki meyilliyindən (i) (çayın dəniz səviyyəsindən hündürlüyünün 1000 m uzunluğa nisbəti kimi təyin olunur) və proranın nisbi enliyindən (B) asılı olan əmsallardır və onların qiymətləri müvafiq cədvəllərdə verilir [4, 6, 7].

Sonra, bizim tərəfimizdən [4, 6, 7]-də verilmiş cədvəl məlumatları əsasında su bəndlərində suyun səviyyəsinin müxtəlif qiymətlərindən, həmçinin H_0 , i və L –dən asılı olaraq sənaye obyektinin yerləşdiyi yerə yarıma dalğasının yalının τ_{yal} (saatla) və cəbhəsinin $\tau_{cəbhə}$ (saatla) gəlib çatması vaxtlarının təyin edilməsinin regressiya tənlikləri alınmış və cədvəl 2-də verilmişdir. Alınmış tənliklər eksponensial növlü tənliklərdir və onların korrelyasiya əmsalları (r) çox yüksəkdir və 0.92-dən az deyil. Riyazi statistikadan məlumdur ki, iki dəyişən kəmiyyət arasında korrelyasiya əmsalları 0.70-dən böyük olduqda alınan tənlikləri uğurla istifadə etmək olar. Bu zəruriyyət fəvqəladə halların fəsadlarının proqnozlaşdırılması vaxtı çoxvariantlı hesablamaların aparılması səbəbindən yaranmışdır.

Cədvəl 2

Regressiya tənlikləri və onların korrelyasiya əmsalları

H_0	i	Vaxt	Tənlik	r
20 m	$i=10^{-3}$	τ_{yal}	$\tau_y = 0.6002 \cdot \exp(0.0290 \cdot L)$	0.94
		$\tau_{cəbhə}$	$\tau_c = 3.5393 \cdot \exp(0.0211 \cdot L)$	0.96
	$i=10^{-4}$	τ_{yal}	$\tau_y = 0.6217 \cdot \exp(0.0271 \cdot L)$	0.94
		$\tau_{cəbhə}$	$\tau_c = 2.2365 \cdot \exp(0.0214 \cdot L)$	0.96
40 m	$i=10^{-3}$	τ_{yal}	$\tau_y = 0.3317 \cdot \exp(0.0292 \cdot L)$	0.93
		$\tau_{cəbhə}$	$\tau_c = 3.0983 \cdot \exp(0.0191 \cdot L)$	0.97
	$i=10^{-4}$	τ_{yal}	$\tau_y = 0.3079 \cdot \exp(0.0273 \cdot L)$	0.94
		$\tau_{cəbhə}$	$\tau_c = 2.0191 \cdot \exp(0.0191 \cdot L)$	0.96
80 m	$i=10^{-3}$	τ_{yal}	$\tau_y = 0.1647 \cdot \exp(0.0262 \cdot L)$	0.95
		$\tau_{cəbhə}$	$\tau_c = 0.3492 \cdot \exp(0.0262 \cdot L)$	0.92
	$i=10^{-4}$	τ_{yal}	$\tau_y = 0.2091 \cdot \exp(0.0260 \cdot L)$	0.96
		$\tau_{cəbhə}$	$\tau_c = 1.6547 \cdot \exp(0.0177 \cdot L)$	0.97

Bundan sonra sənaye obyektini rayonunda yarıma dalğasının baxılan əraziyə gəlib çatdıqdan sonra ərazinin subasmasının davamiyyəti hesablanmışdır:

$$\tau = \beta \cdot (t_{\text{ebhe}} - t_{\text{yal}}) \cdot \left(1 - \frac{h_m}{h}\right), \text{ saat}, \quad (7)$$

burada β – i, L, H kəmiyyətlərindən asılı olan əmsaldır və cədvəl 3-ə görə təyin edilir. Sonda isə yarıma dalğasının müəyyən edilmiş parametrləri əsasında müvafiq cədvəllərin məlumatlarından istifadə etməklə, müxtəlif obyektlərin dağılma dərəcəsini təyin etmək olar [4, 6, 7].

Fövqəladə halların proqnozlaşdırılması fəvqəladə halın yaranmasının və inkişafının müxtəlif variantlarının (ssenarilərinin) müəyyənləşdirilməsi (seçilməsi) və modelləşdirilməsi nəzərdə tutulur [3, 6, 7, 9]. Fövqəladə halların inkişaf ssenariləri dedikdə ayrı-ayrı hadisələrin öz aralarında məntiqi əlaqəli olan ardıcillıq nəzərdə tutulur, və buna müvafiq olaraq fiziki parametrlərin sahələri, zədələyici amillərin növü və kəmiyyəti, insanların, onların əmlakının, ətraf təbii mühtin zədələnmə dərəcələri təyin olunur.

Cədvəl 3

(7) düsturundakı β əmsalının qiymətləri

$\Theta = \frac{i \cdot L}{H_0}$	Bəndin müxtəlif hündürlüklərində β əmsalının qiyməti	
	$H_0 = 10 \cdot h_0$	$H_0 = 20 \cdot h_0$
0,05	15,5	18,0
0,1	14,0	16,0
0,2	12,5	14,0
0,4	11,0	12,0
0,8	9,5	10,8
1,6	8,3	9,9
3,0	9,9	9,6
5,0	7,6	9,3

Hesablama hissəsi

Bu aspektdə apardığımız tədqiqatda hesablama eksperimentləri qaydasından istifadə olunmuşdur, yəni baxılan obyektin müvafiq parametrlərinin ehtimal olunan qiymətləri verilir və lazımı hesablamalar aparılır.

Tutaq ki, şlüzün qapağının qeyri-ixtiyari qaldırılması nəticəsində nisbi ölçüsü $B_{\text{nisbi}}=0.5$ olan proran əmələ gəlmişdir. Başlanğıc məlumatların qiymətləri cədvəl 4-də verilmişdir. Bu şərtlər çərçivəsində yaşayış məntəqəsində binaların, dəmir yolu (metallik) və avtomobil (dəmir-beton) körpülərinin dağılma dərəcəsini və insanların zədələnmə ehtimallarını qiymətləndirmək tələb olunur. Hesablama vaxtı alınmış nəticələr cədvəl 5-də verilmişdir.

Cədvəl 4

Hidrotexniki obyektlərdə fəvqəladə qəzanın fəsadlarının proqnozlaşdırılması üçün başlanğıc məlumatlar

Başlanğıc məlumat	Başlanğıc məlumatın məğzi
$B_{\text{nisbi}}=0.5$	Proran- bəndin gövdəsində yaranmış dar su axan yerin nisbi göstəricisi
$L=30$ km	Çayın aşağı axını istiqamətindəki yaşayış məntəqəsinə qədər olan məsafə
$H_0=40$ m	Bənd qabağında suyun səviyyəsi
$h_m = 3$ m	Yaşayış məntəqəsinin coğrafi mövqeyinin hündürlüyü
$i = 1 \cdot 10^{-3}$	Çayın hidravliki mailliyi
$h_0 = 4$ m	Çayın aşağı byefində dərinliyi

Yuxarıda göstərilənlər nəzərə alınaraq, müxtəlif variantlı proqnozlar tərtib etmək üçün mümkün variantlardan biri kimi, qəza baş verən su bəndindən çay boyu aşağıda yerləşmiş yaşayış məntəqələrinə olan məsafələrin dəyişkənliyinə baxılmışdır.

Hesab olunur ki, bənddən aşağıda yerləşən 1-ci yaşayış məntəqəsinə olan məsafə 7 km, 2-ciyə olan məsafə 17 km, 3-cüyə olan məsafə 21 km, 4-cüyə olan məsafə 32 km, 5-ciyə olan məsafə 37 km, 6-cuya olan məsafə 40 km, 7-ciyə olan məsafə 41 km, 8-ciyə olan məsafə 45 km, 9-cuya olan məsafə 48 km, 10-cuya olan məsafə 60 km təşkil edir.

İlk əvvəl qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrində yarıma dalğasının hündürlükləri və sürətlərinin proqnozları hesablanmışdır.

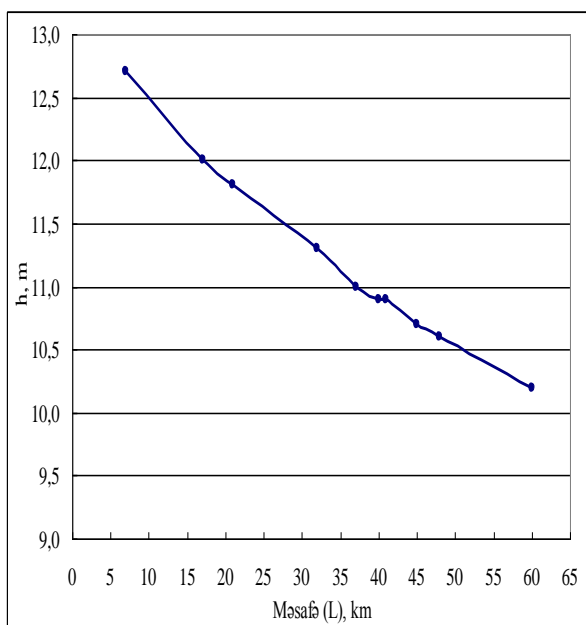
Cədvəl 5

Hidrotexniki obyektlərdə fəvqəladə qəzanın fəsadlarının proqnozlaşdırılması nəticəsində alınan məlumatlar

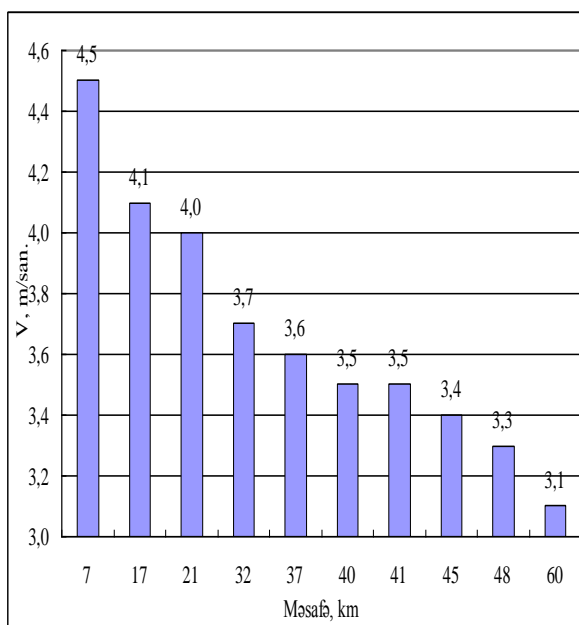
Alınmış məlumat	Alınmış məlumatın məğzi
$h \approx 11$ m	yarılma dalğasının yalının hündürlüyü
$V = 3.7$ m/san	yarılma dalğasının sürəti
$\tau_y = 0.8$ saat	yarılma dalğasının yalının baxılan məntəqəyə çatması vaxtı
$\tau_c = 5.5$ saat	yarılma dalğasının cəbhəsinin baxılan məntəqəyə çatması vaxtı
$\tau = 5.5$ saat	sənaye obyekti rayonunda yarıma dalğasının baxılan əraziyə gəlib çatdıqdan sonra ərazinin subasmasının davamiyyəti
$V = 3.7$ m/san və $h_{sb} = 8$ m halında	yaşayış məntəqəsində azmörtəbəli kərpic evlər güclü dağılacaq, asfalt və beton örtüklü avtomobil yolları orta dağıntıya məruz qalacaq

Şəkil 2-dən göründüyü kimi, qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrində yarıma dalğasının hündürlükləri məsafə artıqca azalır. Bu azalma demək olar ki, əyrixətli dinamikaya malikdir.

Şəkil 3-dən göründüyü kimi, qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrində yarıma dalğasının sürətləri məsafə artıqca azalır. Bu azalma da demək olar ki, əyrixətli dinamikaya malikdir.



Şək. 2. Qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrində yarıma dalğasının hündürlükləri

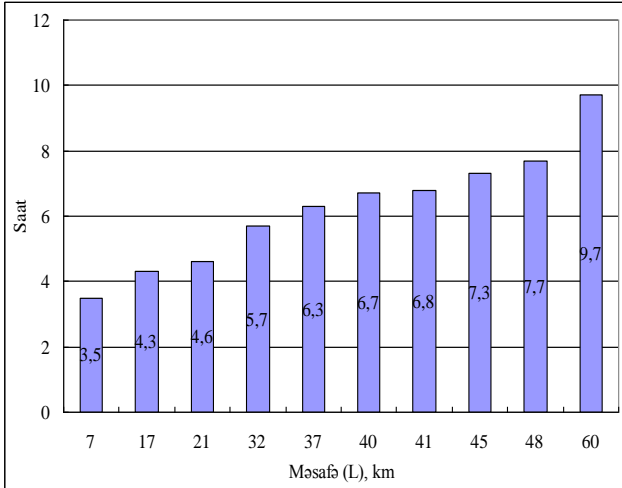


Şək.3. Qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrində yarıma dalğasının sürətləri

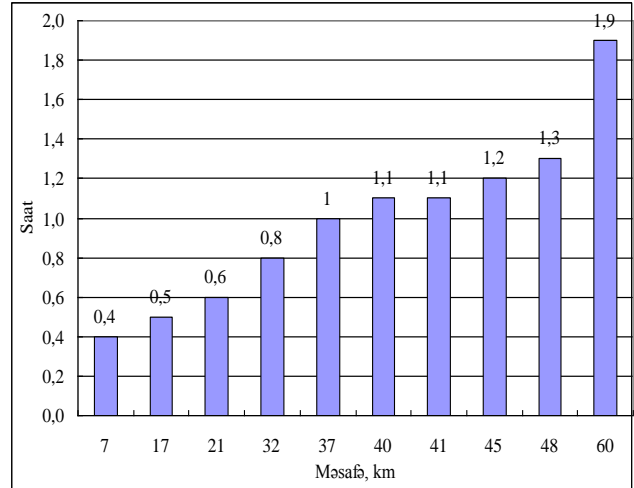
Şəkil 4-dən göründüyü kimi, qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrinə yarıma dalğası cəbhəsinin çatması vaxtlarının proqnoz qiymətləri 1-ci yaşayış məntəqə üçün 3.5 saat, 10-cu yaşayış məntəqəsi üçün isə 9.7 saat ola bilər. Bu rəqəmlər

göstərir ki, yaşayış məntəqələrindən əhalinin operativ olaraq köçürülməsi üçün az da olsa vaxt ehtiyatı olacaq.

Şəkil 5-dən görüldüyü kimi, qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrinə yarımla dalğası yalının çatması vaxtlarının proqnoz qiymətləri 1-ci yaşayış məntəqəsi üçün təxminən 0.4 saat gözlənilirsə, 60 km məsafədə yerləşmiş yaşayış məntəqəsinə çatması vaxtı isə cəmi 1.9 saat gözlənilir. Bu rəqəmlər göstərir ki, bütün yaşayış məntəqələrindən əhalinin operativ olaraq köçürülməsi üçün vaxt ehtiyatı az olacaq.

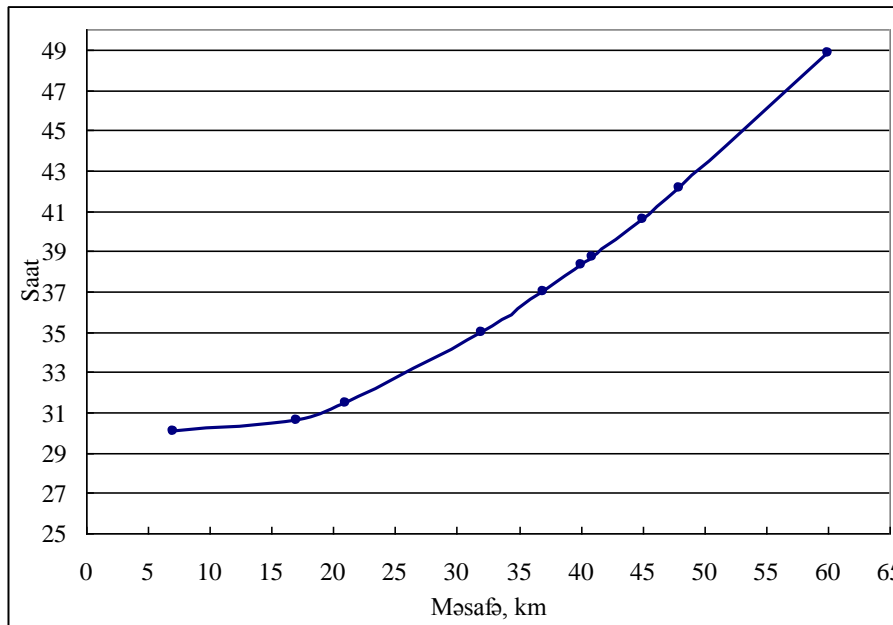


Şək. 4. Yarımla dalğası cəbhəsinin qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrinə çatması vaxtı



Şək. 5. Yarımla dalğası yalının qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrinə çatması vaxtı

Şəkil 6-dən görüldüyü kimi, qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrində yarımla dalğasının davamiyyəti 1-ci məntəqədə 30.1 saat, 2-ci məntəqədə 30.6 saat, 3-cü məntəqədə 31.5 saat, 4-cü məntəqədə 35.0 saat, 5-ci məntəqədə 37.0 saat, 6-cı məntəqədə 38.3 saat, 7-ci məntəqədə 38.7 saat, 8-ci məntəqədə 40.7 saat, 9-cub məntəqədə 42.1 saat, 10-cu məntəqədə isə 48.8 saat olacağı gözlənilir.



Şək. 6. Qəza baş vermiş su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə yerləşmiş yaşayış məntəqələrində yarımla dalğasının davamiyyəti

Nəticə

1) İri su anbarlarında baş verən fəvqəladə halların fəsadlarının proqnozlaşdırılmasında istifadə edilən hesablama metodikası təkmilləşdirilmişdir.

2) İri su anbarlarında fəvqəladə halların baş verməsi halında əsas təhlükə mənbəyi olan yarıma dalğasının parametrlərinin və onların zədələyici effektlərinin qiymətləndirilməsi üçün elmi tədqiqatlarda geniş istifadə olunan hesablama eksperimenti metodikasından istifadə olunmuşdur.

3) Fəvqəladə halların fəsadlarının proqnozlaşdırılması vaxtı çoxvariantlı hesablamaların aparılması məsələlərinin həllinin kömpüterləşdirilməsi məqsədilə su anbarlarında suyun səviyyəsinin müxtəlif qiymətlərindən, su anbarlarını xarakterizə edən parametrlərdən asılı olaraq yaşayış məntəqəsinin və ya sənaye obyektinin yerləşdiyi yerə yarıma dalğasının yalının və cəbhəsinin gəlib çatması vaxtlarının təyin edilməsinin reqressiya tənlikləri alınmışdır. Alınmış tənliklər eksponensial növlü tənliklərdir və onların korrelyasiya əmsalları çox yüksəkdir və 0.92-dən az deyil.

4) Hesablama eksperimentində nəzərdə tutulmuşdur ki, su anbarından aşağıda müxtəlif məsafələrdə 10 yaşayış məntəqəsi yerləşmişdir və verilmiş başlanğıc şərtlər çərçivəsində yarıma dalğasının yalının və cəbhəsinin həmin məntəqələrə gəlib çatması vaxtlarının, onların hündürlüklərinin və sürətlərinin proqnozları hazırlanmışdır.

5) Yarıma dalğasının davamiyyətinin yuxarıdakı proqnozlaşdırılan qiymətlərindən istifadə etməklə, bu fəvqəladə halın fəsadlarının aradan qaldırılması üçün müvafiq tədbirləri planlaşdırmaq və həyata keçirmək olar.

6) Təklif olunmuş metodikanı konkret su anbarında baş verə bilmə ehtimalı olan qəzaların fəsadlarının proqnozlaşdırılmasında və tədris prosesində istifadə etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

1. İmanov F.Ə., Məmmədov V.A., Abdullayev İ.M. Hidrologiya. Bakı, “MBM”, 2014.- 564 s.
2. Məmmədov M.Ə. Azərbaycanın hidroqrafiyası. Bakı, “Nafta-Press”, 2002, 266.
3. Ocaqov H.O., Hacımətov Q.N. Fəvqəladə halların monitorinqi və proqnozu (dərslik), Bakı. – 2011.
4. Булаев В.Г. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях: учеб.-метод. Пособие. Екатеринбург: УрГУПС, 2011 -130 с.
5. Козлитин А.М. Математические модели и методы количественной оценки экологического и интегрированного риска аварий гидротехнических сооружений// Устойчивое экологическое развитие: региональные аспекты: Международ.науч.сб. Саратов: СГТУ,2001.с.83-102. [Elektron resurs]: <http://risk-2005.narod.ru/>.
6. Козлитин А.М., Яковлев Б.Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2000. 124с.
7. Мاستрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений. –М.: Издательский центр «Академия», 2003. -336 с.
8. Петраков И.А. Крупнейшие аварии на гидротехнических сооружениях в мире / ОБСЕ в Казахстане, 28-29 июля 2014.
9. Федотов Д.Б., Малахов В.А. Автоматизированные системы мониторинга и прогнозирования. [Elektron resurs]: <http://secuteck.ru/articles2/firesec/monitoring-pozharnoy-obstanovki-i-prognozirovaniie-chs#sthash.EkqQ3wPe.dpuf>.

***ВОПРОСЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ***

Н.Т. Нагиев, С.Г. Сафаров

В статье решены вопросы прогнозирования параметров волны и фронта прорыва, их негативные эффекты и время прихода к населенным пунктам и другим объектам при возможных чрезвычайных ситуациях в крупных водохранилищах. Для этого

усовершенствана вычислительная методика, которая используется в соответствующей научной литературе. В этом аспекте использован способ численных экспериментов, т.е. в рассматриваемом объекте задаются вероятные значения соответствующих параметров и проводятся необходимые расчеты.

Ключевые слова: крупные водохранилища, чрезвычайные ситуации, прогнозирование, математическая модель, численные эксперименты.

**THE QUESTIONS OF FORECASTING OF POSSIBLE CONSEQUENCES
OF EXTREME SITUATIONS IN THE LARGE RESERVOIRS**

N.T. Nagiyev, S.H. Safarov

There are solved questions of forecasting of parameters of a wave and front of break, their negative effects and the time of arrival them to the occupied items and other objects at possible extreme situations in large reservoirs in this thesis. For this purpose the mathematical model is developed. In this aspect the way of numerical experiments is used, i.e. in considered object the probable meanings of the appropriate parameters are set and the necessary calculations are spent.

Key words: large reservoirs, extreme situations, forecasting, mathematical model, numerical experiments.